



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CESAR AUGUSTO GASPARETTO SBRUSSI

**CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE MILHO SUPERDOCE EM RESPOSTA AO
ARMAZENAMENTO E REVESTIMENTO COM POLÍMERO**

Londrina
2016

CESAR AUGUSTO GASPARETTO SBRUSSI

**CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE MILHO SUPERDOCE EM RESPOSTA AO
ARMAZENAMENTO E REVESTIMENTO COM POLÍMERO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Doutorado em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Claudemir Zucareli

Londrina
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

SBRUSSI, CESAR AUGUSTO GASPARETTO SBRUSSI.

CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO SUPERDOCÊ EM RESPOSTA AO ARMAZENAMENTO E REVESTIMENTO COM POLÍMERO / CESAR AUGUSTO GASPARETTO SBRUSSI SBRUSSI. - Londrina, 2016.

163 f. : il.

Orientador: CLAUDEMIR ZUCARELI ZUCARELI.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2016.

Inclui bibliografia.

1. TECNOLOGIA DE SEMENTES E CEREAIS - Tese. 2. FISILOGIA DE SEMENTES - Tese. 3. QUALIDADE DE SEMENTES - Tese. 4. ARMAZENAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SEMENTES - Tese. I. ZUCARELI, CLAUDEMIR ZUCARELI. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CESAR AUGUSTO GASPARETTO SBRUSSI

**CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
MILHO SUPERDOCE EM RESPOSTA AO ARMAZENAMENTO E
REVESTIMENTO COM POLÍMERO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Doutorado em Agronomia.

Área de concentração: Fitotecnia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Claudemir Zucareli
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dra. Carolina M. G. de Oliveira
Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR

Prof. Dr. Josué Maldonado Ferreira
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dra. Lúcia S. Assari Takahashi
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Mauro Cezar Barbosa
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 29 de Fevereiro de 2016.

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese a Deus, simplesmente por existir e estar ao meu lado e me iluminar em todos os momentos de minha vida.

A minha amada mãe e colega de profissão Sônia e meu amado pai Amandio, por tanto amor, por cada oração e por sempre me apoiarem e incentivarem em todas as minhas escolhas e decisões.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me acompanhar nas jornadas da vida e tornar possível todas as coisas; A Nossa Senhora de Shoenstatt por sua aliança, graça e interseção.

Aos mestres, àqueles que nos inspiram e fazem sempre querer continuar e melhorar. Minha gratidão especial ao meu orientar e amigo, Prof. Dr. Claudemir Zucareli, que me acolheu durante esses anos com muita dedicação, compreensão e paciência. A ele, minha parabenização pelo profissional notável que é.

Aos membros da banca, por disponibilizarem o seu valioso tempo para a contribuição neste trabalho.

À Universidade Estadual de Londrina (UEL), por ter feito parte da minha vida por 11 anos e me proporcionar a Graduação, o Mestrado e o Doutorado. Aos funcionários pela atenção e aos técnicos de laboratório pelo auxílio.

À CAPES por acreditar na educação, pelo incentivo a pesquisa e fomento em forma de bolsa de doutorado.

As empresas e instituições parceiras (Syngenta, Bayer e Departamento Geral de Biologia UEL) pelas sementes e produtos fornecidos.

Aos estagiários e amigos João Vinicius Zucarelli, Jéssica L. Marinho e Claudia M. P. Furquim, que participaram neste estudo, tornando possível a sua realização.

Aos meus pais, Amandio Sbrussi e Sônia Regina Gasparetto Sbrussi, base da minha educação, pelo amor incondicional, apoio e confiança em mim depositados.

Aos meus irmãos, Amanda e Luiz Gustavo, meus cunhados, Corcino e Taísa, pelo carinho, companherismo e amizade. Aos meus queridos sobrinhos, Augusto e Lucas, por completarem a casa com alegria.

À Carla Pretti, minha namorada, pelo apoio, paciência e incentivo, fundamental na reta final desse projeto de doutorado.

Por último, mas não menos importante, agradeço aos meus amigos pela amizade e convivência.

MUITO OBRIGADO

“Cada escolha, por menor que seja, é uma forma de semente que lançamos sobre o canteiro que somos. Um dia, tudo o que agora silenciosamente plantamos, ou deixamos plantar em nós, será plantação que poderá ser vista de longe...”

Padre Fábio de Melo

SBRUSSI, César Augusto Gasparetto. **Conservação da qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce em resposta ao armazenamento e revestimento com polímero**. 2016.163 f. (Tese Doutorado) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016

RESUMO

As cultivares do grupo superdoce são portadoras dos genes *brittle* (*bt*) ou *shrunk* (*sh*) na forma homocigota recessiva, responsáveis pelo aumento no teor de sacarose no endosperma, acarretando em sementes de menor vigor, o que pode interferir na manutenção da qualidade fisiológica durante o armazenamento. O recobrimento com polímero pode interagir com o potencial fisiológico inicial e com o genótipo, favorecendo ou prejudicando a conservação destas sementes no armazenamento. O trabalho foi desenvolvido no laboratório de sementes da Universidade Estadual de Londrina, com o objetivo de avaliar o comportamento de sementes de milho superdoce, com qualidade fisiológica distinta, em resposta ao revestimento com polímero, bem como doses e associação com fungicida no armazenamento. Para isso o trabalho foi dividido em quatro partes: Na primeira parte (ARTIGO A) foram utilizados oito lotes de sementes do híbrido simples Tropical Plus, com diferentes níveis de vigor e potenciais germinativos semelhantes, armazenadas em condições não controladas de umidade e temperatura e em câmara fria (10°C e UR < 60%), com avaliações periódicas da qualidade fisiológica ao longo do armazenamento (0, 4, 8, 12 e 16 meses). Para a segunda parte (ARTIGO B), os mesmos lotes, foram revestidos com o polímero Peridiam® nas doses de 0 (testemunha), 6, 12 e 18 mL kg⁻¹ de semente e armazenadas em condições não controladas de umidade e temperatura e em câmara fria (10°C e UR < 60%), sendo a qualidade fisiológica analisada no oitavo mês de armazenamento, período estimado entre a colheita e a semeadura. Na terceira parte (ARTIGO C), dois lotes de sementes de milho superdoce, material PD 1003, safras 2012/2013 (L1) e 2013/2014 (L2), foram submetidos ao tratamento com fungicida, associados ou não ao polímero de revestimento Polyseed CF® com avaliações trimestrais da qualidade fisiológica ao longo do armazenamento (0, 3, 6 e 9 meses). Para finalizar, na quarta parte (ARTIGO D) utilizou-se dois genótipos distintos de milho superdoce, *brittle* (*bt*) e *shrunk* (*sh*), materiais PD 1010 (*bt*) e PD 2001 (*sh*), safra 2013/2014, sendo que, uma porção de cada genótipo foi revestida com o polímero Polyseed CF®, na dosagem de 300 mL Kg⁻¹ e a outra permaneceu intacta (sementes nua), com avaliações trimestrais durante nove meses de armazenamento da qualidade fisiológica. A qualidade fisiológica das sementes, foi avaliada mediante as seguintes determinações: Primeira Contagem, Porcentagem de Germinação, Emergência de plântulas em Campo, Envelhecimento Acelerado, Teste de Frio, Comprimento e Massa Seca de Plântula. Os dados foram submetidos à análise de variância, seguindo o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8 x 5 (lotes X épocas de armazenamento) para cada ambiente de armazenamento no artigo A, 8 x 4 (Lotes X Doses do Polímero), para o artigo B, 4 x 4 (Tratamentos X Épocas) para cada lote separadamente, artigo C e em esquema fatorial 2 X 4 (recobrimento com polímero X Tempo de armazenamento), separadamente para cada genótipo, para o artigo D. Os resultados obtidos foram: ARTIGO A: A manutenção da qualidade fisiológica de sementes de milho, durante o armazenamento, depende do vigor

inicial das sementes e das condições de armazenamento. Lotes de vigor intermediário e alto apresentam melhor qualidade fisiológica ao longo do armazenamento tanto em condições ambientais não controladas quanto em câmara fria. Em câmara fria a qualidade fisiológica é mantida acima do padrão de comercialização, inclusive para os lotes de baixo vigor, ao longo do armazenamento. Os lotes de baixo vigor quando armazenados em condições não controladas mantiveram o padrão de comercialização apenas por quatro meses; ARTIGO B: O efeito do revestimento com polímero na qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce, é dependente do vigor inicial do lote de semente e das condições de armazenamento. Em câmara fria, os lotes exibiram comportamento mais estável com o recobrimento de sementes, sendo observado, em geral, acréscimo da qualidade fisiológica, com doses específicas de polímero, principalmente para os lotes de vigor intermediário e alto. Em condições não controladas de temperatura e umidade, o recobrimento proporcionou, em geral, decréscimo na qualidade fisiológica dos lotes, independente do nível de vigor. A concentração de 18 mL kg⁻¹, em geral, prejudicou em ambas as condições de armazenamento a qualidade fisiológica das sementes, principalmente do lote de baixo vigor; ARTIGO C: O lote de maior qualidade foi mais responsivo aos tratamentos, apresentando maior interação ao longo do armazenamento. A testemunha e o polímero isolado foram, em geral, mais suscetíveis à deterioração, apresentando resultados inferiores aos demais tratamentos ao longo do armazenamento, principalmente para o lote de melhor qualidade. O tratamento do fungicida associado ao polímero, se destacou na manutenção da qualidade fisiológica, em especial para o de melhor qualidade, de sementes de milho superdoce durante o armazenamento; ARTIGO D: A qualidade fisiológica das sementes de milho superdoce de ambos os genótipos, independentemente do recobrimento com polímero, decresce acentuadamente com o tempo de armazenamento, porém com maior intensidade para o *shrunken*. O revestimento com polímero propicia maior velocidade e porcentagem de germinação das sementes do genótipo *shrunken* ao longo do armazenamento. O revestimento das sementes de milho superdoce com polímero favorece a conservação do vigor e a emergência de plântulas no campo ao longo do armazenamento, para ambos os genótipos, porém em maior intensidade para o *brittle*.

Palavras-chave: *Zea mays*. Longevidade. Deterioração. *shrunken* e *brittle*

SBRUSSI, Cesar Augusto Gasparetto. **Conservation of physiological quality of sweet maize seed in response to storage and polymer coating.** 2016.162 p. (Tese Doutorado) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016

ABSTRACT

The super sweet group of cultivars are carriers of *brittle* gene (*bt*) or *shrunk* (*sh*) in recessive homozygous form, responsible for the increase in sucrose content in the endosperm, resulting in low vigor, which may interfere with the maintenance of physiological quality during storage. The coating polymer may interact with the initial physiological and genotype favoring or hampering the conservation of these seeds in storage. The study was conducted at seed laboratory at the State University of Londrina, in order to evaluate the corn seed behavior supersweet with different physiologic quality in response to the polymer coating, as well as dosage and association with fungicide in storage. For this, the work was divided into four parts: The first part (Article A) were used eight lots of simple Tropical Plus hybrid seeds, with different levels of vigor and potential similar germination, stored in uncontrolled conditions of humidity and temperature and cold chamber (10° C and RH <60%), with periodic evaluations of physiological quality during storage (0, 4, 8, 12 and 16 months). For the second part (Article B), the same lots were coated with the polymer Peridiam® at doses of 0 (control), 6, 12 and 18 mL seed kg⁻¹ and stored in uncontrolled conditions of humidity and temperature and cold chamber (10 ° C and RH <60%), and the physiological quality analyzed in the eighth month of storage, estimated period between harvest and sowing. In the third part (Article C), two lots of maize seed supersweet, PD 1003 material, crops 2012/2013 (L1) and 2013/2014 (L2) were subjected to treatment with fungicide, with or without the coating polymer PolySeed CF® with quarterly evaluations of physiological quality during storage (0, 3, 6 and 9 months). Finally, the fourth part (Article D) was used two different genotypes of corn supersweet, *brittle* (*bt*) and *shrunk* (*sh*), PD 1010 materials (*bt*) and PD 2001 (*sh*), 2013/2014 crop, and a portion of each genotype was coated with PolySeed CF® polymer at a dosage of 300 ml kg⁻¹ and the other remained intact (naked seeds), with quarterly evaluations for nine months storage of physiological quality. The seed physiological quality was evaluated by the following decisions: First count, percentage of germination, seedlings Field in Emergency, Accelerated Aging, Cold Test, length and mass Drought Seedling. Data were subjected to analysis of variance, following the completely randomized design in factorial 8 x 5 (lots X storage times) for every storage environment in article A, 8 x 4 (Lots X Polymer doses) for article B, 4 x 4 (treatments x Seasons) for each lot separately, Article C and factorial 2 x 4 (coating polymer x storage time), separately for each genotype to the article D. the results were: Article A: the maintenance of corn seed physiological quality during storage depends on the seeds initial vigor and storage conditions. The results showed that seed lots with high and intermediate vigor had better physiological quality during storage both under uncontrolled environmental conditions as into cold chamber. Into cold chamber the physiological quality is maintained above the marketing standard also for low vigor seed lots, during storage. Otherwise, when stored under uncontrolled environmental conditions, the low vigor seed lots kept the marketing standard only for four months. Article B: the effect of polymer coating on the physiological quality of supersweet corn seed is dependent on the initial vigor of

the seed lot and storage conditions. In cold chamber, lots exhibited more stable behavior with coating seeds, being observed, in general, quality increase, with specific doses of polymer, particularly for lots with intermediate and high vigor. In uncontrolled environmental conditions, the coating provided generally decrease in physiological quality of lots, independent of the level of vigor. The dose of 18 mL kg⁻¹ generally impaired in both storage conditions the physiological quality of seeds, mainly from low vigor. Article C: the lot with better quality showed a greater response to the treatments, having a best interaction during storage. The witness (T1) and coating with polymer alone (T3) treatments were more susceptible to seed deterioration showing lower results than the other treatments during storage, mainly for the lot of better quality. The coating with polymer + fungicide treatment (T4) showed the best results with respect to the maintenance of super sweet corn seeds physiological quality during storage, especially for the high vigor lot. Article D: the quality physiological of sweet corn seeds in both genotypes, regardless of the coating polymer, markedly decreases with storage time but with higher intensity to *shrunken*. The polymer coating provides greater speed and percentage of seeds germination from *shrunken* genotype during storage. The coating of the super sweet corn seeds with polymer favors the conservation of vigor and seedling emergence in the field during storage, for both genotypes, but at a higher intensity for brittle.

Keywords: *Zea mays*. Longevity deterioration. *Shrunken* and *brittle*.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO A: VIGOR INICIAL NA CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO SUPERDOCE ARMAZENADAS EM DIFERENTES AMBIENTES

- Tabela 1-** Primeira contagem (PC), germinação (G), emergência em campo (EC), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento da raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA) da caracterização inicial de qualidade fisiológica de oito lotes de milho superdoce, cv. Tropical Plus. Londrina, 2016.....63
- Tabela 2 -** Dados médios da primeira contagem (PC), germinação (G), anormais (A), emergência em campo (EC), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), condutividade elétrica (CE), massa seca da plântula (MSP), comprimento da plântula (CP), de oito lotes de milho super doce, Tropical Plus, armazenados em condições ambientais não controlada e em câmara fria, por zero, quatro, oito, 12 e 16 meses. Londrina, 201664
- Tabela 3 -** Características fisiológicas de sementes de oito lotes de milho super doce, Tropical Plus, armazenadas por diferentes períodos em condições ambientais não controladas e em câmara fria. Londrina, 201666

ARTIGO B: NÍVEIS DE VIGOR E DOSES DE POLÍMEROS NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO SUPERDOCE APÓS O ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES AMBIENTES

- Tabela 1-** Primeira contagem (PC), germinação (G), emergência de plântulas em campo (EC), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento da

	raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA) da caracterização inicial de qualidade fisiológica de oito lotes de milho super doce, Tropical Plus. Londrina, 2016.....	91
Tabela 2 -	Dados médios da primeira contagem (PC), germinação (G), plântulas anormais (A), emergência de plântulas em campo (EC), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), condutividade elétrica (CE), massa seca da plântula (MSP), comprimento da plântula (CP) de lotes de milho super doce, híbrido Tropical Plus, tratadas com diferentes doses de film-coating e armazenados em condições ambientais não controladas e câmara fria por oito meses. Londrina, 2016.....	92
Tabela 3 -	Dados de oito lotes de milho super doce, Tropical Plus, tratadas com diferentes doses de film-coating (0; 6; 12; 18 mL Kg ⁻¹) e armazenados em temperatura ambiente e câmara fria por oito meses. Londrina, 2016.....	94
 ARTIGO C: QUALIDADE FISIOLÓGICA NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE MILHO SUPERDOCE RECOBERTAS COM POLÍMERO E/OU ASSOCIADO AO TRATAMENTO FÚNGICO		
Tabela 1-	Ingredientes ativos, produtos comerciais e doses utilizadas para o tratamento de lotes de sementes de milho superdoce. Londrina, 2016	115
Tabela 2 -	Dados médios da primeira contagem (PC), germinação (G), anormais (A), emergência em campo (EC), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), massa seca da plântula (MSP), comprimento da plântula (CP), de dois lotes de milho super doce em resposta ao tratamento com diferentes fungicidas, com e sem polímero em diferentes épocas de armazenamento. Londrina, 2016	118
Tabela 3 -	Dados das quatro épocas de armazenamento dos dois lotes de milho super doce, tratados com diferentes fungicidas, com e sem polímero. Londrina, 2016.....	120

**ARTIGO D: QUALIDADE FISIOLÓGICA NO ARMAZENAMENTO DE
SEMENTES DE GENÓTIPOS (*BT* E *SH*) DE MILHO
SUPERDOCE REVESTIDAS COM POLÍMERO**

Tabela 1- Dados médios da primeira contagem (PC), germinação (G), anormais (A), mortas (M), emergência de plântulas em campo (EC), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), comprimento da plântula (CP) e massa seca da plântula (MSP) de milho superdoce, genótipos *brittle* (*bt*) e *shrunk* (*sh*), com (C/P) ou sem (S/P) polímero durante o armazenamento (zero, três, seis e nove meses) em condições ambientais não controladas. Londrina, 2016.....146

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO A: VIGOR INICIAL NA CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO SUPERDOCE ARMAZENADAS EM DIFERENTES AMBIENTES

- Figura 1** - Temperatura e Umidade relativa de armazenamento das sementes de milho doce, Tropical Plus em condições ambientais não controladas e em câmara fria. Londrina62
- Figura 2** - Primeira contagem e germinação de diferentes lotes de sementes de milho super doce, durante o armazenamento em temperatura ambiente (A - C) e câmara fria (B - D)68
- Figura 3** - Plântulas anormais e emergência de plântulas em campo de diferentes lotes de sementes de milho super doce, durante o armazenamento em temperatura ambiente (A - C) e câmara fria (B - D).....72
- Figura 4** - Germinação após o teste de frio e o envelhecimento acelerado de diferentes lotes de sementes milho super doce durante o armazenamento em temperatura ambiente (A - C) e câmara fria (B - D)74
- Figura 5** - Massa seca e comprimento de plântula de diferentes lotes de sementes milho super doce durante o armazenamento em temperatura ambiente (A - C) e câmara fria (B - D)77

ARTIGO B: NÍVEIS DE VIGOR E DOSES DE POLÍMEROS NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO SUPERDOCE APÓS O ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES AMBIENTES

- Figura 1**- Temperatura e umidade de armazenamento das sementes de milho doce, Tropical Plus90
- Figura 2** - Primeira contagem da germinação e germinação dos lotes de sementes de milho superdoce, Tropical Plus, tratadas com

	diferentes doses de film-coating e armazenados em temperatura ambiente (A - C) e câmara fria (B - D) por oito meses	95
Figura 3 -	Emergência de plântulas em campo e Envelhecimento acelerado dos lotes de sementes de milho superdoce, Tropical Plus, tratadas com diferentes doses de film-coating e armazenados em temperatura ambiente (A - C) e câmara fria (B - D) por oito meses.....	100
Figura 4-	Teste de Frio e Comprimento de plântula dos lotes de sementes de milho superdoce, Tropical Plus, tratadas com diferentes doses de film-coating e armazenados em temperatura ambiente (A - C) e câmara fria (B - D) por oito meses.....	103
 ARTIGO C: QUALIDADE FISIOLÓGICA NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE MILHO SUPERDOCE RECOBERTAS COM POLÍMERO E/OU ASSOCIADO AO TRATAMENTO FÚNGICO		
Figura 1-	Condições de Temperatura e umidade de armazenamento das sementes de milho super doce.....	116
Figura 2-	Primeira contagem da germinação e porcentagem de germinação dos lotes de sementes de milho super doce, após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas.....	121
Figura 3-	Plântulas anormais e sementes mortas dos lotes de sementes de milho super doce, após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas.	125
Figura 4-	Emergência em campo e teste de frio dos lotes de sementes de milho super doce, após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas.	128
Figura 5-	Envelhecimento acelerado e comprimento de plântula dos lotes de sementes de milho super doce, após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas.....	130

**ARTIGO D: QUALIDADE FISIOLÓGICA NO ARMAZENAMENTO DE
SEMENTES DE GENÓTIPOS (*BT* E *SH*) DE MILHO
SUPERDOCE REVESTIDAS COM POLÍMERO**

Figura 1-	Temperatura e umidade do ambiente de armazenamento das sementes de milho super doce.....	143
Figura 2 -	Primeira contagem da germinação dos lotes de sementes de milho superdoce (<i>bt</i> e <i>sh</i>), com (C/P) e sem (S/P) polímero após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas.....	147
Figura 3 -	Germinação de sementes de milho superdoce dos genótipos <i>bt</i> e <i>sh</i> , com (C/P) e sem (S/P) polímero de recobrimento durante o armazenamento em condições não controladas.....	148
Figura 4 -	Plântulas anormais dos lotes de sementes de milho superdoce (<i>bt</i> e <i>sh</i>), com (C/P) e sem (S/P) polímero após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas.....	151
Figura 5 -	Sementes mortas dos lotes de sementes de milho superdoce (<i>bt</i> e <i>sh</i>), com (C/P) e sem (S/P) polímero após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas.....	152
Figura 6 -	Emergência de plântulas em campo de sementes de milho superdoce (<i>bt</i> e <i>sh</i>), com (C/P) e sem (S/P) polímero após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas.....	153
Figura 7-	Teste de frio para sementes de milho superdoce (<i>bt</i> e <i>sh</i>), com (C/P) e sem (S/P) polímero após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas.....	154
Figura 8 -	Envelhecimento acelerado de sementes de milho superdoce (<i>bt</i> e <i>sh</i>), com (C/P) e sem (S/P) polímero após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas.....	156

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1	CULTURA DO MILHO	19
2.1.1	Cultura do Milho Doce	21
2.2	SEMENTES	23
2.2.1	Importância e Utilização das Sementes	23
2.2.2	Sementes de Milho Doce	25
2.2.3	Metabolismo do Amido em Sementes de Milho Doce	27
2.3	VIGOR DAS SEMENTES	29
2.4	TRATAMENTO E REVESTIMENTO DE SEMENTES	31
2.4.1	Tratamento de Sementes	31
2.4.2	Revestimento de Sementes	35
2.5	ARMAZENAMENTO DE SEMENTES	39
3	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
4	ARTIGOS	57
4.1	ARTIGO A: VIGOR INICIAL NA CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO SUPERDOCE ARMAZENADAS EM DIFERENTES AMBIENTES	57
4.2	ARTIGO B: NÍVEIS DE VIGOR E DOSES DE POLÍMEROS NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO SUPERDOCE APÓS O ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES AMBIENTES	85
4.3	ARTIGO C: QUALIDADE FISIOLÓGICA NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE MILHO SUPERDOCE RECOBERTAS COM POLÍMERO E/OU ASSOCIADO AO TRATAMENTO FÚNGICO	111
4.4	ARTIGO D: QUALIDADE FISIOLÓGICA NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE GENÓTIPOS (<i>bt</i> e <i>sh</i>) DE MILHO SUPERDOCE REVESTIDAS COM POLÍMERO	139

1 INTRODUÇÃO

O milho doce (*Zea mays* convar. *Saccharata* var. *rugosa*) é uma das mais populares hortaliças nos Estados Unidos, Canadá e Europa. O Brasil, considerado um dos maiores produtores de milho do mundo, possui, também, um grande potencial para a produção de milho doce, podendo a cultura, em pouco tempo, representar importância econômica no cenário da olericultura brasileira.

Classificado como especial e destinado exclusivamente ao consumo humano, a utilização do milho doce é bastante diversificada, estando disponível em conserva, congelado na forma de espigas ou em grãos, desidratado, *in natura* e, baby corn ou minimilho. Devido à ampla utilização e às características agronômicas, a cultura pode obter preços diferenciados no mercado, tornando-se uma alternativa viável aos produtores, principalmente em regiões próximas a indústrias de enlatados.

O alto teor de açúcares e o baixo teor de amido diferenciam o milho doce do milho comum e, esta diferença é resultante da ação de genes recessivos que, individualmente ou associados, alteram a composição química das sementes, provocando mudanças na aparência e na qualidade física, sanitária e fisiológica das mesmas. Os genes mutantes *sugary (su)*, *shrunk (sh)* e *brittle (bt)* são os mais conhecidos.

O gene *su* não condiciona excepcionais teores de açúcares como os *bt* e *sh*, que por sua vez são denominadas de superdoce. Em termos comparativos, o milho comum tem em média 3% de açúcar e entre 60 a 70% de amido, enquanto o milho doce apresenta entre 9 a 14% de açúcar e 30 a 35% de amido e o superdoce em torno de 25% de açúcar e 15 a 25% de amido.

Estas características exploradas em milho doce, em especial pela indústria de conservas e enlatados, promovem além do caráter doce, alterações marcantes como textura, formato e composição do endosperma, tornando-o superior ao milho comum, quando em estados leitosos. Entretanto, algumas características indesejadas estão associadas ao milho doce, como por exemplo, o baixo rendimento, baixa resistência ao ataque de pragas e doenças, baixa qualidade física e fisiológica e rápida perda da viabilidade das sementes.

As diferenças em relação às sementes de milho comum fazem com que as sementes de milho doce sejam consideradas como problemáticas, principalmente em relação ao armazenamento e ao baixo vigor da semente. Devido à espessura do pericarpo reduzida e a maior quantidade de açúcares no endosperma, as sementes de

milho doce tornam-se também mais suscetíveis aos danos mecânicos, à entrada e proliferação de patógenos e à deterioração, tornando o tratamento fúngico quase obrigatório para estas sementes.

A necessidade do uso de fungicidas e inseticidas em sementes de milho é, principalmente, devido ao longo período de armazenamento o qual as mesmas são expostas. O tratamento químico, dependendo das condições ambientais, pode preservar o vigor, pois reduz a ação negativa dos microrganismos e oferece uma proteção mais duradoura à sementes.

Vários tratamentos adicionais têm sido propostos com o intuito de minimizar os problemas relacionados com as sementes de milho doce, decorrente às alterações bioquímicas. A utilização de sementes revestidas com polímeros para grandes culturas é crescente e além da proteção física proporcionada, interferem na sanidade, no estabelecimento das plântulas no campo, no armazenamento e na deterioração das sementes. Devido à proteção imposta em relação a variações ambientais, tanto no solo como no armazenamento, as sementes revestidas com polímeros tendem a apresentar melhor germinação e emergência, principalmente sob condições adversas.

Pelo fato de proteger as sementes contra ataques de insetos e patógenos, fatores edafoclimáticos adversos, possibilitar o fornecimento de nutrientes, oxigênios, reguladores de crescimento, proteção fitossanitária, herbicidas e, sobretudo por permitir uma semeadura de precisão em cultivos com plantio direto, o recobrimento constituem em uma das técnicas mais promissoras na tecnologia de sementes. No entanto são poucas as informações disponíveis na literatura sobre o comportamento das sementes recobertas. Somado a isto, a resposta aos materiais de recobrimento depende muito da qualidade inicial da semente, das características de cada espécie, como também das substâncias e doses presentes no revestimento.

Considerando o exposto o objetivo do presente trabalho é avaliar o comportamento de sementes de milho superdoce, com qualidade fisiológica distinta, em resposta ao revestimento com polímero, bem como doses e associação com fungicida no armazenamento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays*) representa um dos principais e mais tradicionais cereais cultivados e consumidos em todo o mundo (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Gramínea de alto potencial produtivo, ocupa atualmente o segundo lugar em área semeada e o primeiro em produção e produtividade no mundo. A produção de milho no Brasil tem se caracterizado pela divisão da produção em duas épocas de plantio.

Na temporada 2014/15 a produção de milho primeira safra no Brasil totalizou 30.244,1 mil toneladas, representando um decréscimo de 4,4% em relação ao ocorrido no exercício anterior. A Região Sul, Sudeste e MATOPIBA representaram as maiores participações nacional, contribuindo com 46%, 26% e 11%, respectivamente, da produção nacional. A produção obtida na segunda safra, antes denominada safrinha por referir-se ao milho de sequeiro, tem aumentado, apesar de semeado extemporaneamente, na safra 2013/2014 a produção de milho segunda safra totalizou 48.399,1 mil toneladas, com a estimativa de se alcançar 54,485,1 mil toneladas na safra 2014/2015, de acordo com o último levantamento (CONAB, 2016).

O estudo das projeções de produção do cereal, realizado pela Assessoria de Gestão Estratégica do Mapa, indica aumento de 19,11 milhões de toneladas entre a safra de 2008/2009 e 2019/2020 e acréscimo significativo das exportações. O aumento na produção será obtido por meio de ganhos de produtividade, visto que, enquanto a produção de milho está projetada para crescer 2,67% ao ano, a área cultivada deverá aumentar apenas 0,73% nos próximos anos (MAPA, 2012).

A produtividade do milho é função de vários fatores integrados, tais como as condições edafoclimáticas, o manejo da lavoura e o potencial genético da cultivar (SANS; SANTANA, 2008). Segundo Cruz et al. (2009) a semente pode ser considerada o principal insumo e incorporam várias outras tecnologias, sendo responsável por 50% do rendimento final de uma lavoura. No entanto, é fundamental utilizar um sistema de produção com nível tecnológico adequado para que essas sementes possam mostrar o seu potencial produtivo e o agricultor obter maior lucro.

A elevada produção do País é dada pela aptidão agrícola e importância econômica do milho, que está associada à sua multiplicidade de aplicações, sendo

empregado desde a alimentação humana e animal até a indústria de alta tecnologia, como a produção de amido, xarope, álcool e óleo vegetal (FORNASIERI FILHO, 2007).

Com base nas características do grão existem cinco classes ou tipos de milho: dentado, duro, farináceo, pipoca e doce, sendo a principal diferença a forma e o tamanho dos grãos, definidos pela estrutura do endosperma e o tamanho do gérmen (PAES, 2006). Milhos duros diferem dos milhos farináceos e dentados na relação entre o endosperma vítreo e o endosperma farináceo, ou seja, quanto mais duro o grão, maior a quantidade de endosperma vítreo, por outro lado, quanto mais dentado o grão, maior a quantidade de endosperma farináceo (CANTARELLI et al., 2007).

Com relação aos grãos de milho-pipoca, estes possuem o pericarpo mais espesso, com endosperma predominantemente vítreo, porém os grãos possuem menor tamanho e formato mais arredondado (PAES, 2006) e quando submetidos a uma fonte qualquer de calor, seus grãos pequenos e duríssimos estouram, podendo multiplicar por até mais de 40 vezes o volume inicial dos grãos, formando um alimento saboroso (PEREIRA FILHO et al., 2002).

O milho doce é caracterizado por possuir pelo menos um dos oito genes mutantes que afetam a biossíntese de carboidratos no endosperma, sendo os principais o gene *shrunk-2* (*sh2*), *brittle* (*bt*) *sugary enhancer* (*se*), *sugary* (*su*) e *brittle-2* (*bt2*) (OLIVEIRA J, et al., 2006). Tais genes podem atuar de forma simples ou em combinações duplas ou triplas (TRACY, 1994), sendo os genes mutantes *sugary* (*su*), *shrunk* (*sh*) e *britte* (*bt*) os mais conhecidos (ARAÚJO et al. 2006).

O gene *su* não condiciona excepcionais teores de açúcares como é o caso dos mutantes *bt* e *sh*, portanto, as cultivares dos genótipos *sh* e *bt* são chamadas de superdoços (TRACY, 1994). Em termos comparativos, o milho comum tem em média 3% de açúcar e entre 60 a 70% de amido, enquanto o milho doce apresenta entre 9 a 14% de açúcar e 30 a 35% de amido e o superdoce em torno de 25% de açúcar e 15 a 25% de amido (SILVA, 1994).

O milho consumido *in natura*, no Brasil, constitui-se, em sua maioria, de cultivares utilizadas para a colheita de grãos secos. Para a industrialização, esses mesmos produtos foram e ainda são utilizados em grande quantidade, entretanto, mudanças ocorridas no mercado consumidor têm forçado as grandes indústrias do setor agrícola a investir na utilização do milho doce para o processamento (CORRÊA et al., 2003).

Segundo Franco et al. (2015), uma das alternativas para se buscar maior rentabilidade, é o cultivo de milhos especiais como o milho doce, que, não raro, gera melhor retorno econômico ao produtor, em relação à produção de milho comum. Tal produto vem ganhando espaço no Brasil, impulsionado pelas indústrias de conservas alimentícias (SOUSA et al., 2012).

2.1.1 Cultura do Milho Doce

Classificado como olerícola devido ao alto valor agregado, ao cultivo intensivo e ao destino ao consumo humano (LUZ et al., 2014), o milho doce (*Zea mays* convar. *Saccharata* var. *rugosa*) é uma das mais populares hortaliças nos Estados Unidos, Canadá e Europa (TRACY, 2001). A quase totalidade da produção brasileira é destinada ao processamento industrial (enlatados e congelados) com uma produtividade média de 13 t ha⁻¹, 28% menos que o alcançado por países de clima temperado (BARBIERI et al., 2005). A falta de cultivares adaptadas às condições tropicais é um dos fatores que não permitiu difundi-lo mais rapidamente ao consumidor (SCAPIM, 1994).

O Brasil, considerado um dos maiores produtores de milho do mundo, possui potencial para aumentar a área cultivada com milho doce (WILLIAMS, 2012; MARTIN et al., 2011). Em 2009, a área plantada com milho doce superou 41 mil hectares e o faturamento da indústria sementeira superou os 11 milhões de reais. Entretanto, ao se considerar a cadeia agroindustrial na qual esse milho está inserido, o volume monetário movimentado ultrapassa meio bilhão de reais (TEIXEIRA et al., 2013).

Dessa forma, a exploração do milho doce pode constituir-se em alternativa econômica tanto para os hortigranjeiros das grandes metrópoles, especialmente os agricultores familiares que produzem milho para consumo *in natura*, como para aqueles de locais mais distantes com produção de milho destinado ao processamento industrial (ZÁRATE et al., 2009).

Agrupado como especial e destinado exclusivamente ao consumo humano (KWIATKOWSKI; CLEMENTE, 2007), o cultivo do milho doce pode ser uma atividade agrônômica rentável, essencialmente em regiões localizadas nas proximidades de indústrias de processamento. O cultivo de milhos especiais como o milho doce, não raro, gera melhor retorno econômico ao produtor, em relação à produção de milho, comum (FRANCO et al. 2015) e segundo Araújo et. al. (2006), em pouco tempo a cultura representaria importância no cenário da olericultura brasileira.

Entretanto, segundo Borin et al. (2010), este segmento apresentou apenas crescimento gradual nos últimos anos, necessitando de mais pesquisas para maximizar o potencial produtivo e ser produzido em maiores escalas. Além disso, com a expansão do mercado de milho doce para a indústria de enlatamento a preocupação com a qualidade passa a ser maior (ARAGÃO et al., 2003).

Os produtores almejam híbridos com alta capacidade produtiva, enquanto as indústrias de processamento exigem que eles apresentem uniformidade quanto a maturação, forma e tamanho das espigas (KWIATKOWSKI; CLEMENTE, 2007). Dessa forma as empresas de melhoramento genético de milho doce visam atender as necessidade dos agricultores, bem como dos consumidores e indústrias de processamento (BARBIERI et al., 2005).

As cultivares para o consumo de milho doce devem apresentar endurecimento do grão relativamente lento, espigas grandes, bem granadas e com bom empalhamento, sabugo branco, grãos amarelo-creme do tipo dentado, profundo, com alinhamento retilíneo (FORNASIERI FILHO, 1992; FORNASIERI FILHO; CASTELLANE; DECARO, 1988) e isentas de pragas e doenças (MACHADO, 1980). O pericarpo deve ser fino e a textura dos grãos uniforme (TOSELLO, 1987).

O manejo do milho doce, com relação à densidade, espaçamento, controle de pragas, doenças e plantas daninhas, adubação de semeadura e cobertura, escalonamento de épocas de cultivo e colheita, segue os mesmos procedimentos do milho verde comum (PEREIRA FILHO et al., 2002), os quais nem sempre são as ideais para esse tipo de cultivo (SOUZA et al., 2013).

Segundo Teixeira et al. (2001) a cultura é explorada durante todo o ano usando sistemas irrigados e escalonando-se a produção, o que possibilita maior constância do produto para a comercialização. Contudo, Franco et al. (2015), afirmam que a segunda quinzena do mês de fevereiro constitui a época preferencial para a semeadura de milho doce na segunda safra no Paraná. As acentuadas reduções nas produtividades observadas com a defasagem na época de semeadura do milho doce podem ser justificadas pelo fato desse retardamento propiciar a ocorrência do florescimento e do enchimento dos grãos em período de dias curtos, baixas temperaturas, e limitada radiação solar (SANS; GUIMARÃES, 2012), ou seja, limitação do dreno (TSIMBA et al., 2013).

No período subsequente à maturação fisiológica, os grãos de milho doce perdem umidade mais lentamente que os grãos de milho normal, em consequência do

metabolismo diferenciado e da grande proporção de água em relação à matéria seca durante os estádios anteriores à maturação fisiológica. Em relação ao milho comum, o milho doce, colhido verde, apresenta pericarpo fino e endosperma de textura suave e cremosa, bem como sabor adocicado característico (REIS, 2009).

A utilização do milho doce é muito diversificada sendo disponível em conserva, congelado na forma de espigas ou em grãos, desidratado e *in natura* (RIVERA et al., 2011). Quando colhido antes da polinização, também pode ser usado como *baby corn*, ou minimilho e, ainda, após a colheita, as plantas remanescentes podem ser aproveitadas para silagem (TEIXEIRA et al., 2001).

Nesse sentido, a cultura pode obter preços diferenciados, em função de suas características agrônômicas, principalmente pelo caráter doce do seu endosperma, necessitando que seu cultivo seja rigorosamente planejado e criteriosamente manejado, objetivando a manifestação de sua capacidade produtiva. Dentre os cuidados, destaca-se a utilização de sementes de qualidade visando o adequado estande de plantas no campo que é um dos principais componentes de produção da cultura.

2.2 SEMENTES

Nas culturas de expressão econômica, a semente apresenta dupla função: é utilizada para a multiplicação de plantas (implantação da cultura) e colhida para a comercialização (grão para consumo). As denominações “semente” e “grãos” se destinam apenas à identificação das formas de utilização, pois, sob o ponto de vista botânico, não há distinção (MARCOS FILHO, 2005).

Pela definição botânica, semente é o óvulo desenvolvido após a fecundação, que contém embrião, reservas nutritivas e tegumento. No entanto, a Legislação Brasileira (Lei nº 10711, de 5 de agosto de 2003) apresenta um conceito mais amplo, definindo semente como o material de reprodução vegetal de qualquer gênero, espécie ou cultivar, proveniente de reprodução sexuada ou assexuada, que tenha finalidade específica de semeadura.

2.2.1 Importância e Utilização das Sementes

Estruturas complexas, as sementes são consideradas o principal veículo de reprodução das plantas através do tempo e espaço e, ainda, a forma de distribuir os

melhoramentos genéticos às sucessivas gerações (WALTER, 2006). Por meio do melhoramento genético de culturas, as sementes tem sido o componente principal para o desenvolvimento da agricultura nos últimos 50 anos. As novas tecnologias surgidas nesse período aumentaram o rendimento dos agricultores, tendo como resultado um aumento do valor intrínseco das sementes (RISSO, 2010).

Marcos Filho (2005) considera a semente o mais importante insumo agrícola, já que, a mesma conduz ao campo as características genéticas determinantes do desempenho da cultivar. A utilização de sementes de qualidade para obtenção de alta produtividade apresenta uma relação direta e positiva e, neste sentido, muitos esforços tem sido despendidos para conscientizar o agricultor a utilizar sementes produzidas num sistema com controle de qualidade.

A qualidade das sementes pode ser definida como o somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam sua capacidade de desempenhar funções vitais, caracterizada pela sua germinação, seu vigor e sua produtividade (POPINIGIS, 1985). França-Neto et al. (2010), acrescentam que estes atributos são base fundamental do sucesso para uma lavoura tecnicamente bem instalada e garantia de elevado desempenho agrônomo.

Fornasieri Filho (2007) classifica estes atributos de qualidade como: **a) Qualidade Genética:** as novas cultivares obtidas por meio de determinadas combinações de genes devem ter suas características genéticas mantidas no decorrer dos processos de multiplicação de sementes; **b) Qualidade Física:** compreende a pureza e a condição física de semente. A pureza física é caracterizada pela proporção de componentes físicos presentes, tais como sementes de plantas daninhas, sementes de outras plantas ou espécies cultivadas e substâncias inertes; **c) Qualidade Fisiológica:** o conjunto de atributos que indica a capacidade da semente de desempenhar suas funções vitais, sendo caracterizada pelo poder germinativo, pelo vigor e pela longevidade; **d) Qualidade Sanitária:** a condição de semente quanto à ocorrência de pragas, pois as sementes de milho podem transportar uma gama de diferentes microorganismos.

Segundo Marcos Filho (2005), os quatro componentes básicos, citados acima, da qualidade das sementes, apresentam importância equivalente, mas o potencial fisiológico geralmente desperta atenção especial da pesquisa, visto que, sob a ótica do produtor rural, o estabelecimento do estande representa a primeira oportunidade real para avaliar *in loco* o desempenho das sementes adquiridas e o grau de sucesso dos procedimentos adotados para a semeadura.

Segundo Storck et al. (1984), as sementes dos genótipos mutantes doces e super doces, em decorrência da baixa transformação dos polissacarídeos produzidos nas folhas por meio do processo fotossintético em amido de reserva no endosperma, apresentam grandes quantidades de açúcares em relação aos teores de amido, assim, quando do amadurecimento fisiológico, a semente apresenta baixas quantidades de matéria seca, que pode interferir na qualidade fisiológica.

2.2.2 Sementes de Milho Doce

As sementes de milho doce diferem do milho comum não por características botânicas e taxonômicas, mas sim pelo alto teor de açúcares e baixo teor de amido, resultantes da ação de genes recessivos individuais ou associados (SILVA, 1994). A principal diferença é a presença de alelos mutantes que bloqueiam a conversão de açúcares em amido no endosperma, conferindo caráter doce (BARBIERI et al, 2005). A característica doce ou super doce do milho é monogênica atribuída a alelos recessivos (REIS, 2009).

Para Styer e Cantliffe (1984), as sementes de milho doce, geralmente desuniformes, apresentam disfunção no escutelo, em relação ao metabolismo e ao uso de carboidratos. Segundo Barbosa et al. (1984), a introdução dos genes que modificam a composição química do endosperma do milho doce resultando em genótipos portadores dos genes *sugary-1(su1)*, *brittle (bt1, bt2, bt3)* ou *shrunk-2 (sh2)*, sozinhos ou em combinação, causa a formação de sementes leves e angulares, impedindo sua aceitação em larga escala. A classificação dessas sementes durante as operações de beneficiamento é praticamente impossível de ser conseguida em virtude da forma irregular e variada que apresentam (SIMS et al., 1976).

As sementes de milho doce também apresentam a espessura do pericarpo reduzida e maior quantidade de açúcares no endosperma, o que as tornam mais suscetíveis aos danos mecânicos, à entrada e proliferação de patógenos e à deterioração, quando comparadas às de milho comum (WATERS; BLANCHETTE, 1983). Para Sawazaki et al. (1990), a espessura do pericarpo afeta a maciez do grão e, quanto mais fina, melhor a qualidade do milho doce. A semente de milho doce *sh2* apresenta, por exemplo, a espessura do pericarpo de 73 μm (TRACY; JUIK, 1989) contra 99 μm , em média, do milho comum (HELM; ZUBER, 1969). Com relação ao teor de açúcar as

sementes de milho comum apresentam em torno de 3%, enquanto que as de milho doce apresentam teor entre 9 a 14% e o super doce em torno de 25% (SILVA, 1994).

Wilson Junior et al. (1994) constataram que com a secagem das sementes de milho-doce (genótipo *sh-2 sh-2*), o endosperma retrai, criando um espaço vazio até o pericarpo, o que o torna extremamente frágil e facilmente sujeito a trincas, suscetíveis à colonização por fungos patogênicos e a danos mecânicos. Segundo Chen e Burris (1990) os danos de secagem estão relacionados com a ruptura da membrana, com consequente aumento da lixiviação de açúcares.

Além do pericarpo bastante fino e alta quantidade de açúcares no endosperma, vários são os fatores que contribuem para o baixo potencial fisiológico observado em sementes de milho doce. A alta sensibilidade aos danos por embebição (DOUGLASS et al., 1993), fragilidade do sistema de membranas após a secagem, características texturais do endosperma e baixa concentração de reservas são ainda citadas como características que contribuem para a baixa qualidade das sementes (GUISCHEM et al., 2001).

As empresas produtoras de sementes de milho-doce, com o intuito de assegurar a boa qualidade dos lotes, realizam, normalmente, a colheita no período de outono e inverno para evitar altas precipitações pluviais e temperaturas, entretanto, a semeadura e a demanda por sementes são distribuídas ao longo do ano, o que torna necessário o armazenamento e a classificação adequada dos lotes quanto ao vigor (COIMBRA et al., 2009).

A alta suscetibilidade a patógenos de solo é comum a todos os genótipos de milho doce, pois o pericarpo fino e frequentemente trincado pode favorecer a rápida colonização microbiana nas sementes (PARERA, CANTLIFFE 1994), que associado à grande quantidade de açúcar do endosperma, pode acelerar ainda mais o processo (GOMES-JUNIOR et al., 2009). Dentre os principais fungos associados às sementes de milho doce listados, encontram-se o *Fusarium verticillioides*, *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp. (GUISCHEM et al., 2001; CAMARGO, 2003), *Aspergillus* sp e *Cephalosporium* sp. (CAMARGO, 2003).

Neste contexto, considerando a facilidade com que os patógenos se associam às sementes, há a necessidade da prevenção contra injúrias mecânicas no sentido da preservação do seu potencial fisiológico e sua sanidade, assegurando a uniformidade da germinação e desenvolvimento da cultura no campo (GOMES JUNIOR et al., 2009).

Conforme o exposto, as diferenças em relação às sementes de milho comum fazem com que as sementes de milho doce sejam consideradas como problemáticas, principalmente em relação ao armazenamento e ao baixo vigor da semente (AZANZA et al., 1996), a ponto de ser tolerado um limite de 60 % de germinação para a comercialização de sementes certificadas, enquanto para o milho comum o padrão é 85% (BRASIL, 2013).

2.2.3 Metabolismo do Amido em Sementes de Milho Doce

O endosperma do milho constitui a principal fonte de nutrientes para a germinação do embrião. A maioria do carbono e do nitrogênio utilizados nos estágios iniciais do desenvolvimento deriva de amido e de proteínas de reserva que são conhecidas pelo nome de zeínas. O conjunto destes produtos de reserva compõe aproximadamente 90% do peso seco do endosperma maduro do milho comum (SOUZA et al., 2012). As células da região central do endosperma (endosperma amiláceo) acumulam amido de forma abundante, e as regiões periféricas (camada de aleurona) são mais ricas em proteínas de reserva. No final da maturação da semente, o endosperma amiláceo transforma-se num tecido mole e quebradiço, enquanto que a região proteica torna-se dura e translúcida (SHEWRY; CASEY, 1999).

O milho doce é caracterizado por possuir pelo menos um dos oito genes mutantes que afetam a biossíntese de carboidratos no endosperma, sendo os principais: *shrunken-2* (*sh2*), localizado no cromossomo 3; *brittle* (*bt*), no cromossomo 5; *sugary enhancer* (*se*), *sugary* (*su*) e *brittle-2* (*bt2*), todos no cromossomo 4. Existe, ainda, o *dull* (*du*), no cromossomo 10, *waxy* (*wx*), no cromossomo 9, e *amilose extender* (*ae*), no cromossomo 5 (OLIVEIRA Jr, et al., 2006). Tais genes podem atuar de forma simples ou em combinações duplas ou triplas (TRACY, 1994).

Com base no efeito sobre a composição do endosperma, os mutantes responsáveis por afetar a biossíntese de carboidratos, podem ser divididos em duas classes (BOYER; SHANNON, 1984). **Primeira classe:** composta pelos mutantes *brittle1* (*bt1*), *brittle2* e *shrunken2* (*sh2*), são responsáveis por acumular açúcares em detrimento do amido e diminuírem consideravelmente os carboidratos totais na fase de maturação de sementes (TRACY, 2001). **Segunda classe:** abrange os mutantes *amilose extender1* (*ae1*), *dull1* (*du1*), *sugary1* (*su1*) e *waxy1* (*wx1*) e alteram os tipos e quantidade de polissacarídeos (MARINO, 2014).

O amido, encontrado no endosperma na forma de amilose e amilopectina, é sintetizado a partir de ADP-glicose pela ação concentrada de várias enzimas. A enzima responsável em produzir ADP-glicose, passo fundamental da síntese de amido, é a ADPglicose pirofosforilase (AGPase) (SPIELBAUER et al., 2006). Os genes *brittle-2* (*bt2*) e *shrunk-2* (*sh2*) são os responsáveis pela codificação das pequenas e grandes subunidades de AGPase, respectivamente (BAE et al., 1990; BHAVE et al., 1990). No endosperma de milho, a ADP-glicose citosólica é supostamente transportada para o amiloplasto, local de menor atividade da AGPase, pela proteína de membrana *brittle1* (*bt1*) (SHANNON et al., 1998).

Mutações que afetam a síntese ou transporte da ADP-glicose resultam em fenótipos severos do grão. A perda de função de *bt1*, *bt2*, ou *sh2* levam a fenótipos semelhantes, marcados pelo baixo conteúdo de amido (70-80% menor) e um aumento da concentração dos açúcares solúveis (HANNAH et al., 1993). Os mutantes desse grupo possuem de quatro a oito vezes o total de açúcar encontrado no endosperma comparado ao milho comum, com teores de sacarose de aproximadamente 25% da matéria seca, entre 18 e 21 dias após a polinização (MARINO, 2014).

Os alelos *ae1*, *du1* e *wx1*, resultam em menores teores de açúcares totais, não sendo aceito na indústria quando usados isoladamente (MARINO, 2014). O gene Sugary-1 (*Su1*) codifica uma enzima do tipo isoamilase desramificadora (JAMES et al., 1995), que está envolvida na síntese de amilopectina. Além do amido, as sementes *su1* acumulam um segundo tipo de poliglucano, que é um fitoglicogênio altamente ramificado e solúvel em água, em detrimento a amilopectina (WANG et al., 1993). A perda de função do gene *su1* resulta no acúmulo no endosperma de açúcares e do fitoglicogênio altamente ramificado e solúvel em água (SOUSA et al., 2012), reduzindo a transformação dos açúcares em amido durante o estágio de enchimento de grãos, deixando-os mais doces (STORK; LOVATO, 1991).

Por fim, o alelo *sugary enhancer* (*se*), não se enquadra em nenhuma das duas classes propostas anteriormente, além de não ser conhecido o seu modo de ação bioquímico, no entanto, quando combinado com *su1*, também resulta em teores de açúcares próximo aos da primeira classe (TRACY, 2001)

As mutações que afetam as enzimas sintetizadoras de amido levam a fenótipos mais brandos da semente, com as de milho doce e superdoce, com alteração nas razões dos dois principais componentes do amido, amilose e amilopectina, enquanto

a quantidade total de polissacarídeos não é modificada drasticamente (SOUZA et al., 2012).

Desta forma, os genes *brittle* e *shrunk* acumulam excepcionais teores de açúcar e apresentam baixos teores de carboidrato total no estágio de maturação (TRACY, 2001). Os alelos mutantes *brittle1* (*bt1*) (MAGELSDORF, 1926; WENTZ, 1926) levam a um fenótipo murcho do grão de milho, resultante da redução do acúmulo de amido durante o desenvolvimento do endosperma. Grãos maduros e secos portadores do genótipo *su1* têm aparência enrugada, vítrea e translúcida (SOUZA et al., 2012), apresentando, alto teor de açúcares simples e baixo teor de amido (TRACY, 2001).

Estas características exploradas em milho doce, em especial pela indústria de conservas e enlatados, em substituição ao milho comum, promovem além do caráter doce, variações marcantes nas características físicas e fisiológicas das sementes de milho doce (CAMARGO et al., 2008), que são consideradas de baixo vigor.

2.3 VIGOR DE SEMENTES

A identificação do vigor como um componente do potencial fisiológico, independente da germinação, tomou impulso com Frank a partir de 1950. Segundo Marcos Filho (2005) as tentativas iniciais para a conceituação do vigor destacavam a habilidade da semente para germinar sob condições desfavoráveis, no entanto a evolução demonstrou que o vigor de sementes traduz um potencial de desempenho.

A definição de um conceito unificado de vigor é dificultada, pois este não é uma simples propriedade mensurável, como a germinação, e sim um conceito que contempla várias características associadas com diversos aspectos do comportamento da semente durante a germinação e o desenvolvimento da planta (ARTHUR; TONKIN, 1991). Devido aos fatos, ainda não se alcançou uma definição universal do que seja vigor de sementes. As principais associações de tecnólogos de sementes adotam definições distintas e próprias.

Para a International Seed Testing Association (ISTA 1981) o vigor de sementes é definido como a soma das propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho da semente, ou do lote de sementes, durante a germinação e a emergência da plântula. De acordo com a Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983) o vigor de sementes compreende aquelas propriedades que determinam o

potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais, sob uma ampla faixa de condições ambientais.

Embora as definições acima acentuem a representação do campo, o vigor também tem conseqüências importantes no armazenamento de sementes (ARTHUR; TONKIN, 1991). Desse modo, amostras de sementes com viabilidade semelhantes, quando colocadas para germinar, podem originar plântulas que apresentam diferenças quanto à velocidade de crescimento e desenvolvimento total atingido, e apresentar, ainda, potenciais de armazenamento distintos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Sementes com baixo vigor podem reduzir a velocidade e a emergência total, o tamanho inicial, a produção de matéria seca, a área foliar e as taxas de crescimento das plantas (SCHUCH et al. 2000; MACHADO, 2002; HÖFS, 2003; MELO et al., 2006) podendo, segundo Kolchinski et al., (2005), afetar o estabelecimento da cultura, o seu desempenho ao longo do ciclo e a produtividade final.

Carvalho (1994) relatou a possibilidade de existência, ou não, do efeito do vigor sobre a produção, dependendo do órgão da planta usualmente explorado e da época de cultivo, mas com o decorrer do tempo a influência do vigor se reduz e o desempenho do vegetal passa a ser, essencialmente, função das interações de seus caracteres genéticos com fatores ambientais.

Para Carvalho e Nakagawa (2012) o efeito do vigor é indireto, pois nessas circunstâncias, o reflexo direto ocorre sobre o estabelecimento da planta e não sobre a produção. A ausência de consistência na relação entre vigor de sementes e produção, para diversas culturas, sugere que, no sistema usual de cultivo, o crescimento vegetativo está acima do mínimo requerido para maximizar a produção, sendo, aparentemente, a produção afetada pelo vigor das sementes, apenas, quando a densidade de plantas é inferior à requerida para maximizar a produção ou quando ocorre atraso na semeadura (TEKRONY; EGLI, 1991).

Neste contexto, é notório que o efeito do vigor não é tão evidente na fase de planta, quanto na de plântula, principalmente com relação ao seu desempenho produtivo. No entanto, na fase de plântula a influência do vigor da semente é marcante sobre todos os aspectos do processo germinativo, desde a própria possibilidade de ocorrência da germinação até outras características, como a velocidade, a uniformidade, o total de germinação, o tamanho e a massa seca das plântulas (TEKRONY; EGLI, 1991; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O vigor das sementes que exprime o seu nível de qualidade fisiológica está relacionado com uma série de fatores como: condições climáticas durante a maturação, condições de armazenamento, tamanho das sementes, grau de injúria mecânica, presença de patógenos, tratamento químico das sementes, nutrição das plantas progenitoras e a deterioração (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Com relação aos efeitos do vigor das sementes sobre o potencial de armazenamento, sendo o processo deteriorativo inevitável e irreversível, aquelas de alto vigor chegarão ao final do armazenamento em melhores condições que as de menor vigor (CARVALHO, 1994).

2.4 TRATAMENTO E REVESTIMENTO DE SEMENTES

Para diminuir falhas na germinação, o tratamento de sementes é uma tecnologia bastante recomendada pela pesquisa e utilizada pelas empresas produtoras de sementes (FESSEL et al., 2003), apresentando, um benefício imediato, visto que o custo do processo é menor comparado ao ganho em rendimento, e a médio/longo prazo, proporciona um sistema de produção equilibrado, constituindo-se em um seguro barato (MENTEN; MORAES, 2010).

A agregação de valor às sementes utilizando métodos e tecnologias de produção, como a do recobrimento das sementes, é uma exigência de um mercado cada vez mais competitivo (BAYS et al., 2007). O recobrimento pode ser utilizado de forma isolada ou, conjuntamente com o tratamento químico e biológico (BAUDET; PERES, 2004) e consiste no revestimento das sementes com uma camada sólida muito fina (*film coating*) formada de sólidos dissolvidos ou suspensos em água (LUDWIG et al., 2011).

2.4.1 Tratamento de Sementes

A cultura do milho no Brasil é atacada por vários microorganismos. As sementes são responsáveis pelo transporte de um grande número deles, sendo os fungos de maior frequência (GOULART, 1993). A presença de patógeno pode alterar significativamente o desempenho de plântulas no campo e o comportamento das sementes durante o armazenamento, sendo os efeitos mais pronunciados quando se tratam de organismos colonizadores de tecidos internos das sementes.

No caso de sementes de milho, a presença de *Fusarium moniliforme* (Sheld), *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc., *F. graminearum* Schwabe e *Cephalosporium* sp. é frequente e pode causar doenças de parte aérea de plantas (LUZ, 1997), enquanto *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. destacam-se no armazenamento (MACHADO, 2000). Os chamados fungos de armazenamento podem causar grandes prejuízos à qualidade das sementes armazenadas (CHRISTENSEN, 1996).

Os tratamentos químicos com fungicidas e inseticidas aumentam o desempenho das sementes, principalmente daquelas espécies de alto valor comercial (BAUDET; PESKE, 2006) e é utilizado como ferramenta de proteção à semente, tanto no campo como no armazenamento (JULIATTI, 2010). O uso de fungicidas e inseticidas em sementes de milho é necessário, principalmente, devido ao longo período de armazenamento e às condições deste, ou seja, ocorrência de pragas e fungos, que são facilmente detectados em nossas condições (AGUILERA et al., 2000).

A aplicação de fungicidas e inseticidas para a proteção de sementes torna-se, portanto, a cada dia mais importante para os produtores e lavradores em geral, pois possibilita a obtenção de melhores resultados na produção, sem onerar significativamente o custo (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977). O tratamento químico, geralmente é realizado visando o armazenamento de sementes, no entanto, também possui efeito na semeadura feita em solos com temperaturas amenas e em condições que retardam a germinação (PEREIRA, 1986).

A semente é um dos meios mais eficientes de disseminação de doenças e, através dela, os patógenos podem ser transportados a grandes distâncias e introduzidos em novas áreas (NEEGAARD, 1979). Neste contexto, as sementes de milho são, quase que universalmente, tratadas com algum fungicida antes da venda, com o intuito de protegê-las de possíveis infecções fúngicas após a semeadura e impedir o crescimento de fungos transmitidos pelas sementes (AGARWAL; SINCLAIR, 1997).

Danos mecânicos, especialmente no embrião, predisõem a penetração de microrganismos de armazenamento e de solo (PEREIRA, 1991). As sementes de milho doce, devido à espessura do pericarpo reduzida e a maior quantidade de açúcares no endosperma, são mais suscetíveis aos danos mecânicos e conseqüentemente à entrada e proliferação de patógenos (WATERS; BLANCHETTE, 1983).

O milho superdoce, por apresentar desempenho germinativo deficiente ocasionado pela elevada reserva de açúcares no endosperma ou ao possível menor vigor natural das sementes determinado pelo genótipo (MCDONALD et al. 1994), pode se

beneficiar da ação de fungicida (RAMOS et al., 2008), uma vez que, em cultivares que predispõem as estruturas da semente à ação severa de patógenos, o tratamento fungicida deve ser considerado mais enfaticamente (MACHADO, 2000).

A maior parte das pesquisas a respeito da eficácia do tratamento de sementes consiste em experimentos de campo realizados em diferentes condições ambientais (MUNKVOLD; SHRIVER, 2000). Outra abordagem para avaliar a eficiência de fungicidas no tratamento de sementes é em condições controladas contra patógenos específicos. Fabricantes de sementes frequentemente realizam este tipo de avaliações durante o processo de desenvolvimento do produto (MCGEE, 1995), no entanto os resultados são raramente publicados.

Existe um grande número de produtos a serem utilizados no tratamento de sementes, especificados conforme o microorganismo patogênico. Para controle eficiente, a utilização de misturas é uma técnica aconselhável, desde que possível, com objetivo de buscar controle de um maior espectro de fungos (AGUILERA et al., 2000). Segundo Luz (1997), a maioria das empresas produtoras de sementes de milho realiza o tratamento de sementes com uma mistura de inseticida e fungicida.

Nos Estados Unidos, a maioria das sementes de milho é tratada com a formulação de fludioxonil e Me-fenoxam (Maxim XL, Syngenta Crop Protection, Greensboro, NC), a outra grande parte tratadas com captan (várias formulações, Gustafson Inc., Plano, TX) em combinação com metalaxyl (Allegiance, Gustafson Inc., Plano, TX). No Brasil os tratamentos fungicidas em destaque são Derosal Plus® (carbendazin + thiran), Vitavax-Thiram® (carboxin + thiram) e Maxim Advanced® (fludioxonil + mefenoxam + thiabendazole) (THOMAS, 1997).

Fungicidas também são comumente utilizados no tratamento de sementes de milho superdoce (*sh2*) para estabelecer o estande inicial adequado de plântulas (BAIRD, 1994). O fungicida captan aumentou o estande de milho superdoce em até 30% e a mistura de captan + imazalil mostrou-se ainda mais eficiente (WILSON; MOHAN, 1992). Tiofanato-metilo e metalaxil também foram eficazes no controle de doenças de milho doce (BAIRD, 1994). Em outro estudo, a mistura dos produtos captan, thiram, metalaxil, e benomil foi, em geral, mais eficaz do que outras combinações em aumentar o estabelecimento do estande de sementes de milho superdoce (*sh-2*) (WILSON; MOHAN, 1993).

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), o tratamento químico, dependendo das condições ambientais, pode preservar o vigor, porque irá evitar ou

reduzir a ação negativa dos microrganismos, e oferecer uma proteção mais duradoura à semente, fazendo com que a mesma não consuma tanta energia quando da injúria e/ou infecção causada pelos patógenos e a economize para o posterior processo de germinação.

Oliveira et al. (1999), observaram que sementes de milho tratadas com o fungicida Captan mantiveram-se protegidas contra fungos de armazenamento e preservaram sua qualidade por um período de 18 meses de armazenamento convencional. Kobori (2011), observou que os tratamentos Maxim XL e Vitavax-Thiram + Terraclor, também apresentaram acréscimo após seis meses de armazenamento, na porcentagem média de sementes de mamona germinadas na primeira contagem do teste. Grisi et al. (2009), relatam que o tratamento de sementes com Fludioxonil propiciou maior índice de velocidade de emergência. Matos et al. (2013) explicam que as sementes de milho tratadas com diferentes fungicidas exibiram germinação e vigor superior a testemunha sem tratamento no teste de frio, devido a eficiência dos produtos químicos ao controle dos patógenos presentes nas sementes.

Apesar do tratamento fúngico de sementes apresentar vantagens, deve-se tomar cuidado para evitar a redução da qualidade fisiológica em razão dos efeitos fitotóxicos dos tratamentos químicos (SILVA et al., 2011). De acordo com Antonello et al. (2009) e Deuner et al. (2014), que trabalharam com sementes de milho, o efeito da fitotoxicidade é dependente dos produtos utilizados e tempo de armazenamento das sementes.

Além disso, estudos já apontam para os problemas que o uso excessivo e incorreto desses produtos pode ocasionar tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente (BRAND et al., 2009). Segundo Masum et al. (2009), o uso indiscriminado de produtos químicos para o controle de doenças de plantas resultou em poluição ambiental, risco sanitário e preço elevado.

Neste contexto, de acordo com Kunkur et al. (2007), o revestimento com polímero garante quantidade adequada dos ingredientes ativos a ser aplicada e aderida a superfície das sementes. Baudet e Peske (2007) mencionam que a associação de polímero + fungicida + inseticida no tratamento de sementes, é um investimento de baixo custo que pode gerar grande retorno ao produtor. Os polímeros têm possibilitado o aumento da penetração e da fixação do produto ativo, melhorando a sua distribuição nas sementes, além de reduzir as quantidades utilizadas de produtos químicos e os problemas de poluição ambiental (DURAN, 1998).

2.4.2 Revestimento de Sementes

O recobrimento, mecanismo de aplicação de matérias inerte e adesiva, além de possibilitar a utilização conjunta de nutrientes, fungicidas, inseticidas, herbicidas e micro-organismos benéficos para o desenvolvimento inicial das plântulas tem como um dos objetivos aumentar o tamanho da semente, bem como alterar sua forma e textura para facilitar a semeadura direta (NASCIMENTO et al., 1993).

Quanto à metodologia de aplicação, as sementes são misturadas com um adesivo, de forma que cada semente seja encoberta, sendo que os adesivos devem ser solúveis em água e logo são acrescentados os sólidos do recobrimento (BAUDET; PERES, 2004). Esta camada forma uma capa, que reveste de forma completa e uniforme toda a cobertura protetora natural das sementes. Assim tratadas, as sementes mantêm-se individualizadas, podendo haver ou não modificação de sua massa e da sua forma original (MEDEIROS et al., 2004).

Existem algumas formas de revestimentos que podem ser a peliculização, incrustação, peletização e encapsulamento (MELO, 2013): **Peliculização**: recobrimento das semente com polímero, possuindo a capacidade de semipermeabilidade em água, com grande capacidade de aderir às sementes; **Incrustação**: aumenta em até cinco vezes o peso das sementes, com o uso de materiais que não alteram a germinação; **Peletização**: assemelha-se a incrustação, contudo o peso das sementes pode ser aumentado em até 200 vezes em relação ao peso original (GADOTTI; PUCHALA, 2010); **Encapsulamento**: cobertura das sementes com um pó, sendo esse agente encapsulante, e por um adesivo, que são combinados em proporções adequadas (MEDEIROS et al., 2006).

A primeira meta buscada por meio do recobrimento foi modificação no tamanho, no formato e na densidade das sementes, tornando-as mais visíveis e facilitando a semeadura de precisão (SCHIMIDIT, 1982). Ainda, em alguns casos específicos, a utilização de um revestimento superficial (*film coating*) é bastante útil para modificar algumas propriedades das sementes, tais como pilosidade e cor (SILVA, 1997).

O recobrimento também é utilizado para carregar e incorporar materiais como fungicidas, micronutrientes, inseticidas e hormônios vegetais que proporcionam melhorias no desempenho das sementes, suas respectivas plântulas e até mesmo em estádios mais avançados da cultura (PESKE; BARROS, 2006).

Sampaio e Sampaio (1994) relatam que o recobrimento de sementes constitui umas das técnicas mais promissoras, pelo fato de proteger as sementes contra ataques de insetos e patógenos, fatores edafoclimáticos adversos, possibilitar o fornecimento de nutrientes, oxigênios, reguladores de crescimento, proteção fitossanitária, herbicidas e, sobretudo por permitir uma semeadura de precisão. Segundo Baudet e Peres (2004), o recobrimento envolve tanto a peletização, como o revestimento com filmes de polímeros e outros produtos para encapsulamento da semente.

Dentre as inúmeras aplicações, o objetivo comum do recobrimento é melhorar o comportamento das sementes, tanto do ponto de vista fisiológico, como econômico (SAMPAIO; SAMPAIO, 1994). O recobrimento facilita a obtenção de um conjunto de características necessárias ao estabelecimento das plântulas, uniformizando os estádios iniciais das plântulas para a produção de sementes (BAUDET; PERES, 2004), sendo que, as características intrínsecas de cada espécie são fatores determinantes do uso desta técnica.

O tamanho reduzido das sementes de olerícolas, baixa densidade e sementes enrugadas, como ocorrem com as sementes de milho doce, são exemplos importantes para seu uso (MENDONÇA et al., 2007). Segundo Silva et al. (2002), a utilização de sementes revestidas possibilita ainda redução dos custos de produção de mudas, diminui o consumo de sementes e facilita a mecanização da semeadura.

A semeadura direta e de precisão é uma prática comum em variedades e híbridos do milho, contudo, as sementes leves e angulares de milho doce, impedem sua aceitação em larga escala (BARBOSA et al., 1984). Mendonça et al. (2007), trabalhando com sementes de milho superdoce, concluíram que o revestimento das sementes, utilizando produtos de composição variada, de fácil aquisição no mercado, proporciona homogeneidade de forma e tamanho às sementes, melhora a vazão e a distribuição dos péletes na semeadura e não compromete a emergência de plântulas em campo após quatro meses de armazenamento.

Segundo Pereira et al. (2005), o uso de produtos fitossanitários aplicados via sementes é uma prática rotineira para a cultura do milho, no entanto, a crescente preocupação com o meio ambiente e com a segurança durante todo o processo de produção de semente tem aumentado a demanda por tecnologias de aplicação que permitam a redução dos riscos, sem comprometer a qualidade das sementes.

No processo de recobrimento ainda é possível acrescentar polímeros que servem para formar uma película protetora, evitando o contato direto dos produtos

químicos na hora do manuseio e também diminuir a absorção de umidade do ambiente em que será armazenada (ARSEGO et al., 2006). Considerando que a deterioração das sementes é diretamente influenciada pela temperatura e umidade do ambiente de armazenamento, a menor absorção de umidade ambiental, por meio de polímeros de recobrimento, pode retardar a deterioração ao longo do armazenamento.

Segundo West (1983), é fundamental que o polímero seja impermeável ao vapor de água, mas deve ser obrigatoriamente solúvel em água e permitir a embebição das sementes. Nos adesivos são geralmente utilizados polímeros orgânicos, amidos, resinas naturais, açúcares, colas de origem animal e mucilagens vegetais. Quando a semente entra em contato com o solo, o recobrimento não deve oferecer resistência à radícula e a estrutura que irá formar a parte aérea da planta, devendo permitir a passagem de água e oxigênio para que o embrião comece a desenvolver-se naturalmente (BAUDET; PERES, 2004).

O tratamento das sementes (utilizando polímero + fungicida + inseticida) representa um dos menores investimentos financeiros que um produtor pode fazer, sendo que, este investimento possui um grande potencial de retorno. Os polímeros têm possibilitado o aumento da penetração e da fixação do produto ativo, melhorando, conseqüentemente, a sua distribuição nas sementes, além de reduzir as quantidades utilizadas de produtos químicos e os problemas de poluição ambiental (DURAN, 1998). A resposta a esses materiais de recobrimento depende muito das características de cada espécie, como também dos materiais utilizados para a peliculização (TRENTINI, 2004). O uso de polímero assegura que inseticidas, fungicidas, dentre outros, atuem onde realmente são necessários, sendo que a redução da exposição do homem aos produtos químicos tóxicos adicionados às sementes é vista como o principal impulsor do uso da técnica de peliculização (TAYLOR et al., 1998).

A peletização pode reduzir as injúrias causadas por embebição em temperaturas baixas como verificado em sementes de milho doce (DOUGLASS et al., 1993; RIVAS et al., 1998), feijão (TAYLOR et al., 2001) e algodão (STRUVE; HOPPER, 1996). Segundo Peske e Baudet (2008), devido à proteção imposta pelos polímeros às sementes, em relação a variações ambientais, tanto no solo como no armazenamento, as sementes polimerizadas tendem a apresentar melhor germinação e emergência, principalmente sob condições adversas. Ainda, melhoram a fixação de defensivos usados no tratamento de sementes, possibilitando a adição de diversos outros produtos, como micro e macro nutrientes, hormônios e, em alguns casos, produtos em pó.

Coraspe et al. (1993), constataram que sementes de alface peletizadas originaram maior emergência das plântulas em campo do que as nuas. Silva et al. (2002) estudando o desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes, observaram que a emergência de plântulas das sementes peletizadas apresentou resultados semelhantes aos obtidos com sementes sem recobrimento com algum retardamento, porém sem significância.

Rivas et al. (1998), estudando diferentes polímeros (Sacrust, Chitosan, Daran e Certop) aplicados sobre sementes de milho, não encontraram diferenças significativas entre eles, em relação a qualidade de sementes. Estes autores verificaram, ainda, que tanto a germinação como a emergência das plântulas não foram afetadas pela aplicação dos polímeros.

Em sementes de milho superdoce, Mendonça (2003) verificou que o revestimento propiciou um aumento na porcentagem e na velocidade de emergência das plântulas em campo após quatro meses de armazenamento. Também Lima et al. (2003) observaram que os filmes de revestimento utilizados em sua pesquisa não prejudicaram a qualidade fisiológica de sementes de algodão.

Segundo Alves et al., 2003, a peliculização não alterou a germinação e o vigor de sementes de feijão. A associação da película com fungicida não interferiu na qualidade fisiológica de sementes de feijão (CLEMENTE et al., 2003). Henning et al. (2003), estudando polímeros associados a fungicidas para o tratamento de sementes de soja, concluíram que os polímeros só devem ser empregados em conjunto com fungicidas, já que os mesmos não protegem as sementes no solo, resultando em baixa emergência de plântulas.

Entretanto, segundo Silva et al. (2002) os aspectos relacionados a peletização afetam diretamente a germinação das sementes, causando geralmente, redução na velocidade de germinação e do crescimento das plântulas. Nascimento (2000), relata que em alguns casos, a semente peletizada pode apresentar problemas na germinação (principalmente retardamento), uma vez que o pélete pode atuar como uma barreira física para a troca gasosa entre a semente e o ambiente externo, neste caso, a utilização de materiais porosos na composição do pélete deve ser preferível. Sabe-se ainda que a resposta a esses materiais de recobrimento depende muito das características de cada espécie, como também dos materiais utilizados para a peliculização.

Conhecer os padrões referentes às interações entre a semente e a viscosidade, resistência e plasticidade dos materiais de recobrimento é fundamental para o sucesso de tal operação, independentemente do objetivo final da peliculização (MELO et al., 2015), tornando-se necessário que os materiais e aditivos utilizados no revestimento das sementes, bem como suas doses, sejam estudados (OLIVEIRA, 2003).

Melo et al. (2015), avaliando o recobrimento de sementes de tomate com concentrações crescentes de polímero sintético, observaram efeitos negativos, decorrentes das maiores concentrações do polímero, na precocidade de germinação. Em sementes de milho doce Baxter e Waters Junior (1986), constataram que os tratamentos com maiores concentrações de gel hidrofílico tiveram desempenho fraco em relação à qualidade fisiológica. Desta forma, Zamariola et al. (2014), reforçam que a utilização de polímeros em doses recomendadas causa efeito positivo sobre a germinação das sementes de berinjela, durante o período de armazenagem, na maior parte dos tratamentos.

Acredita-se que, os princípios fundamentais para a correta conservação das sementes recobertas são os mesmos conhecidos para as sementes nuas (CONCEIÇÃO et al., 2009), no entanto, o recobrimento pode ser utilizado para controlar as condições de estocagem das sementes, prevenindo o aumento de umidade e garantindo sua qualidade (KAVAK; ESER, 2009).

2.5 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

O processo de produção de sementes é constituído de várias etapas e uma delas, não menos importante, é o armazenamento. A preservação da qualidade das sementes durante o armazenamento é um aspecto fundamental a ser considerado no processo produtivo, pois os esforços despendidos na fase de produção podem ser infrutíferos se a qualidade das sementes não for mantida, no mínimo até a época de semeadura (OLIVEIRA et al., 1999).

Desta forma, o armazenamento de sementes assume papel importante no processo produtivo e, quando realizado adequadamente, minimiza o declínio da qualidade e o descarte de lotes (ZONTA et al., 2014). Desta forma, o tipo de embalagem e o ambiente de armazenamento das sementes, principalmente as suscetíveis à perda de viabilidade, como as de milho doce, devem ser considerados (RIVERA et al, 2011).

Para sementes ortodoxas, as melhores condições de manutenção da qualidade fisiológica são a baixa temperatura e umidade relativa do ar, por reduzirem a atividade metabólica do embrião e, conseqüentemente, a deterioração (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012, MARCOS FILHO, 2005). A longevidade das sementes ortodoxas, como as de milho superdoce, aumenta à medida que a temperatura diminui e segundo Harrington (1992), a cada 5,6°C de diminuição da temperatura a longevidade da semente dobra, aplicando-se esta regra apenas para sementes armazenadas entre as temperaturas de 0 à 50°C, com umidade constante.

No entanto, segundo McCormarck (2004), esta regra é apenas uma diretriz geral, vez que, a longevidade de algumas espécies vegetais declina mais rapidamente enquanto de outras diminui mais lentamente, em relação à mesma temperatura e umidade de armazenamento. Além da temperatura é necessário o conhecimento sobre a relação existente entre a temperatura de armazenamento, a umidade relativa do ar ambiente e o teor de água da semente é imprescindível para o desenvolvimento de protocolos de armazenamento de sementes (MERRIT et al., 2003).

A umidade das sementes tem um efeito maior do que a temperatura na longevidade das sementes (MCCORMARCK, 2004). A maioria das sementes também seguem algumas regras sobre a umidade e a longevidade, sendo que a relação geral é que para cada aumento de um por cento na umidade das sementes, a longevidade diminui pela metade (Harrington, 1972). Esta regra aplica-se às sementes com teor de água entre 5 e 13%, uma vez que acima disso os fungos de armazenamento, com o aumento da temperatura, em função da respiração mais acelerada, causa redução na longevidade.

Diversos trabalhos envolvendo variações na temperatura e umidade relativa do ar, durante o armazenamento de semente de milho, evidenciam que uma das combinações ideais para a conservação, por períodos curtos entre a colheita e a semeadura, seria a proporcionada por semente com 12,0 a 13,0% de água, em ambiente sob temperatura 20°C e umidade relativa do ar abaixo de 60% (DELOUCHE e BASKIN, 1973; MAEDA et al., 1987).

Na extremidade baixa da faixa de umidade, as sementes armazenadas a umidade 4 a 5% não é afetada por fungos das sementes, mas essas sementes têm uma longevidade mais curta do que as sementes armazenadas a uma umidade mais alta (Bewley e Black, 1985). Camargo e Carvalho (2008), avaliando os efeitos de ambientes sobre a qualidade de semente de milho doce, concluíram que o armazenamento sob

condições de câmara refrigerada (10°C e 50% U.R) é mais eficiente para a preservação da qualidade fisiológica de semente de milho doce quando comparados ao armazenamento em condições ambientais.

As sementes cultivadas são geralmente armazenadas por um curto período de tempo, aproximadamente oito meses, período estimado entre a colheita e a semeadura, em condições não controladas de temperatura e umidade. No entanto, a umidade relativa do ar tem efeito significativo sobre o grau de umidade das sementes, uma vez que, independentemente do tipo de condições de armazenamento, o grau de umidade da semente é equilibrado com a umidade relativa do ar (MCCORMARCK, 2004), equilíbrio higroscópico.

Considerando a deterioração das sementes como um processo inevitável, é necessário providenciar para que seu início seja retardado ou, para pelo menos, impedir a redução rápida e acentuada da viabilidade e do vigor, até o momento da futura instalação da cultura (MARCOS FILHO, 2005). Diferentes variedades de uma determinada espécie de culturas podem ter longevidade diferente quando armazenada nas mesmas condições. As sementes consideradas mais vigorosas são as que se deterioram mais lentamente e assim, toleram o estresse e suportam as condições adversas de armazenamento (OLIVEIRA, 2013).

Isto pode ser explicada pelas diferenças na atividade enzimática, ou diferenças na química constituintes de variedades únicas. Por exemplo, milho doce são ricos em açúcares simples, enquanto que grãos dentados são ricos em hidrato de carbono complexos, justificando a menor longevidade dos milho doce (MCCORMARCK, 2004). As condições de colheita também podem afetar a longevidade das sementes no armazenamento, no entanto estas diferenças tornam-se insignificante em condições ideais e bastante significativos sob condições adversas de temperatura e umidade (BEWLEY; BLACK, 1985).

Apesar da longevidade das sementes ser variável de acordo com o vigor e o genótipo, o armazenamento adequado das sementes pode ser uma alternativa para prolongar a sua qualidade fisiológica, diminuindo a velocidade de deterioração (GARCIA et al., 2014), principalmente para as espécies mais propensas a este fenômeno, como é o caso das sementes de milho doce. Sob condições de câmara fria, o acondicionamento em embalagens de papel é a maneira mais apropriada para assegurar o vigor dessas sementes ao longo do tempo. Enquanto, sob condições ambientais, o acondicionamento a vácuo causa menor redução na qualidade fisiológica (CAMARGO; CARVALHO, 2008).

Dentre outras medidas preventivas, a aplicação de fungicidas e inseticidas visando à proteção de sementes durante o armazenamento, torna-se cada dia mais importante na produção agrícola e nos últimos anos, o tratamento químico de sementes que utiliza o revestimento com polímeros tem recebido atenção em algumas culturas de expressão econômica (PIRES et al., 2004).

Sampaio e Sampaio (1994) afirmam que os princípios fundamentais para uma correta conservação de sementes revestidas são os mesmos que têm sido usados para sementes nuas. Segundo Nascimento et al. (1993), o armazenamento das sementes, quando em condições ideais, não difere na manutenção da viabilidade entre sementes peletizadas e nuas, mas em condições inadequadas, as sementes peletizadas perdem mais rapidamente a viabilidade, o que implica em cuidados mais rigorosos no período de armazenamento e manuseio de sementes peletizadas. Entretanto as técnicas de revestimentos das sementes progrediram e aperfeiçoaram-se nos últimos anos.

Pereira et al. (2005), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímero durante o armazenamento, concluíram que a peliculização não afeta a qualidade fisiológica, e a aplicação de Furazin e/ou Maxin é tecnicamente viável, sendo que, as sementes de milho de alta qualidade inicial podem ser tratadas e armazenadas por seis meses, sem que haja comprometimento de sua qualidade fisiológica.

Por outro lado, segundo Nascimento (2000), assim como as sementes osmoticamente condicionadas, sementes peletizadas também não suportam um longo período de armazenamento. Medeiros (2003), em sementes de cenoura, observou a qualidade fisiológica das sementes, após três meses de armazenamento em ambiente sem controle de umidade e temperatura, e constatou a tendência do revestimento reduzir a germinação. Porém, a adição de fungicidas no revestimento sobre a camada de aglomerante, não interferiu na qualidade fisiológica.

Em outro trabalho, Milton (1997), avaliou o efeito do recobrimento com polímero e o tratamento químico sobre a qualidade de sementes de soja, em três níveis de germinação: alto, médio e baixo. O autor concluiu que o polímero não melhorou o efeito dos fungicidas e também não protegeu as sementes durante o armazenamento e, ainda, o tratamento com polímero em sementes com nível médio de germinação resultou em redução na viabilidade e no vigor das mesmas. Desta forma, apesar do incremento no uso de sementes revestidas verificado nos últimos anos, existem poucas informações

publicadas sobre o comportamento destas sementes durante o período de armazenamento.

3 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AGUILERA, L.A; CARON, B. O.; CELLA, W. L.; LERSCH JUNIOR, I. Qualidade fisiológica de sementes de milho em função da forma e do tratamento químico das sementes. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 211-215, 2000.
- ALVES, M. C. S.; GUIMARÃES, R. M.; CLEMENTE, F. M. V. T.; GONÇALVES, S. M.; PEREIRA, S. P.; OLIVEIRA, S. Germinação e vigor de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) peliculizadas e tratadas com fungicida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Londrina. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 13, n. 3, 2003.
- AGARWAL, V.K. & SINCLAIR, J.B. Principles of seed pathology. 2^{da} Ed. CRC Press. Lewis Publishers. Boca Raton, Florida. 1997.
- ANTONELLO, L.M.; MUNIZ, M.B.; BRAND, S.C.; VIDA, M.D.; GARCIA, D.; RIBEIRO, L.; SANTOS, V. Qualidade de sementes de milho armazenadas em diferentes embalagens. **Ciência Rural**, v.39, n.7, p. 2191-2194, 2009.
- ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E.; CATANEO, A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 43-48, 2003.
- ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R. F. Qualidade fisiológica de sementes de milho doce colhidas em diferentes épocas. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 687 - 692, 2006.
- ARSEGO, O.; BAUDET, L.; AMARAL, A.S.; HOLBIG, L.; PESKE, F.; Recobrimento de sementes de arroz irrigado com ácido giberélico, fungicidas e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, nº 2, p.201-206, 2006
- ARTHUR, T.J.; TONKIN, J.H.B. Testando o vigor da semente. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.3, p.38-42, 1991.
- AZANZA, F.; BAR-ZUR, A.; JUVIK, J.A. Variation in sweet corn kernel characteristics associated with stand establishment and eating quality. **Euphytica**, Amasterdan, v.87, p. 7-18, 1996.
- ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R. F. Qualidade fisiológica de sementes de milho doce colhidas em diferentes épocas. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 687 - 692, 2006.
- ARAÚJO, E. F.; SILVA, R. F.; CORRÊA, P. C. Efeitos imediatos e latentes da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem na qualidade fisiológica de sementes de milho-doce, cultivar BR 400. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 2, p.21-30, 2000.
- BAE, J. M.; GIROUX, M.; HANNAH, L. C. Cloning and characterization of the *brittle-2* gene of maize. **Maydica**, Bergamo, v.35, p. 317-322, 1990.

- BHAVE, M.R.; LAWRENCE, S.; BARTON, C.; HANNAH, L.C. Identification and molecular characterization of *shrunk-2* cDNA clones of maize. **Plant Cell**, v.2, p 581-588, 1990.
- BAIRD, R.E. Evaluation of seed treatments on *shrunk-2* sweet corn. **Plant disease**, v.78, n.8, 1994.
- BARBIERI, V. H. B.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C. H.; DUARTE, J. M.; GOMES, L. S.; SANTANA, D. G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 826 - 830, jul-set. 2005.
- BARBOSA, J.G.; SILVA, J.C.; SANT'ANNA, R. Três ciclos de seleção da densidade das sementes de cinco variedades de milho (*Zea mays* L.) opaco-2 e seu efeito na produção e qualidade protéica dos grãos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.31, n.173, p.53-66, 1984.
- BAUDET, L.; PESKE, S. T. A logística do tratamento de sementes. **Seed News**, n. 1, p. 22-25, 2006.
- BAUDET, L.; PERES, W. Recobrimento de sementes. **Seed News**, Pelotas, v.8, n.1, p.20-23, 2004.
- BAXTER, L.; WATERS JR., L. Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the imbibition, respiration, and germination of sweet corn at four matric potentials. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.4, p.517-520, 1986
- BAYS, R.; BAUDET, L.; HENNING, A.A.; LUCCA FILHO, O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.2, p. 60-67, 2007.
- BITTENCOURT, S.R.M.; VIEIRA, R.D. Temperatura e período de exposição de sementes de milho no teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.61-168, 2006.
- BORDALLO, P.N.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; GABRIEL, A.P.C. Análise dialéctica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agrônômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.123-127, jan./mar. 2005.
- BORIN, A. L. D. C.; LANA, R. M. Q.; PEREIRA, H. S. Absorção, acúmulo e exportação de macronutrientes no Milho Doce cultivado em condições de campo. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, Edição Especial, p. 1591-1597, 2010.
- BOYER, C.D.; SHANNON, J.C. The use of endosperm genes for sweet corn improvement, **Plant Breeding Rev.**, v.1, p.139, 1984.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45/2013, de 17 de setembro de 2013, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Padrões para produção e comercialização de semente). Brasília, DF: SNAD/DNDN/CLAV: Diário Oficial da União, Brasília,DF, 17 set. 2013

- BRASIL Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/ DNDV/ CLAV, 2009. 364p.
- BYRUM, J.R.; COPELAND, L.O. Variability in vigour testing of maize (*Zea mays* L.) seed. **Seed Science and technology** 23, 2: 543-549, 1995.
- CAMARGO, R. de; CARVALHO, M. L. M. de. Armazenamento a vácuo de semente de milho doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 131-139, 2008.
- CAMARGO, R. **Armazenamento de sementes de milho doce**. 2003. 81p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CANTARELLI, V.S.; FIALHO, E.T.; SOUSA, R.V.; FREITAS, R.T.F.; LIMA, J.A.F. Composição química, vitreosidade e digestibilidade de diferentes híbridos de milho para suínos. **Ciência e Agrotecnologia**; Lavras, v.31, n.3, p. 860-864, 2007.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.
- CARVALHO, N.M. **O conceito de vigor em sementes**. In: VIEIRA, R.D., CARVALHO, N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, p.1-30, 1994.
- CHEN, Y.G.; BURRIS, J.S. Role of carbohydrate in desiccation tolerance and membrane behavior in maturing maize seed. **Crop Science**, v.30, n.3, p.971-975, 1990.
- CLEMENTE, F. M. V. T.; OLIVEIRA, J. A.; ALVES, A. C. S.; GONÇALVES, S. M.; PEREIRA, S. P.; OLIVEIRA, S. Peliculização associada a doses de fungicida na qualidade fisiológica de sementes do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Londrina. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 13, n. 3, 2003.
- COIMBRA, R.A.; MARTINS, C.C.; TOMAZ, C.A.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho-doce (*sh2*). **Ciência Rural**, Santa Maria v. 39, n.9, 2009.
- CONAB. **Central de Informações Agropecuárias**: safra de grãos 2013/2014. Acesso em janeiro 2016.
- CONAB. **Central de Informações Agropecuárias**: safra de grãos 2014/2015. Acesso em janeiro 2016.
- CONCEIÇÃO, P.C.; VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F.; CAMPOS, S.C. Germinação e vigor de sementes de milho recobertas e viabilidade do inóculo durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 765-772, maio/jun., 2009.
- CORASPE, H.M.; GONZALES IDIARTE, H.; MINAMI, K. Avaliação do efeito da peletização sobre o vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.3, p.349-354, 1993.

CORRÊA, P.C.; ARAÚJO, E.F.; AFONSO JÚNIOR, P.C. Determinação dos parâmetros de secagem em camada delgada de sementes de milho doce (*zea mays* l.). Brasília, **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.2, p.110-119, 2003.

CRUZ, J. C.; PINTO, L. B. B.; PEREIRA FILHO, I. A.; GARCIA, J. C.; QUEIROZ, L. R. **Caracterização dos sistemas de produção de milho para altas produtividades**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 15 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 124).

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

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

DOUGLASS, S.K.; JUVIK, J.A.; SPLITTSTOESSER, W.E. Sweet corn seedling emergence and variation kernel carbohydrate reserves. **Seed Science and Technology**, Surich, v. 21, n.2, p. 433-445, 1993.

DURAN, J.M. Acondicionamento e revestimento de sementes. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15, 1996, Gramado. **Memória**. Passo Fundo: Comissão Estadual de Sementes e Mudas do Rio Grande do Sul, 1998. p.107-115.

DUTRA, A.S.; MEDEIROS FILHO, S. Teste de deterioração controlada na determinação do vigor em sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, 2008

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**. v.20, n.1,2 p.037 - 038, 2010.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. **Sementes de soja de alta qualidade: a base para altas**. V Congreso de la Soja del Mercosur, 2009.

FRANCO, A.A.N.; VIDIGAL-FILHO, P.S.; SACAPIM, C.A.; MARQUES, O.J.; NUMOTO, A.Y., ORTIZ, A.H.T. Época de semeadura de milho doce na safrinha paranaense. XIII Seminário Nacional de Milho Safrinha. **Associação Brasileira de Milho e Sorgo**. Resumo expandido. Maringa, PR, 2015

FESSEL, S.A.; MENDONÇA, E.A.F.; CARVALHO, R.V. Efeito do tratamento químico sobre a conservação de semente de milho durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.25-28, 2003

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.

GADOTTI, C.; PUCHALA, B. **Revestimento de Sementes**. **Informativo Abrates**, v. 20, n .3, p. 70-71, 2010.

GOMES-JUNIOR, F.G.; TIMÓTEO, T.S.; KOBORI, N.N.; PUPIM, T.L.; GAGLIARDI, B.; CARVALHO, T.C.; MORAES, M.H.D.; MENTEN, J.O.M.; CICERO, S.M. Incidência de patógenos e vigor de sementes de milho doce submetidas a danos mecânicos. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 35, n. 3, p. 179-183, 2009.

GRISI, P.U.; SANTOS, C.M.; Fernandes, J.J.; Sá Júnior, A. Qualidade das sementes de girassol tratadas com inseticidas e fungicidas. **BioscienceJournal**, v.25, n.4, p.28- 36, 2009.

GUISCEM, JM.; NAKAGAWA, J.; ZUCARELI, C. Qualidade fisiológica de sementes de milho doce BR 400 (bt) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n.1, p.247, 2001.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. Zurich: ISTA, 1995. 117p.

HANNAH, L. C.; GIROUX, M.; BOYER, C. Biotechnological modification of carbohydrates for sweet corn and maize improvement. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 55, p. 177-197. Milho Doce: Origem de Mutações Naturais 35 197, 1993.

HANNAH, L. C.; NELSON, O. E. Characterization of ADP-glucose pyrophosphorylase form *shrunk-2* and *brittle-2* mutants of maize. **Biochemical Genetics**, New York, v. 14, p. 547-560, 1976.

HELM, J.L.; ZUBER, M.S. Pericarp thickness of dent corn inbred lines. **Crop Science**, Madison, v.9, n.6, p. 803-804, 1969.

HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKY, F. C.; COSTA, N. P. Avaliação de corantes, polímeros, pigmentos e fungicidas para o tratamento de sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Londrina. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 13, n. 3, 2003.

HÖFS, A. **Vigor de sementes de arroz e desempenho da cultura**. 2003. 44f. Tese (Doutorado em ciência e tecnologia de sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.

JAMES, M. G.; ROBERTSON, D. S.; MYERS, A. M. Characterization of the maize gene *Sugary1*, a determinant of starch composition in kernels. **Plant Cell**, Rockville, v. 7, p. 417-428, 1995.

JULIATTI, F. C. Avanços no tratamento químico de sementes. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 3, p. 54-55, 2010.

KAVAK, S.; ESER B. Influence of polymer coatings on water uptake and germination of onion (*Allium cepa* L. cv. Aki) seeds before and after storage. **Scientia Horticulturae**, 121 p. 7–11, 2009.

KOBORI, N. N.; **Tratamento fungicida e qualidade de sementes de mamona**. Piracicaba, SP, 2011. 101f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade de São Paulo – USP, 2011

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L. O.B.; PESKE, S.T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1248-1256, 2005.

KWIATKOWSKI A; CLEMENTE E. 2007. Características do milho doce (*Zea mays*) para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial** 1: 93-103. Disponível em <http://revistas.utfpr.edu.br/pg/index.php/rbta/article/view/263/231>.

KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (Coord.) **Vigor de sementes: Conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

LIMA, L. B.; SILVA, P. A.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Londrina. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 13, n. 3, 2003.

LUDWIG, M. P.; LUCCA-FILHO, O. A.; BAUDET, L.; DUTRA, L. M. C.; AVELAR, S. A. G.; CRIZEL, R. L. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3 p. 395 - 406, 2011.

LUZ JMQ; CAMILO JS; BARBIERI VHB; RANGEL RM; OLIVEIRA RC. Produtividade de genótipos de milho doce e milho verde em função de intervalos de colheita. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 163-167, 2014.

LUZ, W.C.; **Tratamento de sementes de milho com fungicidas**. Passo Fundo> Embrapa-CNPQ, Circular Técnica, v.7, 1997.

McDONALD, M.B.; SULLIVAN, J.; LAWER, M.J. The pathway of water uptake in maize seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.22, n.1, p.79-90, 1994.

MACHADO, J. da C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138 p.

MACHADO, R.F. **Desempenho de aveia-branca (*Avena sativa* L.) em função do vigor de sementes e população de plantas**. 2002. 46f. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

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

MANGELSDORF, P. C. The inheritance of amylaceous sugary endosperm and its derivatives in maize. **Genetics**, Austin, v. 32, p.448-458, 1947.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-24.

MARINO, T.P.; **Estimação de parâmetros genéticos em populações de milho superdoce utilizando progênies de meio irmãos**. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) 78f. Universidade Estadual de Londrina, UEL – 2014.

MARTIN, T. N.; VENTURINI, T.; API, I.; PAGNONCELLI, A.; VIEIRA JÚNIOR, P. A. Perfil do manejo da cultura de milho no sudoeste do Paraná. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 1, p. 1-8, 2011.

MATOS, C.S.M.; BARROCAS, E.N.; MACHADO, J.C.; ALVES, F.C. Health and physiological quality of corn seeds treated with fungicides and assessed during storage. **Journal of Seed Science**, v.35, n.1, p.10-16, 2013.

MATTHEWS, S. Controlled Deterioration: A new vigour test for crop seeds. In: HEBBLETHWAITE, P.D. **Seed production**. London: Butterworths and Co Ltd, 1980. p.647-660.

MAUDE, R. Progressos recentes no tratamento de sementes. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15., 1996, Gramado, RS. **Memórias...** Passo Fundo: CISM, 1998. p. 99-106.

MEDEIROS, E. M.; BAUDET, L.; PERES, W. B.; PESKE, F. B. Recobrimento de sementes de cenoura com aglomerante em diversas proporções e fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 94-100, 2006.

MEDEIROS, E. M.; BAUDET, L.; PERES, W. B.; EICHOLZ, E. D. Modificações na condição física das sementes de cenoura em equipamento de recobrimento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 2, p.70-75, 2004.

MEDEIROS, E.M. **Revestimento de sementes de cenoura (*daucus carota* L.) durante o beneficiamento**. 2003. 45f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS. 2003.

MELO, A.C.; SELEGUINI, A.; VELOSO, V.R.S.; PEREIRA, J.M. Recobrimento de sementes de tomate com concentrações crescentes de polímero sintético. **Ciência Rural**, Santa Maria, 5, n.6, p.958-963, jun, 2015.

MELO, B.A. **Associação de defensivos natural e sintético à polímero para o controle de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) em sementes de amendoim**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) 66f. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2013.

MELO, P.T.B.S.; SCHUCH, L.O.B.; ASSIS, F.N. de; CONCENÇO, G. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.84-94, 2006.

MENDONÇA, E.A.F.; CARVALHO, N.M.; RAMOS, N.P.; Revestimento de sementes de milho superdoce (sh2). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, nº 2, p.68-79, 2007.

MENDONÇA, E.A.F. **Revestimento de sementes de milho superdoce**. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do campus de Jaboticabal -

UNESP, para obtenção do Título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Produção e Tecnologia de Sementes, 2003.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. **Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios**. Informativo ABRATES, v. 20, n. 3, p. 52-53, 2010.

MILTON, P.Y.; **Effects of polymer film coating and chemical treatment on quality attributes of soybean seeds**. 1997. 95f. Tese (Doutorado), Mississippi State University, Mississippi State, MS, 1997.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N. M. (Ed). **Testes de vigor de sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NASCIMENTO, W.; SILVA, J.; MARTON, L. Qualidade fisiológica de sementes peletizadas de tomate durante o armazenamento. **Informativo ABRATES**. Londrina, v.3,n.3, p.47, 1993.

NEEGAARD, P. **Seed pathology**. London : McMillan, 1979.v.1. 839p

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M.G.; CHIQUIERE, T.B. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.26, n.1, p. 159-165, jan.-mar., 2006.

OLIVEIRA, J.A.; PEREIRA, C.E.; GUIMARÃES, R.M.; VIEIRA, A.R.; SILVA, J.B.C. Desempenho de sementes de pimentão revestidas com diferentes materiais. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n. 2, p. 36-47, 2003.

OLIVEIRA, J.A.; CARVALHO, M. L. M.; VIEIRA, M.G.G.C.; VON PINHO, E.V.R. Comportamento de sementes de milho colhidas por diferentes métodos, sob condições de armazém convencional. **Ciência e Agrotecnologia**. v.23, n.2, p. 289-302, 1999.

PADILHA, L.; VIEIRA, M.G.G.C.; VON PINHO, E.V.R. Relação entre o teste de deterioração controlada e o desempenho de sementes de milho em diferentes condições de estresse. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.198-204, 2001

PAES, M.C.D: **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Circular técnica 75. Embrapa. Sete Lagoas, MG. Dezembro de 2006.

PALIWAL, R. L. Tipos de maíz. In: PALIWAL, R. L.; GRANADOS, G.; LAFITTE, H. R.; VIOLIC, A.D. (Ed.). **El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción**. Roma: FAO, 2001. p. 39-43.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agrícola**, v.58, n.3, p.525-531, 2001.

PARERA C., A. CANTLIFFE D. J. Pre-sowing seed treatment to enhance swpersweet sweet corn seed and seedling quality . **Hort Science**, Alexandria, v 29. n.4, p.277-278, 1994.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; EVANGELISTA, J.R.E.; Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1201-1208, nov./dez., 2005.

PEREIRA, O.A.P. **Importância do tratamento de sementes**. In: Menten JOM (ed) Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico. Piracicaba, Esalq/Fealq. p.271-80, 1991.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. Cultivares de milho para o consumo verde. **Circular Técnica**, n.15. Embrapa Milho e Sorgo: Sete Lagoas, p.1-7, Jan., 2002.

PEREIRA, O.A.P. **Tratamento de sementes de milho**. In: 2º Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, Campinas. Anais, Fundação Cargill. p. 145-148, 1986.

PESKE, S. T.; BARROS, A.C.S.A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2006. 454p.

PIRES, L.L.; BRAGANTINI, C.; COSTA, J.L.S. Armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.39, n.7, p.709-715, 2004.

POPINIGIS, F. 1985. Fisiologia de sementes 2a ed. Brasília, s. e. 289p.

RAMOS, N.P.; MARCOS-FILHO, J.; GALLI, J.A. Tratamento fungicida em semente de milho super-doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.24-31, 2008.

RIVAS, B. A.; McGEE, D. C.; BURRIS, J. S. Tratamiento de semillas de maiz con polimeros para el control de *Pythium* spp. **Fitopatologia Venezolana**, Caracas, v. 11, p. 10–15, 1998.

RIVERA, A.A.C.; VON PINHO, R.G.; GUIMARÃES, R.M.; VEIGA, A.D.; PEREIRA, G.S.; VON PINHO, I.V. Efeito do ácido giberélico na qualidade fisiológica de sementes redondas de milho doce, sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.3, p. 247-256, 2011

RISSO, D. A indústria de sementes nas Américas. Revista da Associação Brasileira de Sementes e Mudas – ABRASEM, p.24. Anuário 2010.

ROBANI, H. Film coating horticultural seed. **Hort Technology**, [S.l.], v. 4, p. 104-105, 1994.

RODO, A.B.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.289-292, 2000.

ROSSETTO, C.A.V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, v.52, n.1, p.99-105, 1995.

SAMPAIO, N. V.; SAMPAIO, T. G. Sementes: com as cores da eficiência. **A Granja do Ano**, Porto Alegre, n. 12, p. 16-18, 1998.

SAMPAIO, T.; SAMPAIO, N. Recobrimento de Sementes. **Informativo ABRATES**. Londrina, v.4, n.3, p.20-52, 1994.

SANS, L.M.A.; SANTANA, D.P. Clima e Solo. In: CRUZ, J.C.; VERSANI, R.P.; FERREIRA, M.T.R. Cultivo do milho. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.
SANS, L.M.A.; GUIMARÃES, D.P. Zoneamento agrícola: cultivo do milho. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo** 8^o ed. out. 2012.

SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L.; VILLELA, F.A. Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.2, p.28-35, 2003.

SCAPIM, C.A. **Cruzamentos dialélicos entre sete cultivares de milho-doce e correlações entre caracteres agronômicos**. 1994. 96p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

SCHIMIDT, P. Pelleted seed in ornamental plant growing, three to ten seeds per pellet: direct sowing in ready to market units. **Horticultural Abstracts**, Cambridge, MA. v.52, p.534, 1982.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.de; MAIA, M.S. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.305-312, 2000.

SHANNON, J. C.; PIEN, F. M.; CAO, H.; LIU, K. C. *brittle-1*, an adenylate translocator, facilitates transfer of extraplastidial synthesized ADP-glucose into amyloplasts of maize endosperm. **Plant Physiology**, Washington, v. 117, p. 1235-1252, 1998.

SHEWRY, P. R.; CASEY, R. **Seed proteins**. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 1999

SILVA, J.B.; VIEIRA, R.D. Deterioração controlada em sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.1, p.69-76, 2010.

SILVA, J.B.C.; SANTOS, P.E.C.; NASCIMENTO, W.M. Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.1, p.67-70, fev. 2002.

SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Metodologia para avaliação de materiais cimentantes para peletização de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 31-37, 1998.

SILVA, N. Melhoramento de milho doce. In: ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO, 11,1994. Piracicaba. Anais....ESALQ, 1994. v11. p 45-49.

- SILVEIRA, C.M. **Teste de deterioração controlada em sementes de amendoim**. 2006. 26f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências Agrônômicas, Jaboticabal, 2006.
- SIMS, W.L.; KASMIRE, R.F.; LORENS, O.A. **Quality sweet corn production in California**. Berkeley, California: University of California, 1976. 17p.
- SOUZA, S.M.; PAES, M.C.; TEIXEIRA, F.F. **Milho Doce: Origem de Mutações Naturais**. SeteLagoas, MG, EmbrapaMilho e Sorgo. Documentos 144, p. 42. 2012.
- SOUSA, S.M.; PAES, M.C.D.; TEIXEIRA, F.F. **Milho Doce: Origem de Mutações Naturais**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2012. (Documentos, n. 144). 44p
- SPIELBAUER, G.; MARGL, L.; HANNAH, L. C.; ROMISCH, W.; ETTENHUBER, C.; ACHER, A.; GIERL, A.; EISENREICH, W.; GENSCHEL, U. Robustness of central carbohydrate metabolism in developing maize kernels. **Phytochemistry**, Pergamon, v. 67, p.1460-1475, 2006.
- STOCK, L.; LOVATO, C. Milho Doce, Revisão Bibliográfica. **Ciência Rural**, Santa Maria v.21, n.2 , 1991
- STYER, R.C.; CANTLIFFE, D.J. Infection of two endosperm mutants of sweet corn by *Fusarium moniliforme* and its effect on seedling vigor. **Phytopathology**, Berkeley, v.74, n.2, p. 189-194, 1984.
- STRUVE, T. H.; HOPPER, N. W. The effect of polymer film coatings on cotton–seed imbibition electrical conductivity, germination and emergence. In: BELTWISE COTTON CONFERENCES, 1996, Nashville, USA. **Proceedings...** Nashville: CAB, 1996. v. 2, p. 1167–1170.
- TAYLOR, A. G.; KWIATKOWSKI, J.; BIDDLE, A. J. Polymer film coating decrease water uptake and water vapour movement into seeds and reduce imbibitional chilling injury. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM SEED TREATMENT CHALLENGES AND OPPORTUNITIES, 2001. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2001. p. 215-220.
- TAYLOR, A. G.; ALLEN, P. S.; BENNETT, M. A.; BRADFORD, K. J.; BURRIS, J. S.; MISRA, M. K. Seed enhancements. **Seed Science Research**, [S.l.], v. 8, p. 245-256, 1998.
- TEKRONY, D.M. Accelerated aging test conditions for hybrid corn seed. **Iowa State University**, Ames, v.16, p.3-4, 1996.
- TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: A review. **Crop Science**, v.31, p.816-822, 1991
- TEIXEIRA, F. F.; SOUZA, I. R. P.; GAMA, E. E. G.; PACHECO, C. A. P; PARENTONI, S. N.; SANTOS, M. X.; MEIRELLES, W. F. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 3, p. 483-488, 2001

- TRACY, W.F. Sweet corn. In: HALLAVER, A.R. **Specialty corn**. Boca Raton: [s.n.], 2001. p.155-198.
- TRACY, W.F. Sweet corn. In: Hallauer, A. R. **Specialty corns**. New York, CRC Press, Boca Raton, 1994. p. 148-187.
- TRACY, W.F.; JUIK, J.A. Pericarp thickness of a shrunken-2 population of maize selected of improved field emergence. **Crop Science**, Madison, v. 29, n.1, p. 72-74, 1989.
- TRENTINI, P. **Películação: preservação da qualidade de sementes de soja e desempenho no estabelecimento da cultura em campo na região de Alto Garças, MT**. 2004. 117 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- TOLEDO, F.F. et al. Vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.) avaliado pela precocidade de emissão da raiz primária. **Scientia Agricola**, v.56, n.1, p.191-196, 1999.
- TOLEDO, F.F., MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Ceres, 1977. 224p
- TSIMBA, R.; EDMEADES, G.O.; MILLNER, J.P.; KEMP, P.D. The effect of planting date on maize grain yields and yield components. **Field Crops Research**, v.150, p.135 -144, 2013.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **World Agricultural Supply and Demand Estimates**.
- VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.
- WATERS, L.; BLANCHETTE, B. Prediction of sweet corn field emergence by conductivity and cold tests. **Journal of American Society Horticultural Science**, v.108, n.5, p.78-781, 1983.
- WEST, S.H. Polymers as moisture to maintain seed quality. **Crop Science**, Madison, WI, v.25, p.91-94, 1983.
- WILLIAMS, M. M. Agronomics and economics of plant population density on processing sweet corn. **Field Crops Research**, v. 128, n. 1, p. 55-61, 2012.
- WILSON JR., D.O.; LAWSON, R.C. Light improves reproducibility of sweet corn seed germination tests. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v.18, n.1, p.7-15, 1994.
- WILSON, D.O.; MOHAN, S.K. Effect of seed moisturisation and fungicide treatment on final stand of low vigor *shrunken 2* sweet corn inbreds. **Journal Prodc. Agriculture**, v.5, p.510-512, 1992.
- WOLTZ, J.M.; TEKRONY, D.M. Accelerated aging test for corn seed. **Seed Technology**, Lincoln, v.23, n.1, p.21-34, 2001.

ZAMARIOLA, N.; OLIVEIRA, J.A.; GOMES, L.A.A.; JÁCOME, M.F.; REIS, L.V.R. Effect of drying, pelliculation and storage on the physiological quality of eggplant seeds. **Journal of Seed Science**, v.36, n.2, p.240-245, 2014.

ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C.; SOUSA, T. M.; RAMOS, D. D. Produção e renda líquida de milho verde em função da época de amontoa. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 95-100, 2009.

ZUCARELI, C.; CAVARIANIS, C.; SBRUSSI, C.A.G.; NAKAGAWA, J.; Teste de deterioração controlada na avaliação do vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n 4 p. 732 - 742, 2011.

WANG, Y.-J.; WHITE, P.; POLLAK, L.; JANE, J.-L. Amylopectin and intermediate materials in starches from mutant genotypes of the Oh43 inbred line. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v. 70, p. 521-525, 1993.

4.1 ARTIGO A:

VIGOR INICIAL NA CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO SUPERDOCE ARMAZENADAS EM DIFERENTES AMBIENTES

RESUMO - Especialmente para sementes mais frágeis, como as de milho superdoce, o vigor inicial pode interferir no declínio da qualidade fisiológica durante o armazenamento com intensidades variáveis em função do ambiente. O objetivo do trabalho foi determinar o efeito do nível de vigor inicial na conservação da qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce em diferentes ambientes de armazenamento. Foram utilizados oito lotes de sementes do híbrido simples Tropical Plus, com diferentes níveis de vigor e potenciais germinativos semelhantes. As sementes foram acondicionadas em embalagens individuais de papel multifoliado e armazenadas em condições não controladas de umidade e temperatura e em câmara fria (10°C e UR < 60%). Determinou-se ao longo do armazenamento (0, 4, 8, 12 e 16 meses) a qualidade fisiológica dos lotes mediante as seguintes avaliações: primeira contagem, porcentagem de germinação, emergência de plântulas em campo, envelhecimento acelerado, teste de frio e comprimento e massa seca de plântulas. Os dados foram submetidos a análise de variância seguindo o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8 x 5 (lotes X épocas de armazenamento), separadamente para cada ambiente. Para lotes os dados foram submetidos à comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% e para as épocas de armazenamento submetidos a estudo de regressão até 2º grau. A manutenção da qualidade fisiológica de sementes de milho, durante o armazenamento, depende do vigor inicial das sementes e das condições de armazenamento. Lotes de vigor intermediário e alto apresentam melhor qualidade fisiológica ao longo do armazenamento tanto em condições ambientais não controladas quanto em câmara fria. Em câmara fria a qualidade fisiológica é mantida acima do padrão de comercialização, inclusive para os lotes de baixo vigor, ao longo do armazenamento. Os lotes de baixo vigor quando armazenados em condições não controladas mantiveram o padrão de comercialização apenas por quatro meses.

Temos para indexação: *Zea mays*, deterioração, longevidade, germinação, potencial fisiológico

INITIAL VIGOR ON THE PHYSIOLOGICAL QUALITY CONSERVATION OF SUPER SWEET CORN SEEDS STORED IN DIFFERENT ENVIRONMENTS.

ABSTRACT – Especially to the most fragile seeds as super sweet corn seeds the initial vigor can cause declines in the physiological quality of seeds during storage with variable intensity the environment. The aim of the study was to evaluate the effect of the initial vigor level on the physiological quality conservation of super sweet corn seeds stored in different environments. The experiment was conducted with eight lots of Tropical Plus simple hybrid seeds with different vigor levels and similar germinative potential. The seeds were placed into individual multiwall paper bags, stored under uncontrolled temperature and humidity conditions and into a cold chamber (10°C and < 60% RH). During storage, initially and every four months thereafter (0, 4, 8, 12 and 16 months), the seed lots were evaluated for physiological quality through the following determinations and tests: first count, germination percentage, seedling emergence in the field test, accelerated aging, cold test and length and dry mass of seedlings. Data were subjected to analysis of variance in a completely randomized design, in a 8 x 5 factorial design (Lot x Storage time) for each environment. Data were evaluated by comparison of means using Tukey test at 0.05 probability for lots and were subjected to regression analysis (grade 2) for storage times. The maintenance of corn seed physiological quality during storage depends on the seeds initial vigor and storage conditions. The results showed that seed lots with high and intermediate vigor had better physiological quality during storage both under uncontrolled environmental conditions as into cold chamber. Into cold chamber the physiological quality is maintained above the marketing standard also for low vigor seed lots, during storage. Otherwise, when stored under uncontrolled environmental conditions, the low vigor seed lots kept the marketing standard only for four months.

Index terms: *Zea mays*, deterioration, longevity, germination, physiological potential

INTRODUÇÃO

Com alto teor de açúcar, o milho doce apresenta melhor sabor e mais nutrientes que o milho comum. Os alelos recessivos mutantes tais como *shrunken-2* (*sh-2*), *brittle* (*bt*), *sugary enhancer* (*se*), *sugary* (*su*) e *brittle-2* (*bt2*), afetam a biossíntese de

carboidratos no endosperma das sementes (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2006), e faz com que as sementes de milho doce apresentem reduzida espessura do pericarpo e maiores quantidades de açúcares no endosperma. O gene *su* não condiciona excepcionais teores de açúcares como é o caso dos mutantes *bt* e *sh*, portanto, as cultivares dos genótipos *sh* e *bt* são chamadas de superdoces (TRACY, 1994).

Essas características das sementes de milho doce as deixam mais suscetíveis a danos mecânicos, à entrada e proliferação de patógenos e à deterioração (WATERS; BLANCHETTE, 1983), tornando-as de menor qualidade fisiológica. O baixo vigor das sementes é um dos motivos que dificulta a popularização do milho doce na agricultura (GUPTA et al., 2005). A baixa germinação e vigor das sementes de milho com o gene *sh-2* sob condições de campo, tem limitado a sua aceitação e tem sido causa de estudos conduzidos em nível fisiológico tentando explicar porque isto ocorre (SCAPIM, 1994). Contudo, este segmento tem crescido nos últimos anos e a tendência é a manutenção deste crescimento, visando, principalmente, o mercado para exportação (USDA, 2013).

A germinação e o vigor das sementes estão entre os principais fatores para garantir a produtividade da cultura. O alto vigor é extremamente importante, uma vez que a germinação, o estande inicial e a uniformidade da cultura são controlados pelo vigor das sementes (GUPTA et al., 2005). Segundo Marcos Filho (2005), a máxima qualidade fisiológica alcançada na fase de maturação das sementes decresce a partir deste ponto, em intensidade variável conforme o genótipo, o vigor inicial e os fatores ambientais aos quais as sementes são expostas.

Considerando a deterioração das sementes como um processo inevitável, é necessário providenciar para que seu início seja retardado ou, para pelo menos, impedir a redução rápida e acentuada da viabilidade e do vigor, até o momento da futura instalação da cultura (MARCOS FILHO, 2005). As sementes consideradas mais vigorosas são as que se deterioram mais lentamente e assim, toleram o estresse e suportam as condições adversas de armazenamento (OLIVEIRA, 2013).

Apesar da longevidade das sementes ser variável de acordo com o vigor e o genótipo, o armazenamento adequado das sementes pode ser uma alternativa para prolongar a sua qualidade fisiológica, diminuindo a velocidade de deterioração (GARCIA et al., 2014), principalmente para as espécies mais propensas a este fenômeno, como é o caso das sementes de milho doce. Desta forma o armazenamento de sementes assume

papel importante no processo produtivo e, quando realizado adequadamente, minimiza o declínio da qualidade e o descarte de lotes (ZONTA et al., 2014).

Para sementes ortodoxas, as melhores condições de manutenção da qualidade fisiológica são a baixa temperatura e umidade relativa do ar, por reduzirem a atividade metabólica do embrião e, conseqüentemente, a deterioração (MARCOS FILHO, 2005; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Segundo Merrit et al. (2003), o conhecimento sobre a relação existente entre a temperatura de armazenamento, a umidade relativa do ar ambiente e o teor de água da semente é imprescindível para o desenvolvimento de protocolos de armazenamento de sementes.

Diversos trabalhos envolvendo variações na temperatura e umidade relativa do ar, durante o armazenamento de semente de milho, evidenciam que uma das combinações ideais para a conservação, por períodos curtos entre a colheita e a semeadura, seria a proporcionada por semente com 12,0 a 13,0% de água, em ambiente sob temperatura de 20°C e umidade relativa do ar abaixo de 60% (DELOUCHE e BASKIN, 1973; MAEDA et al., 1987).

Camargo e Carvalho (2008), avaliando os efeitos de ambientes sobre a qualidade de semente de milho doce, concluíram que o armazenamento sob condições de câmara refrigerada (10°C e 50% U.R) é mais eficiente para a preservação da qualidade fisiológica quando comparados ao armazenamento em condições ambientais. No entanto, são poucos os estudos referentes às condições de armazenamento relacionadas ao vigor inicial dos lotes de sementes, sendo inexistentes para a cultura do milho doce.

Considerando a importância das condições de armazenamento, bem como da interação dessas com o vigor inicial, para a longevidade das sementes, objetivou-se estudar o efeito do vigor inicial dos lotes na conservação da qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce em diferentes ambientes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR. Foram utilizados oito lotes de sementes de milho superdoce (L1 a L8) do híbrido simples Tropical Plus. Os lotes apresentavam porcentagens de germinação semelhantes e dentro dos padrões de comercialização para a espécie (acima de 60%) (BRASIL, 2013). As sementes foram tratadas com inseticidas (pirimifós-metílico 50% 0,016 L ton⁻¹ e

Deltamethrin 2,5% 0,04 ton⁻¹) e fungicidas (Metalaxyl-M 1,0 % + Fludioxonil 2,5% 1,00 ton⁻¹ e Carboxim 20% + Thiram 20%, 6,0 ton⁻¹).

Para a padronização e separação dos lotes em diferentes níveis de vigor foi realizada a caracterização da qualidade fisiológica inicial dos lotes mediante as seguintes avaliações: **Germinação e primeira contagem:** utilizadas quatro repetições de 50 sementes, em papel germitest umedecido na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato. Os rolos de papel, acondicionados em sacos plásticos, foram mantidos em germinadores sob temperatura de 25 °C. A avaliação constou de duas contagens, aos quatro (primeira contagem) e sete dias após a instalação do teste, com resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009). **Emergência das plântulas no campo:** conduzido com quatro repetições de 50 sementes, semeadas a 5 cm de profundidade em linhas de 2,5 m, distanciadas de 0,30 m entre si. A avaliação foi realizada aos 14 dias após a semeadura e o resultado expresso em porcentagem (NAKAGAWA, 1994). **Teste de envelhecimento acelerado:** quatro repetições de 50 sementes envelhecidas a 42°C por 72 horas (DIAS; BARROS, 1995) e posteriormente colocadas para germinar segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). **Teste de frio:** conduzido utilizando a metodologia do rolo de papel sem solo, com quatro repetições de 50 sementes (DIAS; BARROS, 1995). **Teste de condutividade elétrica:** quatro repetições de 25 sementes, previamente pesadas, foram colocadas para embeber em 75 ml de água destilada, por um período de 24 horas a 25°C (DIAS; BARROS, 1995). **Comprimento de plântulas:** As sementes, posicionadas com a extremidade da radícula para a parte inferior do papel, foram distribuídas no terço superior, no sentido longitudinal sobre o substrato de papel pré-umedecido. Foram confeccionados quatro rolos, de modo semelhante ao teste de germinação, contendo 10 sementes cada, totalizando 40 sementes por tratamento (BRASIL, 2009) e estes colocados para germinar por sete dias. Após este período mediu-se em centímetros o comprimento da parte aérea e da raiz primária das plântulas normais. **Massa seca de plântulas:** as plântulas utilizadas na avaliação do comprimento de plântula foram separadas em duas porções, parte aérea e radicular, e secas a 65°C até massa constante e os resultados foram expressos em grama por plântulas das porções aérea e radicular (NAKAGAWA, 1999).

Para a avaliação da influência do vigor inicial dos lotes e do ambiente de armazenamento na conservação da qualidade fisiológica de sementes de milho doce, as sementes foram divididas em duas porções e acondicionadas em embalagens de papel

multifoliado e armazenadas, em condições ambientais não controladas e câmara climatizada, por um período de 16 meses.

A umidade e temperatura da câmara fria permaneceram constantes durante todo o período de armazenamento, 10 °C e umidade inferior a 60%, enquanto as do ambiente oscilaram de acordo com as variações climáticas da região (Figura 1). Durante o armazenamento foram realizadas cinco avaliações periódicas da qualidade fisiológica dos lotes (0, 4, 8, 12 e 16 meses), mediante as mesmas avaliações realizadas e descritas para a caracterização inicial dos lotes, com adição da porcentagem de plântulas anormais no teste de germinação e, expressão do resultados de comprimento e massa seca total por plântula.

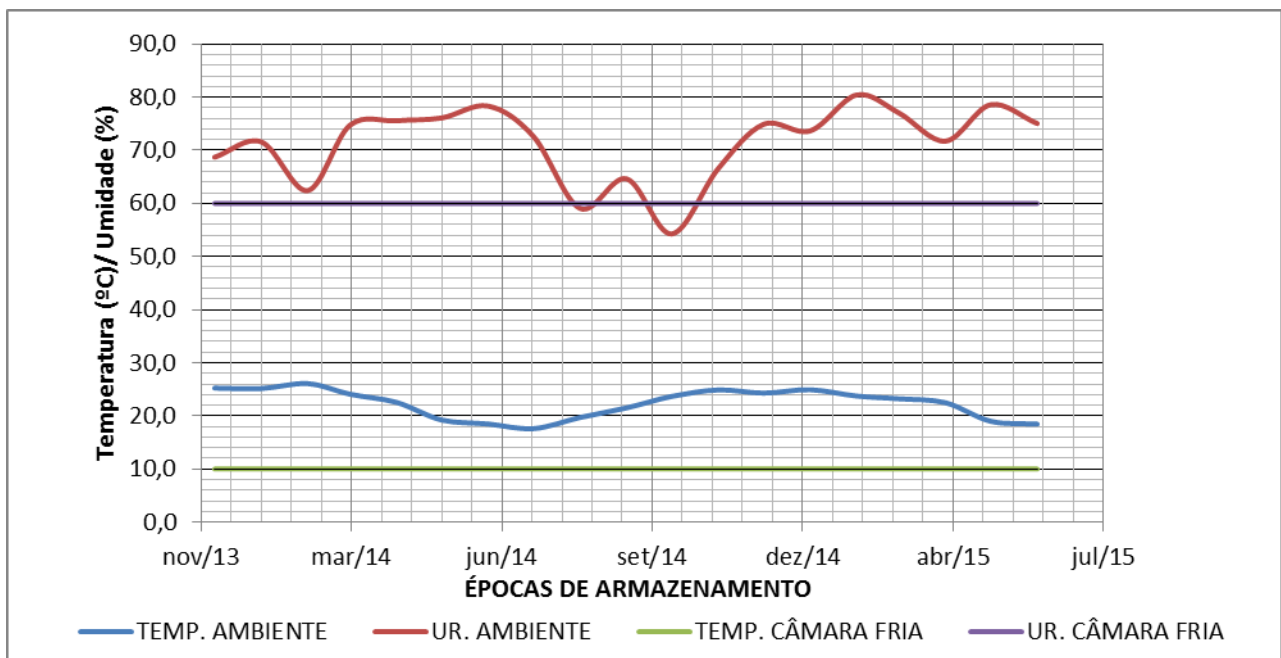


Figura 1: Temperatura e Umidade relativa de armazenamento das sementes de milho doce, Tropical Plus em condições ambientais não controladas e em câmara fria.

Os dados obtidos na caracterização inicial dos lotes foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey aos 5% de probabilidade, seguindo o delineamento inteiramente casualizado. No estudo da influência do nível de vigor e do ambiente no armazenamento das sementes de milho superdoce, foi realizada a análise de variância seguindo o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8 x 5 (lotes X épocas de armazenamento), separadamente para cada ambiente de armazenamento. Para lotes os dados foram submetidos à comparação de

médias pelo teste de Tukey a 5% e para épocas de armazenamento a estudo de regressão até 2º grau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar das diferenças estatísticas em relação à germinação dos lotes (Tabela 1) na caracterização inicial, todos apresentavam valores entre 82 e 92 %, portanto, acima do padrão utilizado para a comercialização de sementes da cultura de milho superdoce, que é de 60% (BRASIL, 2013). Para o estudo comparativo entre lotes com diferentes níveis de vigor a alta porcentagem de germinação é fundamental, já que, a perda da capacidade germinativa das sementes é o último processo que ocorre na deterioração das mesmas (MARTINS et al., 2009).

Tabela 1 -Primeira contagem (P.C), germinação (G), emergência em campo (E.C), teste de frio (T.F), envelhecimento acelerado (E.A), condutividade elétrica (C.E) massa seca da raiz (M.S.R), massa seca da parte aérea (M.S.PA), comprimento da raiz (C.R), comprimento da parte aérea (C.PA) da caracterização inicial de qualidade fisiológica de oito lotes de milho super doce, cv. Tropical Plus. Londrina, 2016.

	P.C (%)	G. (%)	E.C (%)	E.A (%)	T.F (%)	C.E (µS/cm/g)	M.S.R (mg)	M.S.PA (mg)	C.R (cm)	C.PA (cm)
L1	72 abc	92 a	95 a	86 a	91 a	73,85 a	1,502 a	2,576 a	14,63 a	11,73 a
L2	74 ab	93 a	96 a	80 a	92 a	69,14 a	1,516 a	2,291 ab	14,33 ab	10,88 ab
L3	69 bc	90 ab	95 a	84 a	90 a	60,61 a	1,500 a	2,316 ab	13,96 ab	11,57 a
L4	64 bc	92 a	92 ab	81 a	85 ab	67,12 a	1,337 ab	2,128 abc	13,10 abc	10,03 abc
L5	86 a	86 ab	90 ab	79 a	88 ab	71,06 a	1,206 ab	2,092 bc	9,50 c	8,05 c
L6	49 d	90 ab	91 ab	75 ab	89 a	71,49 a	1,337 ab	1,940 bc	11,06 abc	9,05 bc
L7	58 cd	89 ab	87 b	59 b	80 b	73,85 a	1,195 ab	2,044 bc	10,45 abc	9,28 bc
L8	61 bcd	82 b	90 ab	24 c	71 c	151,38 b	0,999 b	1,778 c	9,91 bc	8,85 bc
CV %	8,72	4,66	3,35	10,18	4,19	14,64	11,43	9,49	15,66	9,2

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Com a análise conjunta dos dados obtidos na caracterização inicial, foi possível diferenciar os lotes em três níveis de vigor (alto, intermediário e baixo). Os lotes L1, L2 e L3 comportaram-se de maneira superior para todas as variáveis analisadas, exceto o L3 na primeira contagem, sendo classificados como lotes de alto vigor. Os lotes L7 e L8, em geral, apresentaram desempenho inferior aos demais, agrupados portanto como de baixo vigor. Os lotes L4, L5 e L6, por não diferirem, em geral, dos lotes de alto e baixo vigor, foram designados como lotes de vigor intermediário.

Os dados médios da primeira contagem (P.C), germinação (G), anormais (A), emergência em campo, envelhecimento acelerado (E.A), teste de frito (T.F), massa

seca das plântulas (M.S.P) e comprimento das plântulas(C.P), no estudo do efeito do nível de vigor inicial dos lotes de sementes de milho superdoce e do tempo para o armazenamento em condições ambientais não controladas e câmara fria são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 –Dados médios da primeira contagem (P.C), germinação (G), anormais (A), emergência em campo (EC), envelhecimento acelerado (E.A),teste de frio (T.F), massa seca da plântula (M.S.P), comprimento da plântula (C.P), de oito lotes de milho super doce, Tropical Plus, armazenados em condições ambientais não controlada e em câmara fria, por zero, quatro, oito, 12 e 16 meses. Londrina, 2016.

	ÉPOCAS/LOTES	P.C	G.	A.	E.C	E.A	T.F	M.S.P	C.P
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(g)	(cm)
CONDIÇÕES NÃO CONTROLADAS	1º ÉPOCA	69	90	6	91	77	88	0,0256	27,26
	2º ÉPOCA	45	75	10	81	62	73	0,0249	29,83
	3º ÉPOCA	48	73	10	71	42	65	0,03	31,29
	4º ÉPOCA	50	71	17	58	28	54	0,0176	20,45
	5º ÉPOCA	17	57	11	55	4	42	0,0178	18,84
	L1	61a	82ab	6d	82a	55b	75a	0,0301a	29,91ab
	L2	47bc	77b	11bc	74b	47c	67c	0,0244ab	25,24cd
	L3	43cd	79ab	7cd	69c	37d	70bc	0,0198c	23,56de
	L4	49bc	77b	9cd	82a	58b	72ab	0,0239ab	30,76a
	L5	52b	78ab	8cd	75b	49c	69bc	0,0239ab	26,98bc
	L6	53b	84a	8cd	85a	65a	76a	0,0232ab	27,18bc
	L7	47bc	77b	11bc	74b	47c	67c	0,0244ab	25,24cd
	L8	23e	42d	23a	41e	4f	31e	0,0203c	18,57f
	ÉPOCA (E)	220,157**	99,180**	26,864**	371,439**	1039,278**	661,167**	16,316**	102,567**
	LOTES (L)	50,665**	81,090**	35,396**	219,078**	313,469**	296,646**	4,035**	33,828**
É * L	9,450**	6,093**	5,281**	19,367**	28,170**	13,102**	1,697**	3,810**	
CV	15,49	9,11	38,86	6,29	11,7	6	32,28	12,24	
CÂMARA FRIA	1º ÉPOCA	69	90	6	92	77	88	0,0256	27,26
	2º ÉPOCA	59	92	5	90	73	85	0,03	31,92
	3º ÉPOCA	59	90	6	82	70	86	0,0317	33,07
	4º ÉPOCA	52	88	3	78	70	78	0,0294	32,33
	5º ÉPOCA	49	83	11	76	66	72	0,0301	26,97
	L1	67a	94a	3d	91a	87a	91a	0,0347a	33,02a
	L2	72a	91ab	5cd	88a	81b	81c	0,0326ab	31,43ab
	L3	54c	92ab	4cd	88a	81b	82bc	0,0312ab	30,70b
	L4	56bc	91ab	6bcd	97a	83ab	85abc	0,0291b	31,13ab
	L5	61b	88bc	6bcd	88a	84ab	85bc	0,0310ab	30,90ab
	L6	54c	88b	7abc	88a	83ab	87ab	0,0301b	32,00ab
	L7	50cd	84cd	8ab	78b	60c	72d	0,0246c	27,16c
	L8	45d	83d	9a	63c	10d	70d	0,0219c	26,15c
	ÉPOCA (E)	54,515**	18,557**	21,183**	80,735**	14,989**	46,560**	9,041**	50,937**
	LOTES (L)	43,001**	13,655**	8,004**	89,510**	435,819**	34,831**	19,307**	20,863**
É * L	6,170**	1,783*	1,571*	13,036**	1,006NS	2,851**	1,838*	1,479NS	
CV	10,44	5,04	54,6	5,27	7,85	6,83	14,59	7,71	

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade.

Em condições ambientais não controladas houve interação entre os fatores para todas as variáveis analisadas, a nível de 1% de probabilidade. Com relação ao armazenamento em câmara fria, apenas para o envelhecimento acelerado e comprimento de plântulas, não foi observado interação entre os fatores lotes e épocas. As variáveis primeira contagem, emergência em campo e teste frio apresentaram interação significativas a 1%, enquanto germinação, plântulas anormais e massa seca de plântula interagiram a 5% de significância.

Os efeitos da interação entre os fatores lotes e épocas de armazenamento, demonstram que a qualidade fisiológica durante o armazenamento esta relacionada com a caracterização inicial das sementes, ou seja, a conservação das sementes durante o armazenamento é dependente do vigor inicial das mesmas. Paolinelli e Braga (1997), avaliando 24 alterações na qualidade de sementes de algodão durante o armazenamento, também obtiveram interações altamente significativas entre níveis de vigor das sementes e períodos de armazenamento.

Conforme Toledo e Marcos Filho (1977), o potencial de conservação das sementes é determinado pela velocidade do processo de deterioração e pode variar entre diferentes lotes da mesma espécie e cultivar. Segundo Delouche (1968) vigor e deterioração estão intimamente interligados, uma vez que o ponto de máximo vigor da semente é aquele de mínima deterioração, onde se inclui toda e qualquer mudança degenerativa e irreversível na qualidade, depois de a semente ter atingido o máximo de qualidade. Àquelas de alto vigor chegarão ao final do armazenamento em melhores condições que as de menor vigor (CARVALHO, 1994).

Analisando as médias das cinco épocas de avaliação, das variáveis avaliadas dos oitos lotes de sementes, durante o armazenamento em condições não controladas e câmara fria, nota-se que os lotes L7 e L8, de baixo vigor inicial, mostraram-se inferiores, exceto para massa seca de plântula em condições não controladas de temperatura e umidade (Tabela 3). Com relação aos lotes de vigor intermediário e alto, em geral, estes não diferiram estatisticamente, apresentando desempenho semelhante. Segundo Oliveira (2013), as sementes consideradas mais vigorosas são as que se deterioram mais lentamente e assim, toleram o estresse e suportam as condições adversas de armazenamento.

Tabela 3 –Características fisiológicas de sementes de oito lotes de milho super doce, Tropical Plus, armazenadas por diferentes períodos em condições ambientais não controladas e em câmara fria. Londrina, 2016.

	LOTES	PRIMEIRA CONTAGEM (%)					GERMINAÇÃO (%)					ANORMAIS (%)				
		0	4	8	12	16	0	4	8	12	16	0	4	8	12	16
COND. Ñ CONTROLADAS	L1	70abc	59a	74a	73a	28a	95	80a	80a	80a	71ab	2	4b	8ab	9b	4b
	L2	80a	56ab	36c	45c	16ab	85	84a	75a	75a	65abc	11	5b	11ab	17b	10b
	L3	63bc	28cd	63ab	53bc	10bc	90	85a	81a	81a	52c	5	6b	6b	12b	7b
	L4	69abc	54ab	32cd	62ab	30a	90	75a	80a	80a	61bc	6	9b	8ab	13b	12b
	L5	77ab	50ab	47bc	66ab	16ab	89	83a	78a	78a	59bc	8	7b	7ab	9b	9b
	L6	61c	53ab	67a	53bc	30a	93	84a	83a	83a	77a	4	7b	9ab	13b	4b
	L7	73abc	42bc	46c	27d	5bc	88	75a	59b	59b	57bc	6	8b	11ab	29a	12b
	L8	59c	20d	20d	16d	1c	86	33b	48b	33c	10d	6	24a	16a	28a	30a
CÂMARA FRIA	L1	70abc	64ab	67ab	63a	73a	95	98a	91ab	91	92a	2b	1	5	0b	5c
	L2	80a	75a	72a	60a	72a	85	97a	93ab	92	88ab	10a	1	3	1ab	6bc
	L3	63bc	59bc	52bc	58ab	35cd	90	95ab	96a	92	84ab	5ab	1	3	2ab	10abc
	L4	69abc	49cd	58bc	56ab	46bc	90	93ab	91ab	89	88ab	5ab	5	5	4ab	8bc
	L5	77a	59bc	62ab	50bc	56b	89	92abc	88ab	87	82bc	5ab	5	6	2ab	12ab
	L6	61bc	53bcd	56bc	53ab	47bc	93	92abc	90ab	85	81bc	4ab	5	6	4ab	13ab
	L7	73abc	45d	49c	45b	30d	88	83c	84b	87	74c	8ab	8	6	4ab	13ab
	L8	59c	61bc	55bc	29c	30d	86	85bc	87ab	84	73c	6ab	8	7	8a	16a
		MORTAS (%)					EMERGÊNCIA EM CAMPO (%)					COMPRIMENTO DE PLÂNTULA (cm)				
COND. Ñ CONTROLADAS	L1	2	15b	11b	10b	25bc	95	59a	82a	71b	69b	31,9a	32,7a	32,0b	28,6a	24,2a
	L2	3	12b	13b	7b	25bc	93	56ab	80a	56c	57c	26,4ab	30,4abc	31,1b	17,7c	20,3ab
	L3	5	8b	13b	6b	35b	90	28cd	76a	49c	41d	28,1ab	30,1abc	32,5b	17,1c	9,9cd
	L4	5	16b	11b	6b	27bc	90	54ab	82a	76ab	72b	26,8ab	33,1a	41,1a	26,3ab	26,3a
	L5	3	9b	14b	12b	31bc	89	50ab	78a	67b	63bc	29,8ab	31,9ab	32,8b	17,4c	22,9a
	L6	3	8b	8b	3b	18c	94	53ab	80a	82a	82a	28,9ab	29,9abc	32,9b	21,4bc	22,6ab
	L7	5	16b	29a	11b	36b	89	42bc	56b	34d	36d	23,0b	25,5bc	26,6bc	19,2c	16,0bc
	L8	7	31a	35a	38a	59a	86	20d	28c	22e	17e	23,0b	24,8c	21,1c	15,6c	8,2d
CÂMARA FRIA	L1	2	0	3ab	9	2b	94ab	91	90a	90a	86a	31,9a	33,6ab	36,9a	35,1a	27,5abc
	L2	4	1	3ab	6	6ab	92ab	91	83ab	86a	84a	26,4bcd	32,3abc	36,1a	34,4a	27,8abc
	L3	5	3	0b	5	5ab	90ab	92	88a	84a	83a	28,1abc	32,5abc	32,7ab	32,8ab	27,2abc
	L4	5	1	2ab	6	3b	90ab	89	86a	84a	84a	26,8abcd	32,2abc	34,4ab	34,6a	27,5abc
	L5	6	2	6ab	10	5ab	89ab	90	87a	87a	85a	29,8ab	31,4abc	31,0bc	32,6ab	29,7a
	L6	3	2	3ab	10	6ab	94ab	94	85ab	84a	84a	28,9ab	35,1a	35,4ab	31,8ab	28,6ab
	L7	3	8	9a	8	12a	97a	88	76b	62b	64b	23,0d	29,6bc	30,6bc	28,3b	24,2bc
	L8	7	6	5ab	7	10ab	86b	87	58c	46c	35c	23,0cd	28,3c	27,3c	28,9b	23,1c
		ENVELHECIMENTO ACELERADO (%)					TESTE DE FRIO (%)					MASSA SECA DE PLÂNTULA (g)				
COND. Ñ CONTROLADAS	L1	90a	80a	59bc	41bc	3bc	94a	82a	75ab	66bc	54ab	0,029	0,0247	0,0502a	0,0240	0,0200
	L2	90a	78a	39d	26d	0c	89ab	79a	72ab	51de	43cde	0,029	0,0195	0,0380ab	0,0147	0,0212
	L3	86a	67b	20e	10e	0c	90ab	83a	78a	54d	42de	0,028	0,0197	0,0247b	0,0140	0,0127
	L4	89a	78a	68b	42b	12ab	89ab	79a	75ab	67b	51bc	0,021	0,0257	0,0290b	0,0262	0,0202
	L5	88a	74ab	50c	30cd	2bc	91a	79a	67b	59cd	48bcd	0,027	0,0287	0,0275b	0,0167	0,0192
	L6	89a	74ab	81a	60a	18a	91a	80a	71ab	77a	60a	0,027	0,0317	0,0225	0,0167	0,0182
	L7	64b	36c	16e	10e	0c	82bc	63b	52c	45e	36e	0,023	0,0237	0,0225b	0,0157	0,0152
	L8	14c	6d	1f	0f	0c	76c	35c	33d	9f	0f	0,021	0,0255	0,0257b	0,0132	0,0127
CÂMARA FRIA	L1	90	86	86	87	84	94a	91	93a	88a	87a	0,0292	0,0342a	0,0397a	0,0372a	0,0330a
	L2	90	81	78	77	78	89a	86	83abc	81ab	65b	0,0287	0,0317ab	0,0337ab	0,0352a	0,0337a
	L3	86	85	79	80	73	90a	89	89a	75bc	67b	0,0280	0,0335a	0,0310abc	0,0325a	0,0310ab
	L4	89	83	82	82	80	89a	89	87abc	81ab	81a	0,0205	0,0327a	0,0305abc	0,0305ab	0,0312ab
	L5	88	83	87	84	79	91a	81	88ab	85ab	80a	0,0272	0,0317ab	0,0335ab	0,0312a	0,0312ab
	L6	89	89	80	80	77	91a	87	93a	80ab	85a	0,0267	0,0267ab	0,0377a	0,0302ab	0,0290ab
	L7	64	66	59	62	49	82ab	79	75c	62d	60bc	0,0232	0,0267ab	0,0260bc	0,0170c	0,0300ab
	L8	14	9	8	9	8	76b	79	76bc	67cd	49c	0,0212	0,0227b	0,0217c	0,0215bc	0,0225b

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Para a primeira contagem de germinação os lotes de baixo vigor (L7 e L8) apresentaram menor porcentagem de plântulas normais para todas as épocas e condições de armazenamento (Tabela 3). Segundo Munizzi et al. (2010), as sementes mais vigorosas apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, propiciando germinações mais rápidas. É possível observar também decréscimo na porcentagem de plântulas normais na primeira contagem em função do tempo nas diferentes condições de armazenamento as quais as sementes foram expostas (Figura 2A e 2B).

Os lotes de vigor alto e intermediário apresentaram menor taxa de declínio, salientado, principalmente, pelos lotes L1, L2, L4, L5 e L6 aos 16 meses de armazenamento. O lote L8, em condições não controladas de armazenamento e o lote L7 em câmara fria, apresentaram curvas de tendências convexas, sinalizando um declínio acentuado na velocidade de germinação desde os primeiros meses de armazenamento. O vigor de sementes é um índice do grau de deterioração fisiológica e/ou integridade mecânica de um lote de sementes de alta germinação, representando sua ampla habilidade de estabelecimento no ambiente (ISTA, 2006).

Analisando os dados de germinação ao decorrer do armazenamento, é possível observar que os lotes de baixo vigor, armazenados em condições não controladas, diferiram estatisticamente dos lotes de alto vigor desde o quarto (L8) e oitavo mês (L7), enquanto armazenadas em câmara fria foram estatisticamente inferiores apenas na quinta época de avaliação, ou seja, último mês de armazenamento (Tabela 3). Este resultado destaca a importância de boas condições de armazenamento, em especial para sementes de baixo vigor.

Os resultados obtidos para a germinação realçam que a velocidade do processo de deterioração, ao longo do período de armazenamento, é controlada em função da longevidade, da qualidade inicial das sementes e das condições do ambiente, mas que, 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 selecionadas (NASCIMENTO, 2009).

Quando observado as linhas de tendência da porcentagem de germinação dos lotes armazenados em condições ambientais não controladas, a inferioridade dos lotes de baixo vigor (L7 e L8), também é evidenciada. Nota-se que

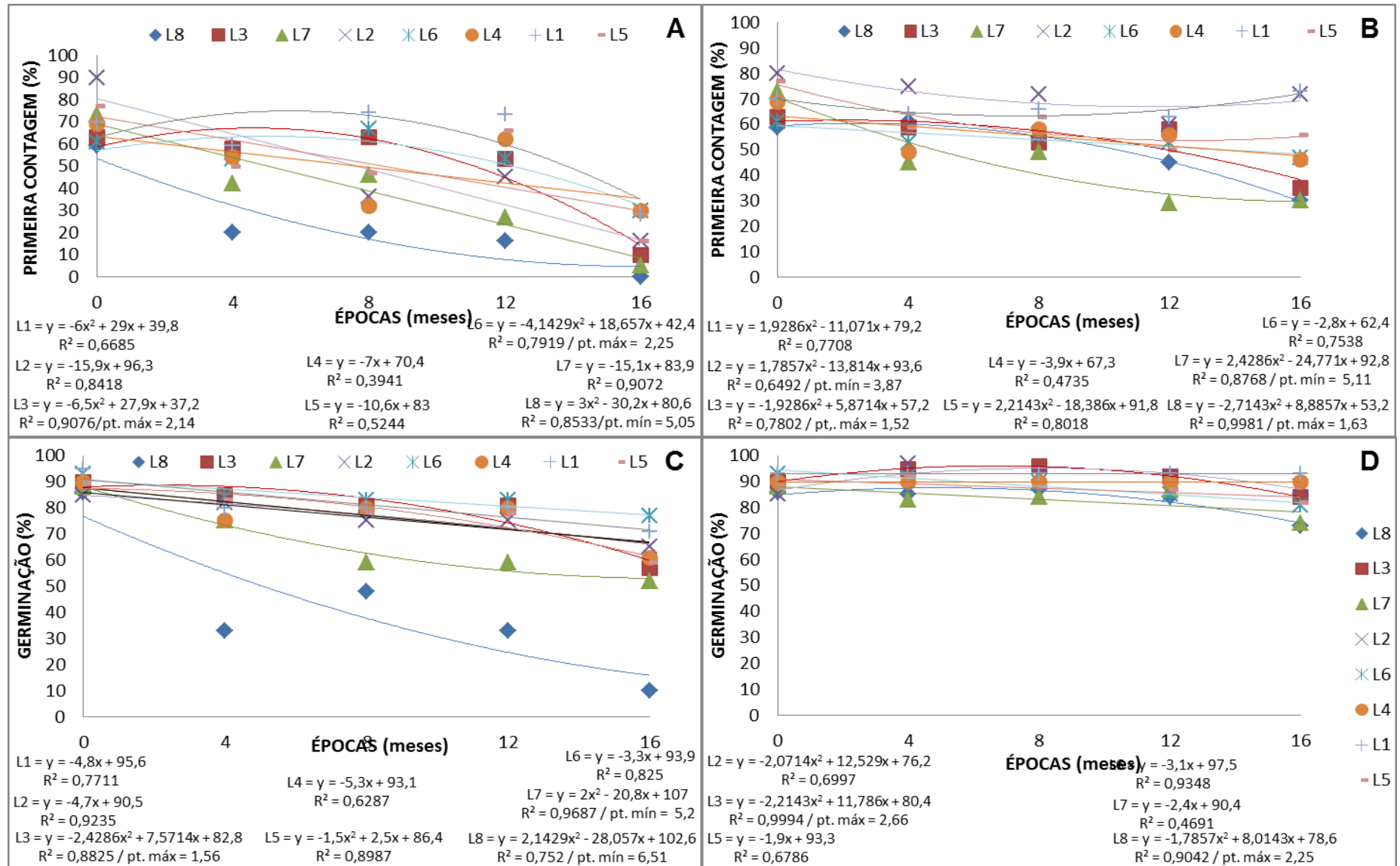


Figura 2:Primeira contagem e germinação de diferentes lotes de sementes de milho super doce, durante o armazenamento em temperatura ambiente (A - C) e câmara fria (B - D).

ambos os lotes ajustaram-se a uma função quadrática negativa, apontando uma perda da capacidade germinativa acentuada logo nos primeiros meses de armazenamento. As porcentagens de germinação dos lotes de vigor intermediários e alto também decresceram, no entanto, de maneira menos expressiva, apresentando resultados parecidos entre si, destacados pela proximidade das linhas de tendência durante todo o armazenamento (Figura 2C).

Segundo Carvalho (1994), apesar do processo de deterioração ser inevitável e irreversível, as sementes de alto vigor chegarão ao final do armazenamento em melhores condições que as de menor vigor, corroborando com os resultados deste experimento. É, neste sentido, que o vigor é reconhecido como parâmetro para a caracterização do potencial fisiológico das sementes, apontando os lotes com maior ou menor probabilidade de sucesso após a semeadura em campo ou durante o armazenamento (MARCOS FILHO, 2005).

O armazenamento em câmara fria propiciou elevada porcentagem de germinação para todos os lotes, inclusive os de baixo vigor, durante o armazenamento (Figura 2D). Na última época de avaliação, a germinação dos lotes reduziram e apenas os lotes L7 e L8 atingiram porcentagens inferiores a 80%. Portanto, o armazenamento em câmara fria foi capaz de conservá-las acima do padrão de comercialização, estabelecido pelo Ministério da Agricultura, durante todo o período de armazenamento (BRASIL, 2013).

Grisi e Santos (2007), estudando a influência do armazenamento, na germinação das sementes de girassol, também observaram que em condições de câmara fria, não houve diferença entre as médias de plântulas normais tanto para as sementes com vigor alto quanto para aquelas com vigor baixo, nas três primeiras épocas de armazenamento (0, 90 e 120 dias), com exceção da última época (300 dias) onde as sementes que apresentavam vigor alto obtiveram as maiores médias.

O potencial de armazenamento de diferentes lotes de sementes de uma espécie, sob condições ambientais similares, é determinado pela qualidade fisiológica inicial. O teste de germinação, pelo fato de não avaliar completamente a qualidade de um lote e por oferecer ótimas condições às sementes, possibilita a formação de plântulas normais a partir de sementes em diferentes estádios de deterioração. No entanto, lotes de sementes com porcentagens de germinação semelhantes podem apresentar reduções diferentes na capacidade germinativa, se armazenados sob iguais condições, ocorrência esta atribuída ao vigor (VILLELA; MENEZES, 2009).

A menor porcentagem de germinação dos lotes de baixo vigor, deve-se ao número superior de plântulas anormais dos lotes L7 e L8 (Figura 3), visto que apresentaram valores, em geral, significativamente superior aos demais (Tabela 3), principalmente dos lotes armazenados em condições não controladas de ambiente. A deterioração pode ser sumarizada como sendo a perda da capacidade da semente em produzir uma plântula normal, isso quer dizer, com raízes e parte aéreas bem desenvolvidas, quando em processo de germinação e emergência, sendo a perda desta capacidade, resultante de alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas que ocorrem na semente durante seu ciclo de vida (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO 2001).

Os resultados do teste de primeira contagem e de germinação mostram que, em ambas as condições de armazenamento, as sementes não mantiveram a qualidade inicial até a última época de avaliação, já que a partir da maturidade fisiológica, ocorrem, inevitavelmente, mudanças fisiológicas e bioquímicas graduais, que ocasionam a deterioração e perda gradativa do vigor (CARVALHO; NAKAGAWA 2012). O declínio do potencial fisiológico com o transcurso do tempo não se restringe à diminuição da capacidade de germinação, mas esta vai ficando mais lenta, assim como evidenciado na primeira contagem que é um indicativo de velocidade de germinação, caracterizando a redução do vigor (MARCOS FILHO, 2005).

A emergência em campo, a partir do oitavo mês de armazenamento foi significativamente menor para os lotes de baixo vigor. Portanto, nesta condição de armazenamento, exceto para os lotes L7 e L8 (baixo vigor), o potencial de emergência de plântulas em campo foi preservado por 16 meses, confirmando a importância do vigor inicial dos lotes e do armazenamento adequado das sementes de milho doce. Ao verificar o comportamento dos lotes armazenados em câmara fria, observa-se que todos apresentaram ajuste linear decrescente em função da época de armazenamento, contudo, o decréscimo foi mais acentuado para os lotes de baixo vigor, sendo menos drástico para os de vigor intermediário e alto.

Para a emergência de plântulas em campo é possível observar novamente a inferioridade dos lotes de baixo vigor (L7 e L8) em suportar as condições de armazenamento em relação aos lotes de vigor intermediário e alto. Quando armazenados em condições ambientais não controladas, enquanto os lotes de vigor intermediários e alto (L1, L2, L3, L4 e L6) ajustaram-se a uma função quadrática positiva ou linear, os lotes L7 e L8 (baixo vigor), novamente apresentaram uma função quadrática negativa, demonstrando uma deterioração mais acentuada destas sementes logo nos primeiros

meses de armazenamento (Figura 3C). Esta situação, pode ser explicada por uma atuação mais drástica dos fatores adversos do ambiente sobre as sementes mais fracas de cada lote (MARCOS FILHO, 1992), uma vez que na emergência em campo as condições não são controladas como ocorre no teste de germinação.

Quando comparado os resultados de porcentagem de germinação e emergência de plântulas em campo, verifica-se que, apesar do comportamento semelhante, os valores absolutos encontrados, principalmente na última época de avaliação, foram menores na emergência em campo e em especial para os lotes de menor vigor. Coimbra et al. (2009) também verificaram que a performance de sementes de um híbrido de milho superdoce, foi decrescendo com a época de armazenamento (0-16 meses), principalmente quando avaliada a emergência de plântulas em campo, quando as sementes ficam sujeitas a ação de condições adversas. Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), sementes de baixa qualidade fisiológica apresentam baixa capacidade de estabelecimento no campo.

O teste de germinação é realizado em laboratório sob condições controladas de temperatura, substrato e luz, possibilitando que as sementes expressem o máximo poder germinativo sem que haja interferências externas indesejáveis (PIÑA-RODRIGUES et al., 2004). Por outro lado, o teste de emergência de plântulas não depende só da energia contida no endosperma ou nos cotilédones (HACKBART; CORDAZZO, 2003), mas também das características físicas do substrato (ALBUQUERQUE et al., 1998), além da temperatura, umidade, profundidade de semeadura e disponibilidade de oxigênio (SEVERINO et al., 2004), justificando os menores valores observados em relação ao teste de germinação.

Para o envelhecimento acelerado, os lotes armazenados em câmara fria mantiveram seu desempenho ao longo do armazenamento, sendo os resultados dos lotes de baixo vigor expressivamente menores em todas as épocas de avaliação (Tabela 3). Quando armazenados em temperatura ambiente houve decréscimo de todos os lotes durante o armazenamento, sendo as diferenças significativas, entre os diferentes lotes, diminuídas ao longo do tempo. No teste de frio, a fragilidade dos lotes de baixo vigor é mais uma vez destacada, corroborando os resultados do teste de envelhecimento acelerado (Tabela 3).

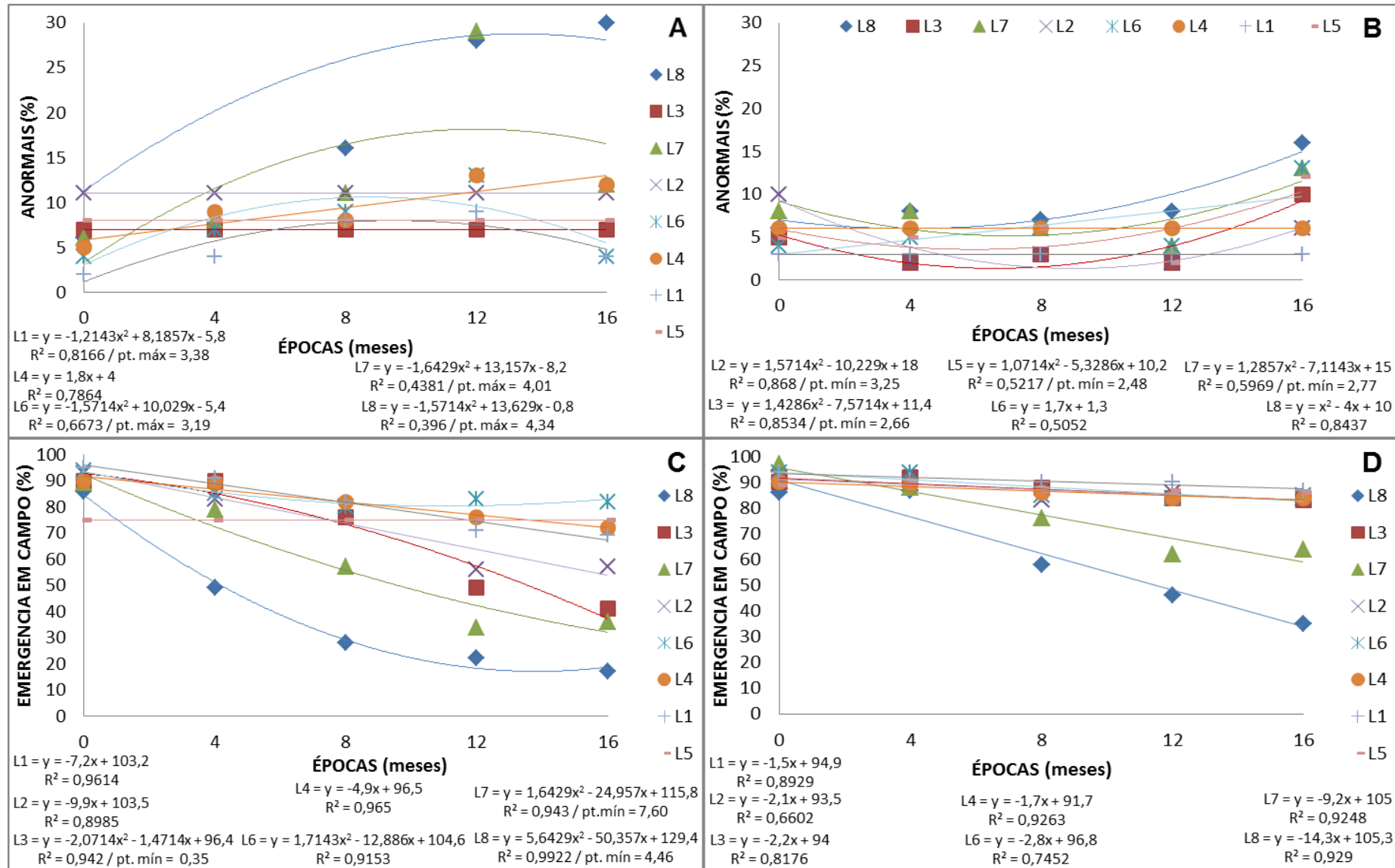


Figura 3: Plântulas anormais e emergência de plântulas em campo de diferentes lotes de sementes milho super doce durante o armazenamento em temperatura ambiente (A - C) e câmara fria (B - D).

Verificando as linhas de tendências do teste de frio e envelhecimento acelerado, para os lotes mantidos em condições de armazenamento não controladas, constata-se mais uma vez a inferioridade ao longo do armazenamento dos lotes de baixo vigor. Observa-se novamente, para os lotes L7 e L8, decréscimo acentuado nos primeiros meses de armazenamento, apontando desde o início a fragilidade dos lotes de baixo vigor (Figura 4A e 4C). As sementes consideradas mais vigorosas são as que se deterioram mais lentamente e assim, toleram o estresse e suportam as condições adversas de armazenamento de campo (PICCININ et al., 2013).

As curvas de regressão do teste de envelhecimento acelerado revelam que este foi mais drástico quando comparado ao teste frio para todos os lotes. Verifica-se que aos 16 meses de armazenamento os valores encontrados foram próximos à zero, sugerindo que os lotes de vigor alto e intermediário não se destacam mais em relação aos de baixo vigor. Em contra partida, os lotes de vigor alto e intermediário, com exceção ao lote L3, se sobressaíram até aos 12^o mês de armazenamento. Somado a isso, na variável teste frio, os lotes de vigor alto e intermediário apresentaram decréscimo menos acentuado em relação aos lotes L7 e L8, sendo que as linhas de tendência entre estes lotes (L1, L2, L3, L4, L5, L6) só se distanciaram na última época de avaliação.

Segundo Marcos Filho (2005), o teste de envelhecimento acelerado é, dentre os disponíveis, um dos mais sensíveis e eficientes para a avaliação do vigor de sementes de diferentes espécies, respaldando os resultados encontrados neste experimento. Dutra e Vieira (2004), observaram que sementes com baixo potencial fisiológico se deterioram mais rápido após o envelhecimento acelerado. Contudo, a padronização da metodologia para cada espécie e subespécie é necessária, e neste experimento foi utilizada a mesma metodologia descrita para o milho comum e milho doce, que pode ter sido drástico para o milho superdoce, cujas sementes são mais frágeis e mais suscetíveis à deterioração.

Os dados dos teste de frio e envelhecimento acelerado, referente aos lotes armazenados em câmara fria são apresentados na Figura 4B e 4D. Para a variável teste de frio, as linhas de tendência demonstram que os lotes de baixo vigor apresentam pior desempenho durante todo o armazenamento, atestando a importância do vigor para a manutenção da qualidade das sementes durante a armazenagem. Os lotes L1, L5, L4, e L6 apresentaram ajuste linear decrescente, enquanto os lotes L2 e L3, ajustaram a uma função quadrática positiva, sendo a perda do vigor realçada entre os 12 e 16 meses de armazenamento.

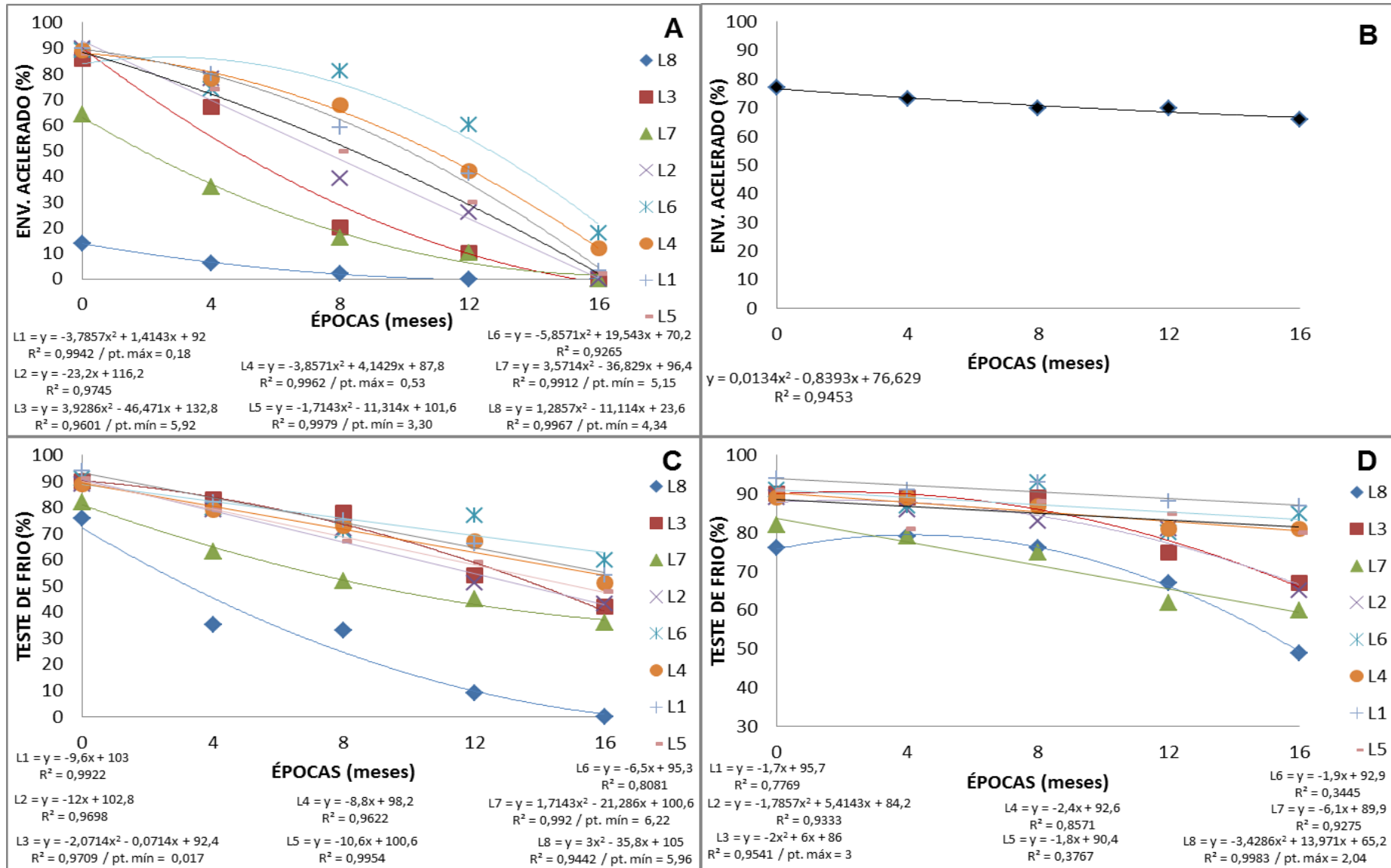


Figura 4: Germinação após o teste de frio e o envelhecimento acelerado de diferentes lotes de sementes milho super doce durante o armazenamento em temperatura ambiente (A - C) e câmara fria (B - D).

Rivera (2011), avaliando o vigor de sementes de milho doce, também evidenciaram que estas sementes, ao apresentar menor vigor, são mais sensíveis na redução da qualidade fisiológica frente a situações adversas. Timóteo e Marcos Filho (2013), estudando o desempenho de sementes de diferentes genótipos de milho durante o armazenamento, igualmente verificaram que, sementes com menor potencial fisiológico se deterioraram mais rapidamente.

Com relação ao envelhecimento acelerado dos lotes acondicionados em câmara fria foi observado um ajuste linear decrescente, não havendo interação entre lotes e meses de armazenamento. Isto confirma que as sementes de milho doce são mais suscetíveis à perda de vigor quando armazenadas em condições não controladas e que a importância do nível do vigor está diretamente relacionada com as condições de armazenamento das sementes. Guarçoni et al. (2001) observaram um decréscimo da germinação e do vigor das sementes milho com o aumento do tempo de armazenamento das mesmas em condição ambiente, decorrente do processo de degeneração que ocorre em condições inapropriadas de armazenamento.

Os lotes armazenados em câmara fria não diferiram estatisticamente entre si em relação ao comprimento de plântula dentro de cada época de avaliação (Tabela 3). No entanto, diferiram em relação à massa seca no quarto e oitavo mês, sendo que os lotes de baixo vigor apresentaram menor desempenho. Este resultado confirma importância da utilização de lotes de qualidade superior no desenvolvimento inicial da cultura. Na fase de plântula a influência do vigor da semente é marcante sobre todos os aspectos do processo germinativo, desde a própria possibilidade de ocorrência da germinação até outras características, como a uniformidade, a velocidade, o tempo total de germinação, o tamanho e a massa das plântulas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Uma das causas principais que entram o desenvolvimento dos programas de sementes nos países menos desenvolvidos são as condições climáticas relativamente adversas de armazenamento, geralmente, como altas temperaturas e umidades, que afetam direta ou indiretamente as sementes uma vez que, devido as suas propriedades higroscópicas, a água dentro delas está sempre em equilíbrio com a umidade relativa do ar (AZEVEDO et al., 2003).

A redução do potencial de conservação dos lotes foi maior quando armazenados em condições não controladas e, de forma mais intensa para lotes de menor vigor (Tabela 3). Segundo Martins et al. (2002), os teste de vigor permitem identificar os lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar melhor desempenho

no campo ou durante o armazenamento, fato comprovado neste experimento. Segundo Pádua et al. (2002) lotes de baixo vigor apresentam menor tolerância ao armazenamento.

O comportamento do comprimento de plântulas dos lotes ao longo do armazenamento está apresentado nas Figuras 5A e 5B. Para ambas as condições de armazenamento as linhas de tendência ajustaram-se a uma função quadrática positiva, com ligeiro aumento do comprimento de plântula durante os primeiros meses de armazenamento. O aumento inicial do comprimento de plântula pode ser justificado, pois após quatro meses de armazenamento, as plântulas menos vigorosas, com menor crescimento inicial, não germinaram. Segundo Melo et al. (2006), sementes com baixo nível de vigor podem reduzir a velocidade e a emergência total, o tamanho inicial, a produção de matéria seca e as taxas de crescimento das plântulas.

A diferença de comportamento entre lotes é enfatizada pelas linhas de tendência nas diferentes condições de armazenamento, onde em condições não controladas, observou-se um declínio mais acentuado na deterioração dos lotes de sementes desde as primeiras épocas de avaliação (Figuras 2 à 5). Segundo Zonta et al. (2014), o armazenamento de sementes, quando realizado de maneira adequada, minimiza o declínio da qualidade e o descarte dos lotes, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho, com melhor conservação da qualidade fisiológica em condições controladas de câmara fria.

A partir do quarto mês de armazenamento, a qualidade fisiológica das sementes armazenadas em condições de ambiente decresceu drasticamente, enquanto, os lotes armazenados em câmara fria foram superiores e mantiveram a qualidade (figuras 2 à 5). Após a maturidade fisiológica da semente, há a ocorrência da deterioração, principalmente devido à temperatura e à umidade relativa do ar durante o armazenamento, provocando, assim, mudanças degenerativas que podem ser minimizadas quando as sementes são armazenadas em condições adequadas (SANTOS et al., 2004).

Ainda, segundo Baudet (2003) e Delouche (2002), o armazenamento de sementes, em condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, permite conservá-las por longos períodos. O favorecimento da manutenção do potencial fisiológico em condições adequadas de temperatura e umidade relativa do ar, deve-se, à redução do processo respiratório, diminuindo desta forma, o processo de deterioração das mesmas (MARCOS-FILHO, 2005; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

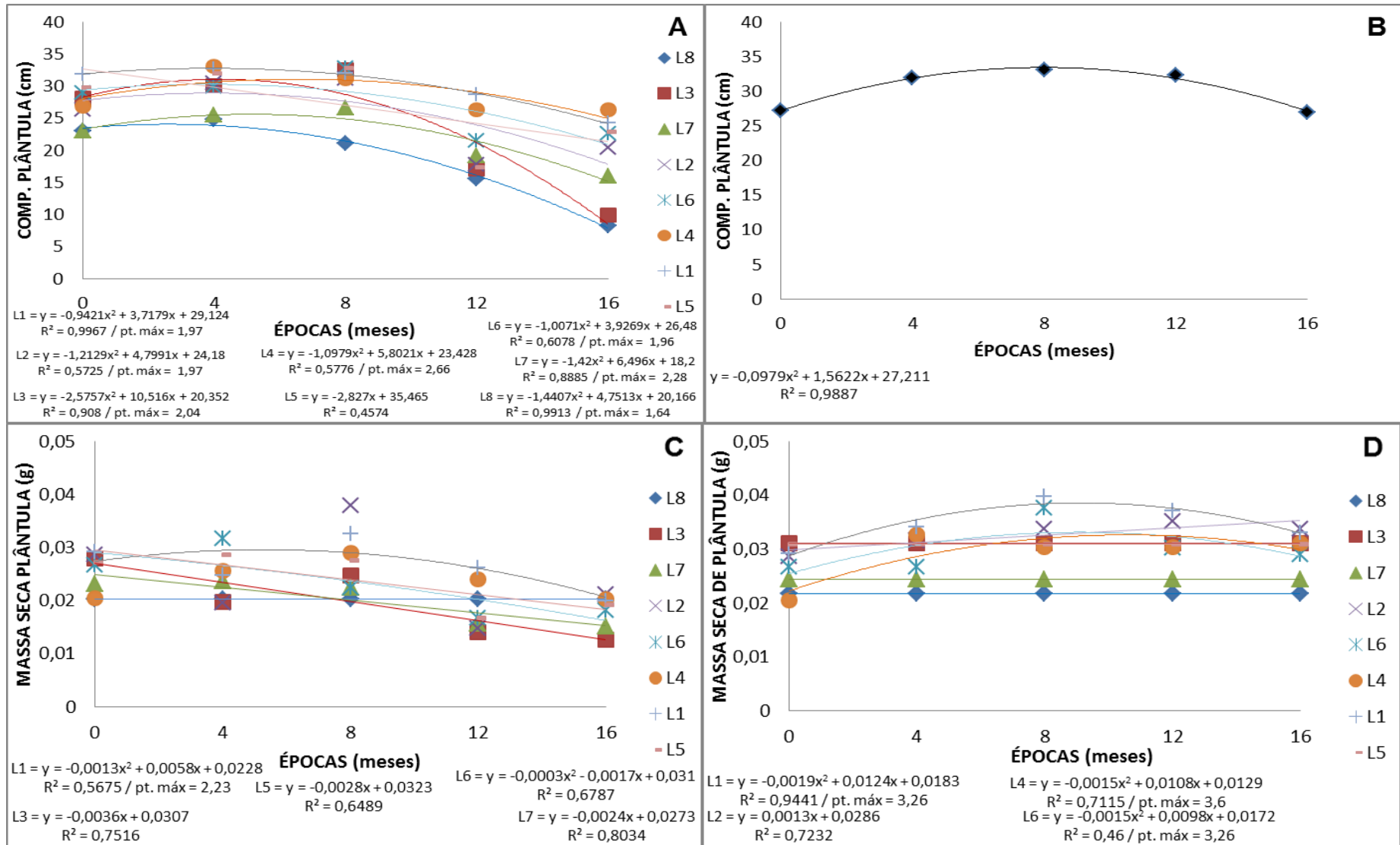


Figura 5: Massa seca e comprimento de plântula de diferentes lotes de sementes milho super doce durante o armazenamento em temperatura ambiente (A - C) e câmara fria (B - D).

De acordo com Silva et al.(2010), a maioria das sementes tende a sofrer variações no grau de umidade durante o período de armazenamento em ambiente não controlado, e essas variações são prejudiciais à conservação da germinação e do vigor, principalmente quando acompanhadas de acréscimo da temperatura ambiente. A umidade em excesso e alta temperatura aceleram o metabolismo das sementes, contribuindo para aumentar a velocidade do processo de deterioração, além de propiciar condições mais favoráveis para o desenvolvimento de patógenos (MENEGHELLO, 2014).

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. Carvalho et al. (2010), estudando a qualidade fisiológica de sementes de milho sob diferentes condições de armazenamento, obtiveram porcentagens médias de germinação das sementes de 4% e 94% para as condições de armazenamento ambiente e câmara fria respectivamente, demonstrando o efeito negativo provocado pelo aumento da temperatura no armazenamento de sementes, sendo a condição de armazenamento o fator de maior influencia na germinação das sementes, corroborando com o observado neste trabalho. Em outro trabalho, sementes de milho doce armazenada em câmara fria apresentou porcentagens médias de germinação superiores, em relação ao ambiente natural, a partir dos 12 meses, muito embora já aos seis meses, o ambiente de armazenamento determinasse diferenças para a porcentagem de germinação (CAMARGO et al., 2008).

Riveira (2011), concluiu que quando armazenadas sob condição de câmara fria (10°C) as sementes de milho doce preservam mais sua qualidade fisiológica do que quando armazenadas à temperatura ambiente (25°C). O armazenamento em condições sub-ótimas de temperatura e umidade relativa do ar é adequada para evidenciar diferenças na intensidade e velocidade de deterioração de sementes de milho de diferentes genótipos (TIMÓTEO; MARCOS FILHO, 2013), ou para diferenças no vigor inicial de lotes de um mesmo genótipo, como no caso deste estudo.

Analisando os resultados do comprimento e massa seca de plântulas dos lotes armazenados em ambas as condições, verifica-se um melhor desenvolvimento inicial proveniente das plântulas de lotes armazenados em câmara fria, destacando a importância do armazenamento na manutenção da qualidade fisiológica das sementes, principalmente para sementes de milho-doce que são mais suscetíveis a danos mecânicos, à entrada e proliferação de patógenos e à deterioração (WATERS; BLANCHETTE, 1983).

Observa-se, portanto, que os lotes de baixo vigor mostraram, em geral, menor desempenho em todas as épocas de armazenamento e que a diferença de desempenho foi menos acentuada quando armazenadas em câmara fria, mantendo, nestas condições, o padrão de comercialização de todos os lotes após os 16 meses de armazenamento.

O vigor é reconhecido como parâmetro para a caracterização do potencial fisiológico das sementes indicando os lotes com maior ou menor probabilidade de sucesso após a semeadura em campo ou durante o armazenamento (MARCOS FILHO, 2005). Assim, o armazenamento pode ser considerado prática fundamental para manter a qualidade fisiológica da semente e garantir a manutenção do vigor e da viabilidade, no período compreendido entre a colheita e a semeadura (AZEVEDO et al., 2003). Entretanto, como evidenciado, o efeito vigor inicial das sementes sobre a conservação da qualidade fisiológica não deve ser negligenciado, principalmente sob condições não controladas de armazenamento .

CONCLUSÃO

A manutenção da qualidade fisiológica de sementes de milho, durante o armazenamento depende do vigor inicial das sementes e das condições de armazenamento.

Lotes de vigor intermediário e alto apresentam melhor qualidade fisiológica ao longo do armazenamento tanto em condições ambientais não controladas quanto em câmara fria.

Em câmara fria a qualidade fisiológica é mantida acima do padrão de comercialização, inclusive dos lotes de baixo vigor, por até 16 meses. Os lotes de baixo vigor quando armazenados em condições não controladas mantiveram o padrão de comercialização por quatro meses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M.C.F.; RODRIGUES, T.J.D.; MINOHARA, L.; TEBALDI, N.D.; SILVA, L.M. de M. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de saguaraji (*Colubrina glandulosa* Perk. - Rhamnaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.108-111, 1998.

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

BAUDET, L.M.L. **Armazenamento de sementes**. In: PESKE, S.T.; ROSENAL, M.D.; ROTA, G.R. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: Ed. Universitária-UFPeL, 2003. p. 370-418.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 45/2013**, de 17 de setembro de 2013, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Padrões para produção e comercialização de semente). Brasília, DF: SNAD/DNDN/CLAV: Diário Oficial da União, Brasília,DF, 17 set. 2013.

BRASIL Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNA/ DNDV/ CLAV, 2009. 364p.

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

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

CARVALHO, N.M. **O conceito de vigor em sementes**. In: VIEIRA, R.D., CARVALHO, N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.1-30.

CARVALHO, E. V. De; SIEBENEICHLER, S. C.; , MATOS W. L.;, SANTOS, R. P. L. Dos. Qualidade fisiológica de sementes de milho sob diferentes condições de armazenamento. **Scientia Agraria Paranaensis**. Marechal Cândido Rondon, PR, v. 9, n. 3, p. 58-65. 2010.

COIMBRA, R. A.; MARTINS, C. C.; TOMAZ, C. A.; NEKAGAWA, P. Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho-doce (sh2). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2402-2408, 2009.

DELOUCHE, J. C. Physiology of seed storage. In: Proceedings: Corn and Sorghum Research Conference American Trade Association, 23., Mississipi. 1968.

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

DELOUCHE, J.C. **Germinação, deterioração e vigor de sementes**. In: SEED NEWS. Pelotas: Editora Becker e PeskeLtda, v. 6, n. 6, p. 24-31. 2002.

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

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

ENTRINGER, G. C. **Melhoramento genético de milho superdoce: potencial agrônomico de híbridos interpopulacionais e capacidade combinatória de linhagens em geração precoce** . Campos do Goytacazes, RJ, 2015. 107f. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologias Agropecuárias) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 2015.

- GARCIA, C.; COELHO, C.M.M.; MARASCHIN, M.; OLIVEIRA, L.M. Conservação da viabilidade e vigor de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze durante o armazenamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 857-867. 2014
- GRAHAM, I.A. Seed storage oil mobilization. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.115-142, 2008.
- GRISI, P. U.; SANTOS, C. M. Influência do armazenamento, na germinação das sementes de girassol. **Horizonte Científico**, Uberlândia, v. 1, n. 7, p. 14-17, 2007.
- GUARÇON, R.C.; DURÃES, F.O.M.; MAGALHÃES, P.C.; SILVA, R.F. DA. Efeito do armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de populações de milho cultivadas sob estresses hídrico e mineral. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 36, n. 12, p. 1479-1484, 2001.
- GUISCEM, J.M.; NAKAGAWA, J; ZUCARELI, C. Qualidade fisiológica de sementes de milho doce br 400 (bt) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v. 24, n.1, p. 220-228, 2002.
- GUPTA M.L.; GEORGE D.L.; PARWATA I.G.M.A.; Effect of harvest time and drying on supersweet sweet corn seed quality. **Seed Science and Technology**. v.33 ,n.1, p.167–176. 2005.
- HACKBART, V.C.S.; CORDAZZO, C.V. Ecologia das sementes e estabelecimento das plântulas de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. **Atlântica**, v.25, n.1, p.61-65, 2003.
- INTERNETIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **International rules for seed testing**. Basseldorf, 303 p. 2006.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes**, Informativo ABRATES, Brasília, v. 11, n. 3, p. 81-84, 2001.
- MAEDA, J.A.; LAGO, A.A.; MIRANDA, L.T.; TELLA, R. Armazenamento de sementes de cultivares de milho e sorgo com resistências ambientais diferentes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.22, n.1, p.1-7, 1987.
- MARCOS-FILHO, J.; **Teste de Vigor: dimensão e perspectiva**. In SEED NEWS. Pelotas: Editora Becker e Peske Ltda, v. 10, n. 1, 2011.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
- MARCOS FILHO, J. **Teste de envelhecimento acelerado**. IN: CURSO: Testes de Vigor em sementes. FCAV/UNESP/Jaboticabal-São Paulo. p. 45-57. 1992.
- MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de açaí. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 231-235, 2009.

MARTINS, C.C.; SENEME, A.M.; CASTRO, M.M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, PR, v. 24, n. 2, p.96-101, 2002.

MELO, P.T.B.S.; SCHUCH, L.O.B.; ASSIS, F.N; CONCENÇO, G. Comportamento Individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n.2, p.84-94, 2006.

MENEGHELLO, G.E.; Qualidade de Sementes: Umidade e Temperatura. IN Seed News. Pelotas: Editora Becker e PeskeLtda, v. 18, n. 6, 2014.

MERRIT, D.J.; TOUCHELF, D.H.; SENARATNA, T.; DIXON, K.W.; SIVASITHAMPARAM, K. Water sorption characteristics of seeds of four western Australian species. **Australian Journal of Botany**, v.53, p.85- 92, 2003.

MUNIZZI, A; BRACCINI.; A.L.; RANGEL, MA. S; SCAPIM; CA; ALBRECHT, L.P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**: v.32, n.1, p.176-185, 2010.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N. M. (Ed). **Testes de vigor de sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

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

OLIVEIRA, D.V. **Teste de envelhecimento acelerado para a avaliação do vigor de sementes de DalbergiamiscobiumBenth. E Jacarandamimosifolia D. Don**. Brasília, DF, 2013. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade de Brasília – UNB, 2013.

OLIVEIRA, A.C.S.; COELHO, F.C; VIEIRA, H.D.; RUBIM, R.F.; Armazenamento de sementes de milho em embalagens reutilizáveis, sob dois ambientes. Sete Lagoas, MG. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.1, p.17-28, 2011.

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M.G.; CHIQUIERE, T.B. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo in natura. **Ciência Tecnologia Alimentos**., Campinas, v.26, n.1, p. 159-165. 2006.

PÁDUA, F. R. M. Avaliação sensorial e da composição química, durante o armazenamento, do café torrado e moído. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 5, p. 15-21, 2002.

PAOLINELLI, G.P.; BRAGA, S.J. **Alterações da qualidade de sementes de algodão armazenadas com dois níveis de vigor**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10, 1997, Curitiba, Resumos..., Curitiba: Informativo Abrates, 1997. p.168.

PICCININ, G.G.; BRACCINI, A.L.; DAN, L.G. de M.; BAZO, G.L.; LIMA, L.H. da S. Influência do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas. **Ambiência**, v.9, n.2, p.289-298, 2013

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; PEIXOTO, M.C. Testes de qualidade In: FERREIRA, F.G.; BORGHETTI, F. (Ed.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.283-297.

RIVEIRA, A.A.C. **Qualidade fisiológica de sementes de milho doce sob diferentes condições de armazenamento**. Lavras, MG, 2011. 77f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia, área de Concentração Produção Vegetal) Universidade Federal de Lavra - UFV, 2011.

ROOS, E.E. Precepts of successfull seed storage. In: MCDONALD JÚNIOR, M.B.; NELSON, C.J., (Ed.). **Physiology of seed deterioration**. Madison: CSSA, 1986. cap.1, p.1-25.(CSSA Publication, 11).

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 26, n. 1, p. 110-119, 2004.

SCAPIM, C.A. **Cruzamentos Dialélicos entre Sete Variedades de Milho Doce e Correlações entre Caracteres Agronômicos**, Viçosa, 1994. 96p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – UFV, 1994.

SEVERINO, L.S.; GUIMARÃES, M.M.B.; COSTA, F.X.; LUCENA, A.M.A.; BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G.D. Emergência da plântula e germinação de semente de mamona plantada em diferentes posições. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.5, n.1, p.1-6, 2004.

SILVA, F. DA S.; P, A.G.; PASCUALI, L.C; SILVA, F.T.C.DA S. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.8, n.1, p.45- 56, 2010.

TAKAHASHI, L.S.A.T.; SOUZA, J.R.P.; YOSHIDA, A.E.; ROCHA, J.N. Condições de armazenamento e tempo de embebição na germinação de sementes de erva-doce (*Pimpinella anisum* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**: Botucatu, v.11, n.1, p.1-6, 2009.

TIMÓTEO, T.S.; MARCOS-FILHO, J. Seed performance of different corn genotypes during storage. **Journal of Seed Science**, v.35, n.2, p.207-215, 2013.

TOLEDO, F.F., MARCOS FILHO, J. Manual das sementes: tecnologia da produção. São Paulo: Ceres, 1977. 224p

TRACY, W.F. Sweet corn. In: Hallauer, A. R. Specialty corns. New York, CRC Press, Boca Raton, 1994. p. 148-187.

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

USDA. NationalNutrientDatabaseof Standard Disponível em: <<http://www.nal.usda.gov>, Acessado em 2015.

VILLELA, F.A.; MENEZES, N.L. O potencial de armazenamento de cada semente. **Seed News**, Pelotas, n. 4, 2009.

VILLELA, F.A.; PERES, W.B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F.(Orgs.). **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.265-81

ZONTA, J.B.; ARAUJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; ZONTA, L.A.S.D dos; RIBEIRO, P.H. Armazenamento de sementes de pinhão manso em diferentes embalagens e ambientes. **Bioscience. Journal.**, Uberlandia, v. 30, n. 2, p. 599-608. 2014.

WATERS JUNIOR, L.; BLANCHETTE, B. Prediction of sweet corn field emergence by conductivity and cold tests. **Journal of American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.5, p.78-781, 1983.

4.2 ARTIGO B:

NÍVEIS DE VIGOR E DOSES DE POLÍMEROS NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO SUPERDOCE APÓS O ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES AMBIENTES

RESUMO - O recobrimento com polímero, em diferentes doses, pode interagir com o potencial fisiológico inicial favorecendo a conservação das sementes ou causando fitotoxicidade no armazenamento. Objetivou-se estudar o efeito do nível de vigor inicial e do recobrimento com diferentes doses de polímero na qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce quando armazenados em condições ambientais não controladas e em câmara fria. Foram utilizados oito lotes de sementes do híbrido simples Tropical Plus, com diferentes níveis de vigor e potenciais germinativos semelhantes. As sementes foram revestidas com o polímero Peridiam® nas doses de 0 (testemunha), 6, 12 e 18 mL kg¹ de semente, armazenadas em condições não controladas de umidade e temperatura e em câmara fria (10°C e UR < 60%) por oito meses, período estimado entre a colheita e a semeadura. A qualidade fisiológica das sementes, após o armazenamento, foi avaliada mediante as seguintes determinações: Primeira Contagem, Porcentagem de Germinação, Emergência de plântulas em Campo, Envelhecimento Acelerado, Teste de Frio, Comprimento e Massa Seca de Plântula. Os dados foram submetidos à análise de variância, separadamente para cada ambiente de armazenamento, seguindo o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8 x 4 (Lotes X Doses do Polímero). O efeito do revestimento com polímero na qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce, é dependente do vigor inicial do lote de semente e das condições de armazenamento. Em câmara fria, os lotes exibiram comportamento mais estável com o recobrimento de sementes, sendo observado, em geral, melhor qualidade fisiológica, com doses específicas de polímero, principalmente para os lotes de vigor intermediário e alto. Em condições não controladas de temperatura e umidade, o recobrimento proporcionou, em geral, decréscimo na qualidade fisiológica dos lotes, independente do nível de vigor. A concentração de 18 mL kg⁻¹, em geral, prejudicou em ambas as condições de armazenamento a qualidade fisiológica das sementes, principalmente do lote de baixo vigor (L8).

Termos para indexação:: *Zea mays*, revestimento, germinação e deterioração.

LEVEL OF VIGOR AND POLYMER DOSES ON PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SUPER SWEET CORN SEEDS AFTER STORAGE IN DIFFERENT ENVIRONMENTS

ABSTRACT - The aim of the study was to assess the effect of initial vigor level and coating with different polymer doses on the physiological quality of super sweet corn seeds stored under uncontrolled environmental conditions and into cold chamber. The treatments comprised eight lots of Tropical Plus simple hybrid seeds with different vigor levels and similar germinative potential. The seeds were coated with a polymer (Peridiam®) at a dose of 0 (witness), 6, 12 and 18 mL kg⁻¹ seed and stored under uncontrolled temperature and humidity conditions and also into a cold chamber (10°C and < 60% RH) for a period of eight months (estimated interval between harvest and the sowing season). After storage, the seeds were evaluated for physiological quality through the following determinations and tests: First Count, Germination Percentage, Seedling Emergence in the field, Accelerated Aging, Cold Test, Length and Dry Mass of Seedlings. Data were subjected to analysis of variance for each storage environment, in a completely randomized design, in a 8 x 4 factorial design (Lots X Polymer Dose). The effect of polymer coating on the physiological quality of supersweet corn seed is dependent on the initial vigor of the seed lot and storage conditions. Into cold chamber, lots exhibited more stable behavior with coating seeds, being observed, in general, quality increase, with specific doses of polymer, particularly for lots with intermediate and high vigor. In uncontrolled environmental conditions, the coating provided generally decrease in physiological quality of lots, independent of the level of vigor. The dose of 18 mL kg⁻¹ generally impaired in both storage conditions the physiological quality of seeds, mainly from low vigor lot L8.

Index terms: *Zea mays*, film-coating, germination, deterioration.

INTRODUÇÃO

As mutações mais comuns que levam o milho doce a acumular cerca de duas vezes mais açúcares que o milho comum se encontram nos locus sugary (*su*), *shrunken-2* (*sh2*), *brittle* (*bt*), *sugary enhancer* (*se*), *sugary* (*su*) e *brittle-2* (*bt2*) (SOUZA et al., 2012). O gene *su* não condiciona excepcionais teores de açúcares como é o caso dos mutantes *bt* e *sh*, portanto, as cultivares dos genótipos *sh* e *bt* são chamadas de superdoce (TRACY, 1994).

O milho comum tem em média 3% de açúcar e entre 60 a 70% de amido, enquanto o milho doce apresenta entre 9 a 14% de açúcar e 30 a 35% de amido e o superdoce em torno de 25% de açúcar e 15 a 25% de amido (SILVA, 1994). Associada com

a característica mais adocicada do milho está a suscetibilidade a danos mecânicos, a entrada e a proliferação de patógenos e a deterioração (WATERS; BLANCHETTE, 1983).

Com a expansão do mercado de milho doce a preocupação com a qualidade tanto do grão para consumo como das sementes utilizadas para implantação das lavouras é crescente (ARAGÃO et al., 2003). A preservação da qualidade das sementes durante o armazenamento é um aspecto fundamental a ser considerado no processo produtivo, pois os esforços despendidos na fase de produção podem ser infrutíferos se a qualidade das sementes não for mantida, no mínimo até a época de semeadura (OLIVEIRA et al., 1999).

Vários são os fatores que influenciam a conservação da viabilidade e vigor das sementes durante o armazenamento, tais como: vigor inicial da semente, condições climáticas durante a maturação, danos mecânicos, condições de secagem, adequado teor de água, umidade relativa do ar, temperatura de armazenamento, ação de fungos e insetos, tipos de embalagens e duração do armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Para agregar valor e melhorar o desempenho no armazenamento e no estabelecimento da cultura, o recobrimento com polímero tem sido sugerido para diferentes tipos de sementes (JUNGES et al., 2013). No recobrimento de sementes utiliza-se basicamente um material de enchimento seco, de granulometria fina, e um cimentante que deve ser um adesivo não fitotóxico e solúvel em água (CONCEIÇÃO; VIEIRA, 2008), aumentando a plantabilidade e garantindo maior segurança durante o manuseio de produtos químicos, por diminuir a formação de poeira e conseqüentemente, a exposição dos operadores aos produtos tóxicos (AVELAR et al., 2012).

Segundo Mendonça et al. (2007), a semente de milho doce é leve e rugosa, o que dificulta sua classificação quanto à forma e ao tamanho, prejudicando a semeadura. O autor cita também que uma solução para esse problema seria a utilização da técnica de revestimento. Com o revestimento ocorre o preenchimento das irregularidades das sementes de milho superdoce, aumentando a superfície de contato da semente com o solo (BAXTER; WATERS JR., 1986). Alguns polímeros podem ainda gerar uma barreira impedindo a lixiviação de solutos da semente durante o armazenamento, promovendo a ela maior vida útil (PEREIRA et al., 2007).

Pereira et al. (2005) em sementes de milho armazenadas por seis meses, observaram que o tratamento de sementes com polímero não prejudicou a germinação, tão pouco o armazenamento. Priestley e Leopold (1986) verificaram aumento na porcentagem de emergência de plântulas de soja no campo, com uso da técnica de revestimento.

Lagôa (2011), estudando os efeitos da peletização na plantabilidade e na qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce armazenadas em câmara fria, concluiu que o revestimento foi eficiente na redução das falhas e de sementes duplas, melhorando a eficiência do processo de semeadura, e que as sementes peletizadas podem ser armazenadas até 90 dias sem que haja comprometimento da qualidade fisiológica. Desta forma, torna-se necessário que os materiais e aditivos utilizados no revestimento das sementes, bem como suas doses, sejam estudados (OLIVEIRA, 2003).

Sampaio e Sampaio (1994) afirmam que os princípios fundamentais para uma correta conservação de sementes revestidas são os mesmos que têm sido usados para sementes nuas. Segundo Nascimento et al. (1993), o armazenamento das sementes, quando em condições ideais, não difere na manutenção da viabilidade entre sementes recobertas e nuas, mas em condições inadequadas, as sementes peletizadas perdem mais rapidamente a viabilidade.

Sabe-se que o nível de vigor inicial das sementes tem relação com a sua longevidade dependendo das condições de armazenamento. Entretanto, o recobrimento, em diferentes doses, pode interagir com o potencial fisiológico inicial favorecendo a conservação das sementes ou causando fitotoxicidade. Sementes de milho doce apresentam, além de maior teor de açúcares no endosperma, pericarpo fino com fissuras devido ao enrugamento no processo de secagem. Essas características dificultam a conservação da qualidade fisiológica por longos períodos, tornando-as mais dependentes das condições de armazenamento, da qualidade inicial dos lotes ou de práticas que possam minimizar o processo deteriorativo, como é o caso do recobrimento.

Considerando o exposto e que a maioria dos trabalhos relacionados ao recobrimento de sementes é consorciada com a incorporação de ingredientes aditivos, objetivou-se estudar o efeito do nível de vigor inicial e do recobrimento com diferentes doses de polímero na qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce, armazenadas em temperatura ambiente e câmara fria.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR. Foram utilizados oito lotes de sementes de milho super doce (L1 a L8) do híbrido simples Tropical Plus, genótipo shrunken 2. Os lotes apresentavam porcentagens de germinação

semelhantes e dentro dos padrões de comercialização para a espécie (acima de 60%). As sementes foram tratadas com inseticidas (pirimifós-metílico 50% 0,016 L ton⁻¹ e Deltamethrin 2,5%0,04 L ton⁻¹) e fungicida (Metalaxyl-M 1,0 % + Fludioxonil 2,5% 1,00 L ton⁻¹ e Carboxim 20% eThiram 20%, 6,0 L ton⁻¹) e corante vermelho.

Para a padronização e classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor foi realizada a caracterização da qualidade fisiológica inicial mediante as seguintes avaliações: **Germinação e primeira contagem:** foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, em papel germitest umedecido na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato. Os rolos de papel, acondicionados em sacos plásticos, foram mantidos em germinadores sob temperatura de 25 °C. A avaliação constou de duas contagens, aos quatro (primeira contagem) e sete dias após a instalação do teste (BRASIL, 2009). **Emergência de plântulas no campo:** conduzido com quatro repetições de 50 sementes, semeadas a 5 cm de profundidade em linhas de 2,5 m, distanciadas de 0,30 m entre si. A avaliação foi realizada aos 14 dias após a semeadura e o resultado expresso em porcentagem (NAKAGAWA, 1994). **Teste de envelhecimento acelerado:** quatro repetições de 50 sementes envelhecidas a **42°C por 72horas** (DIAS; BARROS,1995) e posteriormente colocadas para germinar segundo Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). **Teste de frio:** conduzido utilizando a metodologia do rolo de papel sem solo, com quatro repetições de 50 sementes (DIAS; BARROS, 1995). **Teste de condutividade elétrica:** quatro repetições de 25 sementes, previamente pesadas, foram colocadas para embeber em 75 ml de água destilada, por um período de 24 horas a 25°C (DIAS; BARROS, 1995). **Comprimento de plântulas:** As sementes, posicionadas com a extremidade da radícula para a parte inferior do papel, foram distribuídas no terço superior, no sentido longitudinal sobre o substrato de papel pré-umedecido. Foram confeccionados quatro rolos, de modo semelhante ao teste de germinação, contendo 10 sementes cada, totalizando 40 sementes por tratamento (BRASIL, 2009) e estes colocados para germinar por sete dias. Após este período mediu-se em centímetros o comprimento da parte aérea e da raiz primária das plântulas normais. **Massa seca de plântulas:** as plântulas utilizadas na avaliação do comprimento de plântula foram separadas em duas porções, parte aérea e radicular, e secas a 65°C até massa constante e os resultados foram expressos em grama por plântulas das porções aérea e radicular (NAKAGAWA, 1999).

Após as avaliações iniciais, as sementes de milho doce foram revestidas com polímero nas doses de 0 (testemunha), 6, 12 e 18 mL kg⁻¹ de semente. O film-coating utilizado foi o Peridiam®, EV303 Blue FS 1X1000L IBC BR, composto de Polyoxyethylene-

(octylphenyl)-ether e Titaniumdioxide. O recobrimento foi realizado nas dependências da empresa Bayer (Paulínea/SP), utilizando a máquina Batch Modular Coater, fabricada pela Gustafson.

Posteriormente as sementes foram armazenadas por oito meses, período estimado entre a colheita e semeadura, em condições ambientais de temperatura e umidade e em câmara fria. Enquanto a temperatura e umidade ambiental oscilaram conforme as variações climáticas da região as condições em câmara fria permaneceram constantes (Figura 1).

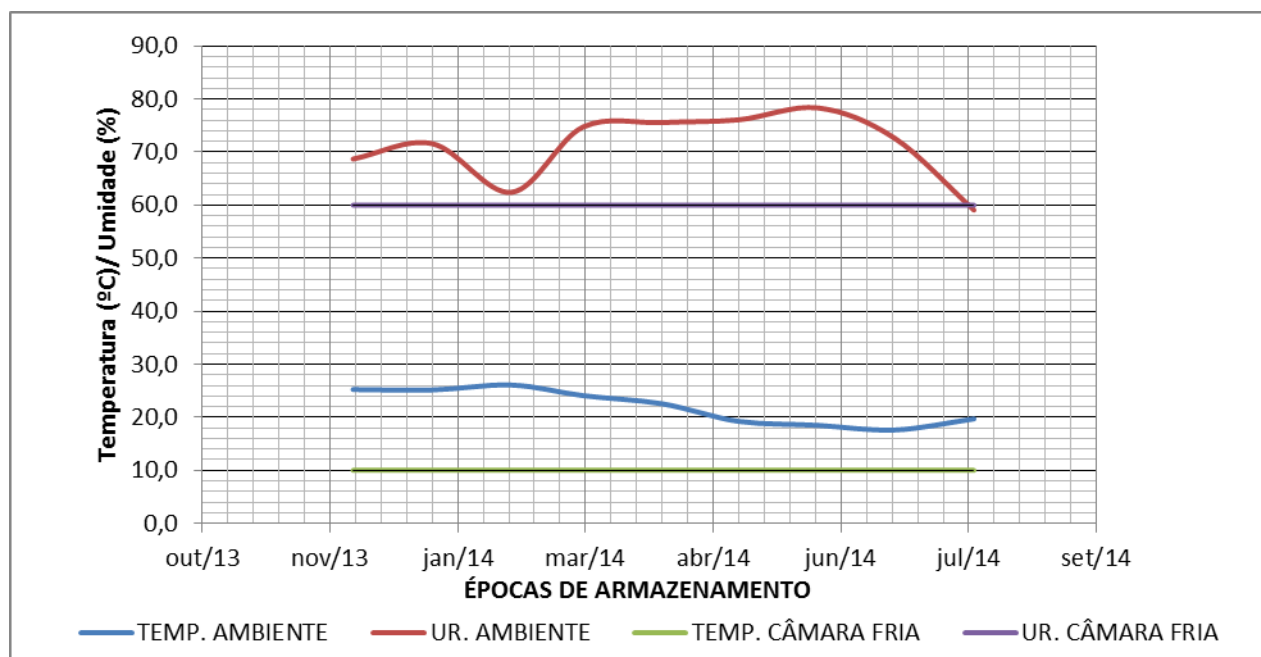


Figura 1: Temperatura e umidade de armazenamento das sementes de milho doce, Tropical Plus.

A qualidade fisiológica das sementes de milho doce, após o armazenamento, foi avaliada mediante as seguintes determinações: **Primeira Contagem, Germinação, Emergência em Campo, Envelhecimento Acelerado, Teste de Frio, Comprimento de Plântula e Massa Seca de Plântula**, conforme metodologias descritas anteriormente, com adição da porcentagem de plântulas anormais no teste de germinação e, expressão do resultados de comprimento e massa seca em cm e g total por plântula.

Os dados obtidos na caracterização inicial dos lotes foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey aos 5% de probabilidade, seguindo o delineamento inteiramente casualizado. No estudo da influência do revestimento com polímero nas sementes de milho superdoce, foi realizada a análise de variância, separadamente para cada ambiente de armazenamento, seguindo o delineamento

inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8 x 4 (Lotes X Doses do Polímero). Para lotes os dados foram submetidos à comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% e para as doses do polímero a estudo de regressão até 2º grau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando conjuntamente os dados da caracterização inicial dos lotes, é possível diferencia-los em três níveis de vigor. Os lotes L1, L2 e L3 apresentaram comportamento superior aos demais lotes para todas as variáveis analisadas, portanto, classificados como alto vigor. Por não diferirem estatisticamente dos lotes de alto e médio vigor, os lotes L4, L5 e L6 foram agrupados como lotes de vigor intermediário. Os lotes L7 e L8, classificados como de baixo vigor, apresentaram desempenho inferior aos demais (Tabela 1).

Tabela 1 -Primeira contagem (P.C), germinação (G), emergência de plântulas em campo (E.C), teste de frio (T.F), envelhecimento acelerado (E.A), condutividade elétrica (C.E) massa seca da raiz (M.S.R), massa seca da parte aérea (M.S.PA), comprimento da raiz (C.R), comprimento da parte aérea (C.PA) da caracterização inicial de qualidade fisiológica de oito lotes de milho super doce, Tropical Plus. Londrina, 2016.

	P.C (%)	G. (%)	E.C (%)	E.A (%)	T.F (%)	C.E (µS/cm/g)	M.S.R (mg)	M.S.PA (mg)	C.R (cm)	C.PA (cm)
L1	72 abc	92 a	95 a	86 a	91 a	73,85 a	1,502 a	2,576 a	14,63 a	11,73 a
L2	74 ab	93 a	96 a	80 a	92 a	69,14 a	1,516 a	2,291 ab	14,33 ab	10,88 ab
L3	69 bc	90 ab	95 a	84 a	90 a	60,61 a	1,500 a	2,316 ab	13,96 ab	11,57 a
L4	64 bc	92 a	92 ab	81 a	85 ab	67,12 a	1,337 ab	2,128 abc	13,10 abc	10,03 abc
L5	86 a	86 ab	90 ab	79 a	88 ab	71,06 a	1,206 ab	2,092 bc	9,50 c	8,05 c
L6	49 d	90 ab	91 ab	75 ab	89 a	71,49 a	1,337 ab	1,940 bc	11,06 abc	9,05 bc
L7	58 cd	89 ab	87 b	59 b	80 b	73,85 a	1,195 ab	2,044 bc	10,45 abc	9,28 bc
L8	61 bcd	82 b	90 ab	24 c	71 c	151,38 b	0,999 b	1,778 c	9,91 bc	8,85 bc
CV %	8,72	4,66	3,35	10,18	4,19	14,64	11,43	9,49	15,66	9,2

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Embora as diferenças acentuadas no vigor, os lotes apresentaram elevadas porcentagens de germinação (entre 82 e 92%), acima do padrão utilizado para a comercialização de sementes da cultura de milho superdoce, que é de 60% (BRASIL, 2013), fato essencial para estudos de efeito do vigor. O processo de deterioração das sementes inicia com a redução de vários atributos de desempenho e vigor da semente, que ocorrem anteriormente a perda da capacidade germinativa das mesmas (MARTINS et al., 2004).

Os dados médios da primeira contagem (P.C), germinação (G), plântulas anormais (A), emergência de plântulas em campo, envelhecimento acelerado (E.A), teste de

frito (T.F), massa seca das plântulas (M.S.P) e comprimento das plântulas (C.P) em resposta ao recobrimento com polímero de lotes de sementes de milho super doce com diferentes níveis de vigor inicial, após o armazenamento em condições ambientais não controladas e câmara fria, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados médios da primeira contagem (P.C), germinação (G), plântulas anormais (A), emergência de plântulas em campo (E.C), envelhecimento acelerado (E.A), teste de frio (T.F), massa seca da plântula (M.S.P), comprimento da plântula (C.P) de lotes de milho super doce, híbrido Tropical Plus, tratadas com diferentes doses de polímero e armazenados em condições ambientais não controladas e câmara fria por oito meses. Londrina, 2016.

	POLÍMERO/LOTES	P.C	G.	A.	E.C	E.A	T.F	M.S.P	C.P
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(g)	(cm)
CONDIÇÕES NÃO CONTROLADAS	P1	47	73	10	71	42	65	0,0283	31,29
	P2	47	71	12	69	43	66	0,0285	31,44
	P3	46	66	13	67	40	61	0,0341	31,42
	P4	43	64	12	69	37	62	0,0277	31,61
	L1	63	82	8	80	64	72	0,035	34,78
	L2	43	70	12	76	35	70	0,0322	31,59
	L3	46	79	8	74	26	75	0,0244	31,01
	L4	48	77	8	8	58	69	0,0331	36,49
	L5	51	71	11	77	50	68	0,0298	32,42
	L6	62	77	9	82	73	71	0,0292	32,85
	L7	37	52	19	55	26	54	0,0278	28,40
	L8	14	40	17	27	1	30	0,0257	23,96
	POLÍMERO (P)	1,108NS	13,691**	2,682NS	4,224**	6,138**	7,446**	2,045NS	0,049NS
	LOTES (L)	51,138**	85,476**	15,828**	305,282**	249,519**	166,907**	1,527NS	21,471**
	P X L	4,291**	2,697**	2,161**	1,961*	9,851**	3,478**	1,169NS	1,921**
	CV	18,92	9,43	38,83	6,31	16,05	7,24	39,78	10,63
CÂMARA FRIA	P1	59	90	6	78	70	86	0,0308	33,07
	P2	62	88	7	78	71	84	0,0303	34,26
	P3	62	90	6	77	69	83	0,0301	32,78
	P4	61	87	6	76	66	84	0,0284	34,06
	L1	71	92	5	90	85	90	0,0362a	36,32a
	L2	69	91	6	76	78	83	0,0307ab	35,42ab
	L3	32	91	6	74	77	85	0,0325ab	33,69bcd
	L4	59	91	5	87	82	86	0,0305ab	35,40ab
	L5	63	89	8	77	83	83	0,0303ab	32,78cd
	L6	60	91	6	81	86	90	0,0309ab	34,81abc
	L7	53	84	7	72	51	78	0,0293b	31,26d
	L8	50	80	7	60	12	77	0,0188c	28,64e
	POLÍMERO (P)	2,936*	4,082**	0,919NS	1,741NS	3,958*	1,092NS	0,945NS	2,978*
	LOTES (L)	37,340**	17,291**	1,929NS	93,347**	319,882**	12,285**	10,513**	18,564**
	P X L	2,991**	2,676**	1,260NS	4,083**	6,829**	1,699*	1,353NS	1,587NS
	CV	7,58	4,68	48,69	4,98	8,28	6,58	20,38	7,1

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade.

As análises de variância demonstram interação significativa entre lotes e doses de polímero para a maioria das variáveis analisadas, com exceção da massa seca de plântula em ambas as condições de armazenamento e do comprimento de plântula e da porcentagem de plântulas anormais para o armazenamento em câmara fria. A variável emergência de plântulas e o teste de frio para condições de ambiente não controlada e

câmara fria, respectivamente, apresentaram efeito significativo a 5 %, enquanto as demais interagiram a 1% de significância.

Na tabela 3 são apresentados os valores de todas as variáveis analisadas, dos oito lotes de milho superdoce, Tropical Plus, nas diferentes doses de film-coating (0; 6; 12; 18 mL Kg⁻¹), após oito meses de armazenamento em condições não controladas e em câmara fria. Na primeira contagem de germinação, o lote de baixo vigor (L8) quando armazenados em condições não controladas, foram em todas as doses, inclusive na testemunha, estatisticamente inferior aos lotes de vigor alto e intermediário. Em condições de câmara fria, observa-se que os lotes de alto vigor (L1 e L2), foram, em todas as doses, significativamente superiores aos demais lotes, destacando a importância do vigor na velocidade de germinação de sementes. Munizzi et al. (2010), relatam que sementes de melhor qualidade fisiológica apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, propiciando germinações mais rápidas e uniformes de plântulas.

As curvas de regressão da primeira contagem e da germinação são apresentadas na Figura 2. Para as sementes armazenadas em condições não controladas os lotes L1, L3 e L8 apresentaram decréscimo linear na porcentagem de plântulas normais da primeira contagem, com o aumento das doses do polímero (Figura 2A), indicando efeito negativo, diretamente proporcional às doses de polímero, na velocidade de germinação destes lotes. Holbig et al. (2010) e Holbig et al. (2011), trabalhando com sementes de cenoura e cebola, respectivamente, observaram que as sementes revestidas apresentaram germinação mais lenta do que as sementes não revestidas.

Mendonça et al. (2007), em sementes de milho superdoce, também observaram que na primeira contagem, independente do período de avaliação, houve atraso na germinação das sementes revestidas. Melo et al. (2015), avaliando o recobrimento de sementes de tomate com concentrações crescentes de polímero sintético (0, 50, 100 e 150 mL kg⁻¹ de semente), também observaram efeitos negativos, decorrentes das maiores concentrações do polímero (100 e 150mL kg⁻¹), na precocidade de germinação.

Tabela 3 – Dados de oito lotes de milho super doce, Tropical Plus, tratadas com diferentes doses de film-coating (0; 6; 12; 18 mL Kg⁻¹) e armazenados em temperatura ambiente e câmara fria por oito meses. Londrina, 2016.

	LOTES	PRIMEIRA CONTAGEM (%)				GERMINAÇÃO (%)				ANORMAIS (%)			
		0	6	12	18	0	6	12	18	0	6	12	18
COND. N° CONTROLADAS	L1	74a	57a	70a	51ab	80a	81ab	83a	83a	8ab	10ab	7c	6c
	L2	36cd	55a	45bc	36b	75a	66c	66b	72ab	11ab	15ab	12bc	7bc
	L3	63ab	42ab	44bc	38b	81a	83a	79ab	75ab	2b	8b	10bc	9bc
	L4	32cd	54a	47bc	60a	80a	76abc	77ab	75ab	8ab	6b	8c	8bc
	L5	47bc	56a	43c	59a	78a	71abc	70ab	66b	7ab	12ab	12bc	13bc
	L6	67a	57a	62ab	62a	83a	83a	73ab	71ab	9ab	7b	11bc	10bc
	L7	35cd	34bc	42c	34b	59b	67bc	46c	37c	11ab	14ab	24a	27a
	L8	20d	17c	14d	6c	48b	42d	32c	35c	16a	18a	18ab	16b
CÂMARA FRIA	L1	65ab	72a	71ab	73a	91ab	95a	94a	89ab	5	4	3	5
	L2	72a	70ab	72a	61bc	93ab	85b	93ab	93a	5	8	5	5
	L3	52bc	60bc	69abc	65ab	96a	92ab	91abc	86abc	1	7	7	6
	L4	58bcd	58bc	61bcd	59bc	91ab	88ab	92abc	93a	7	6	4	4
	L5	62abc	67abc	58de	65ab	88ab	91ab	89abc	88ab	6	6	8	10
	L6	56bcd	61bcd	59cd	63b	90ab	90ab	92abc	90ab	7	6	5	7
	L7	49c	54c	48e	47d	84b	86ab	84c	81bc	6	8	7	6
	L8	55bc	51c	54de	52cd	87b	73c	85bc	77c	7	8	5	6
COND. N° CONTROLADAS	L1	11b	8b	11c	10c	81a	80a	78ab	81a	75ab	74ab	62b	76a
	L2	13b	18b	21bc	20c	80a	68bc	80ab	76a	72ab	64bc	73a	68abc
	L3	13b	8b	11c	15c	76a	74ab	71b	72ab	78a	79a	71ab	73ab
	L4	11b	17b	14c	16c	82a	82a	76ab	82a	73ab	75ab	66ab	60cd
	L5	14b	16b	18c	21c	78a	78a	73ab	77a	67b	71ab	68ab	65bc
	L6	8b	9b	15c	18c	80a	79a	82a	82a	71ab	70abc	74a	69abc
	L7	29a	18b	29b	35b	56b	61c	49c	53b	52c	61c	48c	53d
	L8	35a	39a	49a	49a	28c	27d	24d	26c	33d	29d	29d	29e
CÂMARA FRIA	L1	3	0b	2	5bc	90a	88ab	88ab	93a	93a	92a	85	91a
	L2	1	6b	1	1c	80bc	68cd	80cd	76bc	83abc	80abc	86	84ab
	L3	2	0b	1	8abc	79bc	80b	73de	76bc	89a	88a	80	83ab
	L4	2	6b	4	2c	86ab	89a	90a	83b	87abc	89a	86	83ab
	L5	6	2b	2	2c	78bc	78b	73de	77bc	88ab	74c	85	85ab
	L6	3	4b	2	3c	80bc	79b	82bc	82b	93a	87ab	87	91a
	L7	9	5b	9	12ab	76c	77b	70e	63d	75c	81abc	76	80ab
	L8	5	18a	10	17a	58d	64d	57f	61d	76bc	75bc	79	76b
COND. N° CONTROLADAS	L1	59bc	69a	64a	63a	32,0b	34,6	36,9a	35,5a	0,0502a	0,0330	0,0265	0,0302
	L2	39d	43b	27b	31bc	31,1b	32,9	32,3ab	29,9abc	0,0312ab	0,0232	0,0397	0,0347
	L3	20e	51b	16b	17cd	32,5b	30,5	29,0bc	31,9abc	0,0227b	0,0212	0,0267	0,0270
	L4	68ab	41b	57a	65a	41,5a	34,7	34,3ab	35,7a	0,0290ab	0,0335	0,0415	0,0285
	L5	50cd	47b	70a	33b	32,8b	29,6	33,5ab	33,6ab	0,0250ab	0,0362	0,0325	0,0257
	L6	81a	72a	66a	74a	32,9b	31,1	32,7ab	34,5a	0,0202b	0,0322	0,0347	0,0297
	L7	16e	18c	15b	7de	26,6bc	29,8	30,3ab	26,8bc	0,0225b	0,0255	0,0360	0,0275
	L8	1f	0d	0c	0e	21,1c	28,1	21,9c	24,6c	0,0257ab	0,0230	0,0355	0,0187
CÂMARA FRIA	L1	86a	83ab	91a	78a	36,9a	33,3abc	38,0a	36,9a	0,0397a	0,0337ab	0,0407a	0,0307a
	L2	78a	78bc	81ab	74a	36,1ab	36,4a	34,6ab	34,4ab	0,0332ab	0,0305abc	0,0305ab	0,0287ab
	L3	79a	79abc	75b	76a	32,7abc	36,4a	31,0bc	34,5ab	0,0305ab	0,0407a	0,0290ab	0,0297ab
	L4	82a	83ab	86ab	75a	34,4abc	35,7abc	35,3ab	36,0a	0,0305ab	0,0247bc	0,0327a	0,0340a
	L5	87a	77bc	86ab	82a	31,0bcd	34,5abc	31,7bc	33,8ab	0,0335ab	0,0325abc	0,0292ab	0,0262ab
	L6	80a	91a	88ab	83a	35,4abc	35,9ab	32,8ab	34,9a	0,0315ab	0,0315abc	0,0315a	0,0292ab
	L7	59b	68c	41c	36b	30,5cd	30,7c	31,6bc	32,1ab	0,0260b	0,0300abc	0,0295ab	0,0320a
	L8	8c	9d	5d	26b	27,3d	30,9bc	26,9c	29,4b	0,0217b	0,0192c	0,0177b	0,0167b

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

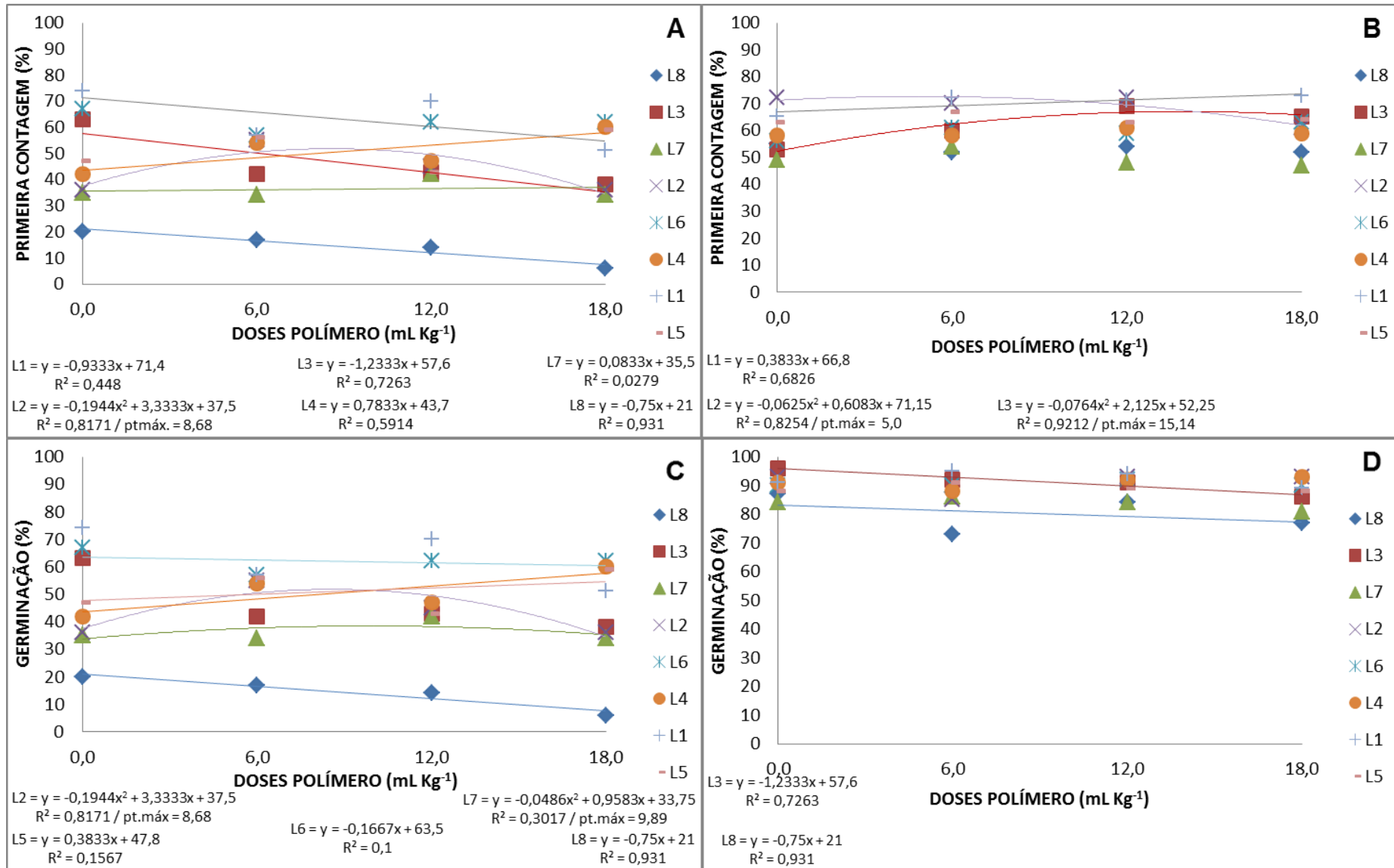


Figura 2: Primeira contagem da germinação e germinação dos lotes de sementes de milho superdoce, Tropical Plus, tratadas com diferentes doses de film-coating e armazenados em temperatura ambiente (A - C) e câmara fria (B - D) por oito meses.

O atraso da germinação pode ser atribuído à dificuldade das sementes em captar umidade no substrato (SAMPAIO; SAMPAIO, 2009) ou pela dificuldade do rompimento do tegumento pela radícula imposta pelo polímero de recobrimento. Entretanto, para a mesma variável, os lotes L4 e L7, armazenados na mesma condição (não controlada), responderam com acréscimo linear ao aumento das doses do polímero e o lote L2 com ajuste quadrático positivo, com ponto de máxima em 8,77 ml, sinalizando melhora na velocidade de germinação com o uso do revestimento. Resultados semelhantes também foram descritos para sementes de arroz (ZENG; SHI, 2008) e soja (GESCH et al., 2012).

Para os lotes armazenados em câmara fria, onde foi constatado interação entre lotes e doses de polímero, também foi observado efeito positivo do revestimento na primeira contagem de germinação (Figura 2B), sendo que o lote L1 apresentou acréscimo linear e os lotes L2 e L3 acréscimo quadrático, com pontos de máxima em 4,86 e 13,98ml. Segundo Evangelista et al. (2007) os filmes plásticos propiciam uma regulação da velocidade de embebição e conseqüentemente uma diminuição dos danos decorrentes deste processo, justificando a melhora no desempenho destes lotes com a adição do polímero.

Conceição et al. (2009), estudando a germinação e vigor de sementes de milho recobertas, verificaram que a germinação das sementes nuas foi mais lenta, quando comparadas às sementes recobertas, independente da mistura aplicada. Os autores atribuem esse resultado ao fato de que, possivelmente, o recobrimento das sementes, ao ser umedecido, não formou uma barreira física à germinação das sementes. Acrescentam ainda que o pH menos ácido em torno das sementes recobertas, pela presença do calcário, pode ter beneficiado a germinação.

Nota-se que, para os lotes armazenados em condições não controladas de temperatura e umidade, não houve relação entre o benefício do polímero com os níveis de vigor das sementes de milho superdoce, uma vez que dentro dos diferentes níveis de vigor houve resposta positiva e negativa. Contudo, Furlani (2009), relata que a peliculização não produz efeito negativo nas sementes de amendoim, independente de seu nível de vigor.

RIVAS et al.(1998) não detectaram efeito sobre o índice de velocidade de emergência em sementes de milho recobertas com os polímeros Chitosan e Certop, no entanto, o polímero Sacrust propiciou aumento desse índice em lotes de baixo vigor e diminuição em lotes de alto vigor. O mesmo não foi observado, neste experimento, para as sementes armazenadas em câmara fria, onde apenas os lotes de alto vigor responderam positivamente a aplicação do film coating.

Na variável porcentagem de germinação verifica-se porcentagens de germinação inferiores dos lotes de baixo vigor (L7 e L8), em todas as doses, em relação aos lotes de vigor intermediário e alto quando armazenados em condições não controladas de temperatura e umidade (Tabela 3). Quando observado o comportamento dos lotes em condições de câmara fria, apenas o lote L7 na dose de 12 mL Kg⁻¹ e o lote L8 nas doses de 6 e 18 mL Kg⁻¹ foram significativamente inferiores aos demais lotes, ressaltando a importância da utilização de sementes de alta qualidade, principalmente em condições não controladas de armazenamento. Sampaio e Sampaio (1994) afirmam que os princípios fundamentais para uma correta conservação de sementes revestidas são os mesmos que têm sido usados para sementes nuas, ou seja, baixa temperatura e umidade.

A maioria dos lotes não respondeu ao tratamento ou obtiveram incremento na porcentagem de germinação, com o aumento nas doses de polímero, apesar do efeito negativo na porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de alguns lotes (Figura 2). Esses resultados estão de acordo com Pires et al. (2005) em sementes de milho, Oliveira et al. (2003) em pimentão, Pereira e Oliveira (2003) em brachiaria e Silva et al. (2002) em alface, os quais também verificaram que a porcentagem de germinação não foi reduzida pelo recobrimento.

Os lotes L2, L4, L5 e L7, quando armazenados em condições ambientais, se beneficiaram com o recobrimento com polímero. Os lotes L4 e L5 apresentaram comportamento linear positivo, e os lotes L7 e L2 ajustaram-se a uma função quadrática positiva, com pontos de máximas em 8,70 e 9,85 ml, respectivamente (Figura 2C). Zamariola et al. (2014) afirmam que o uso de polímeros em doses recomendadas causa efeito positivo na germinação de sementes ao longo do armazenamento, ao passo que o aumento das doses pode causar redução da qualidade fisiológica dependendo do tempo e da velocidade de secagem.

Os lotes L6 e L8, responderam de maneira inversamente proporcional às doses do polímero, decrescendo de maneira linear com o aumento das doses (Figura 2C). Para as sementes armazenadas em câmara fria o recobrimento com polímero não interferiu na germinação das sementes, com exceção aos lotes L3 e L8 que também decresceram linearmente com o aumento das doses de polímero.

Bays et al. (2007), relataram os valores da germinação em soja variaram pouco em relação às sementes com ou sem polímero, não sendo observados diferença ou qualquer indício de danos quando a dose de micronutriente utilizada foi de 2mL kg⁻¹, seja com ou sem fungicida. Quando o fungicida foi adicionado junto ao polímero na dose de 4mL

kg⁻¹, houve redução significativa do vigor, podendo o efeito estar atrelado ao volume final da calda (fungicida + micronutriente e polímero), utilizado em todo o processo de recobrimento.

Baxter e Waters Junior (1986), em sementes de milho doce revestidas com diversas concentrações de gel hidrofílico, constataram que os tratamentos com maiores concentrações tiveram desempenho fraco em relação à qualidade fisiológica, atribuindo este efeito à formação de um filme d'água ao redor da semente, dificultando a difusão de oxigênio, podendo justificar os decréscimos registrados para o L8, de baixo vigor, com o aumento das doses do produto nas duas condições de armazenamento.

MENDONÇA et al. (2007), observaram que a aplicação de revestimento às sementes de milho superdoce causou, em dois períodos de avaliações, consideráveis reduções na germinação em comparação com as sementes nuas independentemente do tipo de material empregado. Segundo os autores, a utilização de produtos orgânicos de fácil digestão microbiana no recobrimento (açúcares e amido) podem ter contribuído para a proliferação de microorganismos, resultando em baixa porcentagem de plântulas normais.

Analisando as linhas de tendência da primeira contagem e porcentagem de germinação em conjunto, não é possível assegurar um comportamento padrão entre os lotes em relação às doses de polímero (Figura 2), pois parte dos lotes não mostrou interação, alguns responderam positivamente e outros negativamente. Contudo, o lote L8, classificado inicialmente como de baixo vigor, mostrou-se mais suscetível ao recobrimento com polímero nas duas variáveis analisadas e em ambas as condições de armazenamento.

Corroborando com estes resultados, Trentini (2004) observou que a peliculização causa efeito diferenciado na germinação de sementes de soja, em função da qualidade fisiológica do lote. A barreira física imposta pelo recobrimento, pode ter dificultado a germinação das sementes menos vigorosas, o que explica o menor desempenho do lote L8 após o recobrimento com polímero (Figura 2). Segundo Silva e Nakagawa (1998), a superação do obstáculo imposto pelo recobrimento está intimamente relacionada ao vigor da semente e, por isso, pequenas diferenças no vigor contribuem para a desuniformidade da população inicial de plantas.

Os dados da emergência de plântulas em campo, mostram em ambas as condições de armazenamento, mais uma vez, a inferioridade dos lotes de baixo vigor (L7 e L8) nas quatro doses do polímero (0; 6; 12; 18 mL Kg⁻¹). Sementes de baixa qualidade fisiológica apresentam baixa capacidade de estabelecimento no campo, resultando em lavouras com baixo estande (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Quando armazenados em condições não controladas de temperatura e umidade, com exceção ao lote L7 (baixo vigor), que ajustou a uma função linear, respondendo positivamente às doses do polímero, os demais lotes não apresentaram interação significativa com as doses de polímero para a emergência de plântulas em campo (Figura 3A). Lima et al. (2006), constataram que a peliculização não prejudicou a germinação, a emergência de plântulas e o índice de velocidade de emergência de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas.

As sementes armazenadas em câmara fria demonstraram comportamento padrão entre a qualidade inicial dos lotes de sementes e doses de polímero (Figura 3), uma vez que, os lotes de vigor baixo e médio não apresentaram interação (L5, L6 e L8), ou ajustaram-se a uma função quadrática positiva (L4 e L7), enquanto os lotes de alto vigor regularam-se a uma função quadrática negativa (L1 e L2) ou decresceu linearmente (L3) com o recobrimento com polímero.

Furlani (2009), em semente de amendoim não observou influência no estabelecimento no campo das plântulas revestidas, concordando com resultados desse experimento e os obtidos em outros estudos com sementes de milho (RIVAS et al., 1998) e de soja (TRENTINI, 2004). Melo et al. (2015), estudando o recobrimento de sementes de tomate com concentrações crescentes de polímero sintético, verificaram que a peliculização ocasionou um incremento na porcentagem de emergência de plântulas sem atraso à velocidade de emergência.

Por outro lado, Priestley e Leopold (1986) verificaram aumento na porcentagem de emergência de plântulas de soja no campo, com uso da técnica de revestimento. Mendonça (2003), estudando o revestimento de sementes de milho superdoce, concluíram que o recobrimento favoreceu a porcentagem e a velocidade de emergência das plântulas em campo após quatro meses de armazenamento em câmara climatizada ($\pm 10^{\circ}\text{C}$ e 80% UR). Essas divergências podem estar relacionadas ao genótipo, tipo e doses dos polímeros utilizadas e tempo de armazenamento diferenciados.

Analisando as curvas de tendência (Figura 3B), observa-se que os lotes L1 e L2 (alto vigor) responderam positivamente apenas para as maiores doses do produto (16ml). SILVA (1997) identificou atraso na germinação, quando foram usados materiais com granulometria muito fina no processo de recobrimento, atribuído à alta capacidade de retenção de água pelos poros do péletes, o que, conseqüentemente, provocou redução das trocas gasosas entre as sementes e o ambiente externo.

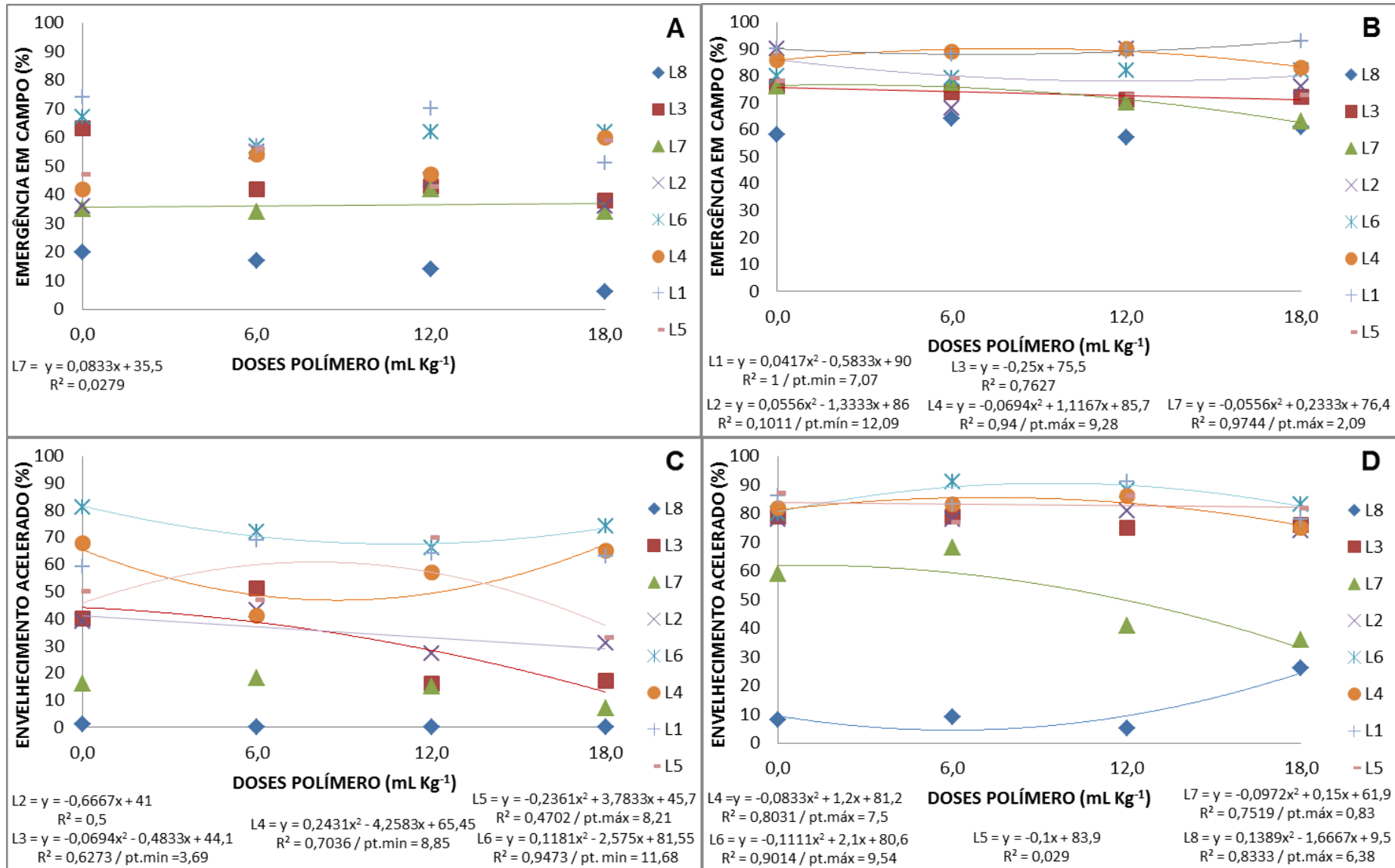


Figura 3: Emergência de plântulas em campo e Envelhecimento acelerado dos lotes de sementes de milho superdoce, Tropical Plus, tratadas com diferentes doses de film-coating e armazenados em temperatura ambiente (A - C) e câmara fria (B - D) por oito meses.

Entretanto, os lotes L4 e L7 (vigor intermediário e baixo), apresentaram pontos de máxima em 8,08 e 2,00ml, respectivamente, mostrando-se mais suscetíveis às maiores concentrações de polímero (16 mL Lg^{-1}). Oliveira et al. (2009), ao estudar o recobrimento de sementes, constataram que apesar das diferentes concentrações não terem afetado significativamente o percentual de germinação, a concentração polimérica de 3%, reduziu o percentual de germinação, comparado à amostra controle e as concentrações de 1 e 2%.

Apesar de drástico para todos os lotes armazenados em condições não controladas, o envelhecimento acelerado apontou novamente a inferioridade dos L7 e L8 (baixo vigor), atingindo nível zero de germinação para o L8 (Tabela 3). Em câmara fria, o envelhecimento acelerado foi drástico apenas para os lotes de baixo vigor (L7 e L8). A drasticidade observada para todos os lotes em condições não controlada, indica um decréscimo na qualidade das sementes classificadas inicialmente como de vigor alto e intermediário. Vários são os fatores que influenciam a conservação da viabilidade e vigor das sementes durante o armazenamento, tais como vigor inicial da semente, umidade relativa do ar e temperatura de armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

As curvas de regressão do teste de envelhecimento acelerado para os lotes armazenados em temperatura ambiente são apresentadas na Figura 3C. Os de baixo vigor (L7 e L8) não demonstraram interação com as doses do recobrimento das sementes. O L3 apresentou ajuste linear decrescente com o aumento das doses. Os lotes L2 e L5 adequaram-se a função quadrática positiva enquanto os L4 e L6 negativa. Observa-se, em geral, que a porcentagem de germinação após o envelhecimento acelerado foi prejudicada em doses específicas para cada lote, indicando que a dose correta é fundamental para o recobrimento das sementes, bem como a definição dessas de acordo com a qualidade dos lotes.

Com relação ao comportamento das sementes armazenados em câmara fria e submetido ao envelhecimento acelerado, nota-se que, em geral, os lotes que apresentaram ajuste significativo, se beneficiaram com a utilização do polímero em doses específicas. Os lotes L4, L6 e L7 ajustaram a uma função quadrática positiva, com pontos de máxima em 0,78, 9,54 e 7,50ml, respectivamente. O lote L8 apresentou uma função quadrática negativa, com ponto de mínima em 6,38ml, contudo, exibiu melhor porcentagem de germinação, após o envelhecimento acelerado, quando revestido com 18ml do produto.

Segundo Melo et al. (2015), independentemente do objetivo final da peliculização, conhecer os padrões referentes às interações entre a semente e a

viscosidade, resistência e plasticidade dos materiais de recobrimento é fundamental para o sucesso de tal operação. Torna-se, portanto, necessário que os materiais e aditivos utilizados no revestimento das sementes, bem como suas doses, sejam estudados (OLIVEIRA, 2003). Somado a isso, o efeito da peliculização é dependente do lote de semente em questão (PEREIRA et al., 2011).

Para o vigor das sementes estimado pelo teste de frio, verifica-se que os lotes L7 e L8, classificados inicialmente como de baixo vigor, mantiveram-se significativamente inferiores, para as quatro doses de polímero, após oito meses de armazenamento em condições não controladas de ambiente (Tabela 3). Quando armazenadas em câmara fria, apenas o lote L8 permaneceu inferior aos lotes classificados inicialmente como de alto e médio vigor, justificando a importância do armazenamento, principalmente para os lotes de baixa qualidade. Com relação aos efeitos do vigor das sementes sobre o potencial de armazenamento, sendo o processo deteriorativo inevitável e irreversível, aquelas de alto vigor chegarão ao final do armazenamento em melhores condições que as de menor vigor (CARVALHO, 1994).

Nota-se que apenas os lotes L1, L3 e L4, armazenados em condições ambientais, e os lotes L3, L5 e L6 em câmara fria, responderam significativamente ao aumento das doses do polímero (Figura 4A e B). O recobrimento de sementes em diversas proporções de cimentante testadas por Conceição e Vieira (2008) não afetou significativamente a qualidade fisiológica das sementes de milho avaliada pelo teste de frio e a germinação. MEDEIROS et al. (2006) trabalhando com sementes de cenoura e CORASPE et al. (1993) trabalhando com sementes de alface também não observaram diferença significativa nos resultados obtidos pelo teste de frio entre sementes nuas e recobertas, corroborando com a maioria dos lotes deste experimento quando submetidos ao teste de frio.

Em condições ambientais não controladas a porcentagem de germinação após o teste de frio reduziu linearmente para os lotes L3 e L4 e o lote L1 ajustou-se a uma função quadrática negativa, com ponto de mínima em 10 ml. O lote L3 também decresceu linearmente com a adição do polímero, quando armazenados em câmara fria. O mesmo ajuste observado no lote L1 armazenado em condições ambientais foi observado pelos lotes L5 e L6 em câmara fria, com pontos de mínima em 9,78 e 9,0 ml.

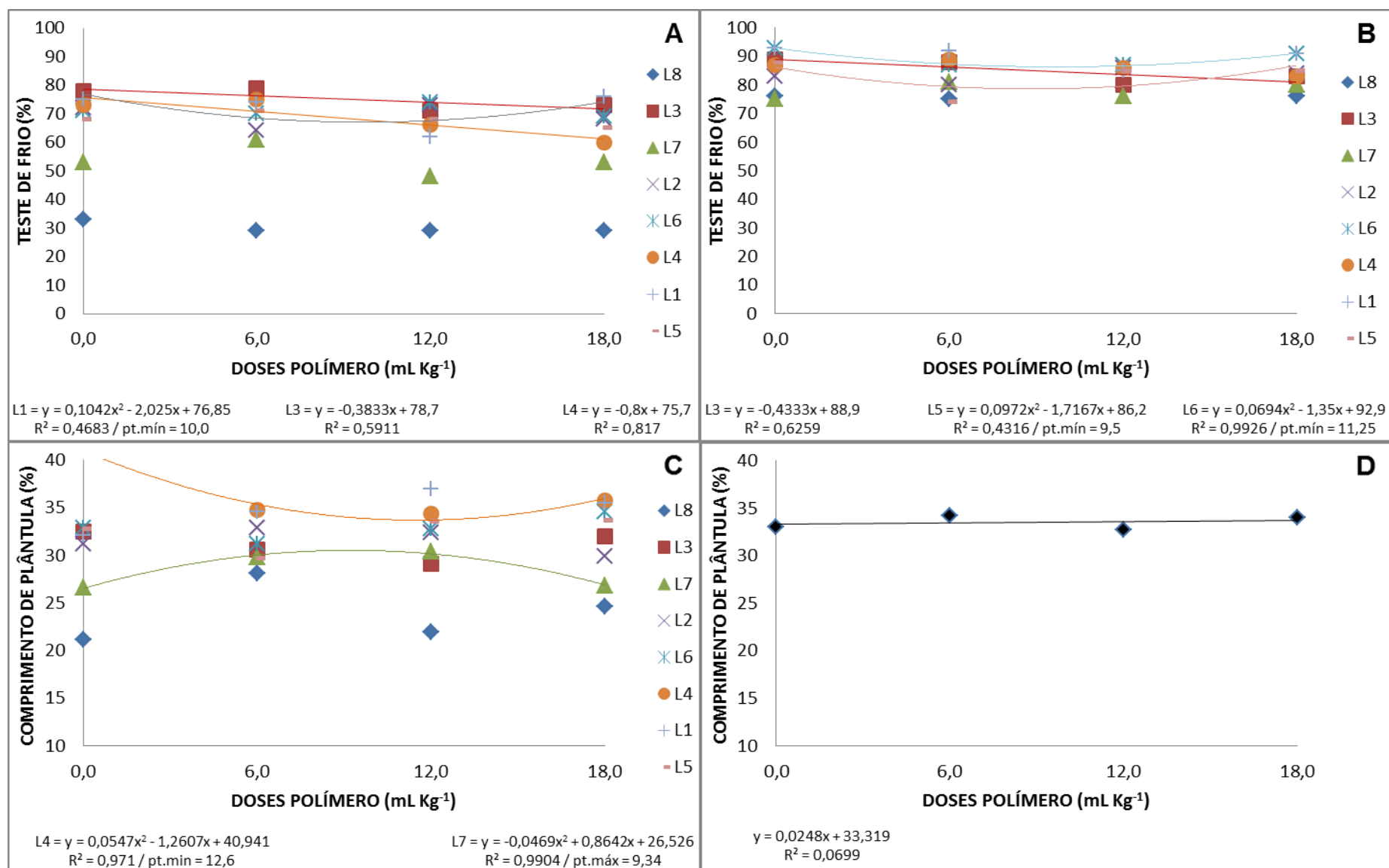


Figura 4: Teste de Frio e Comprimento de plântula dos lotes de sementes de milho superdoce, Tropical Plus, tratadas com diferentes doses de film-coating e armazenados em temperatura ambiente (A - C) e câmara fria (B - D) por oito meses.

Apesar de estes lotes terem se ajustado a uma função quadrática negativa, é possível observar que a porcentagem de germinação, após o teste de frio, dos lotes revestidos com doses de 18ml do polímero é similar à testemunha (Tabela 3). Lagôa (2011), em semente de milho, observou que seis dos 10 lotes estudados apresentaram valores inferiores no vigor avaliado pelo teste de frio após o processo de peletização. A autora ainda ressalta que a incongruência dos resultados que apontam melhora no vigor das sementes peletizadas após o armazenamento pode estar sinalizando a necessidade de estudos específicos com sementes recobertas a fim de se desenvolver metodologias para elas.

Os menores comprimentos e massa seca de plântulas foram registrados para os lotes de baixo vigor inicial (L7 e L8). Com exceção a massa seca de plântula dos lotes armazenados em condições não controladas, os valores absolutos dos lotes de baixa qualidade, nas duas variáveis foram, em geral, significativamente menores em quase todas as doses (Tabela 3).

O comprimento de plântulas apresentou leve incremento com a adição do polímero para os lotes armazenados em câmara fria, não havendo distinção entre os diferentes lotes (Figura 4D). Quando armazenados em condições não controladas de temperatura e umidade, apenas os lotes L4 e L7 apresentaram ajuste significativo com o revestimento das sementes, exibindo linhas de tendência côncavas e convexas, com ponto de mínima em 12,6 e de máxima em 9,34, respectivamente (Figura 4C).

Os resultados obtidos mostram que os lotes armazenados em câmara fria preservaram a qualidade fisiológica após oito meses de armazenamento, e que o efeito do recobrimento foi dependente da dose e da qualidade inicial dos lotes de sementes de milho superdoce.

Verifica-se que a qualidade fisiológica das sementes armazenadas em condições não controlada foram sempre menores que em câmara fria, independente da variável analisada (Tabela 3). Portanto, analisando os dados de germinação, emergência de plântulas em campo e vigor, constata-se a importância do ambiente de armazenamento das sementes, mesmo quando revestidas com polímero. As maiores temperatura e umidade verificada em condições não controladas (Figura 1), contribuíram para deterioração precoce destas sementes.

Acredita-se que, os princípios fundamentais para a correta conservação das sementes recobertas são os mesmos conhecidos para as sementes nuas (CONCEIÇÃO et al., 2009), explicando, mesmo após o recobrimento com polímero, a maior suscetibilidade à deterioração dos lotes em condições não controlada de temperatura e umidade. Entretanto,

os lotes armazenados em condições não controladas foram mais beneficiados com o recobrimento das sementes com polímero, quando comparado aos acondicionados em câmara fria (Figura 2). Segundo Lagôa (2011), as sementes armazenadas buscam o equilíbrio higroscópico podendo, portanto, aumentar ou diminuir seu teor de água em função da umidade relativa do ar em ambiente não controlado.

Kavak e Eser (2009) relatam que o recobrimento pode ser utilizado para controlar as condições de estocagem das sementes, prevenindo o aumento de umidade e garantindo sua qualidade, visto que mesmo uma pequena elevação do grau de umidade é suficiente para reduzir sua capacidade de germinação. Estudos realizados por Pedroso et al. (2011) demonstram que a combinação do fungicida com o polímero, além de não interferir no processo de germinação das sementes de cenoura, auxiliou na manutenção de sua qualidade durante o armazenamento.

Em doses específicas o uso do polímero pode causar efeitos positivos na qualidade de sementes. Contudo, é necessário a continuidade dos estudos em relação às doses e ao recobrimento de sementes com polímero no armazenamento, principalmente, em sementes de milho superdoce, que apresentam o pericarpo tenro, enrugado e com rachaduras, dificultando o cálculo de doses para uma cobertura homogênea.

CONCLUSÃO

O efeito do revestimento com polímero na qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce, é dependente do vigor inicial do lote de semente e das condições de armazenamento.

Em câmara fria, os lotes exibiram comportamento estável com o recobrimento de sementes, sendo observado, em geral, acréscimo de qualidade, com doses específicas de polímero, principalmente para os lotes de vigor intermediário e alto.

Em condições não controladas de temperatura e umidade, o recobrimento proporcionou, em geral, decréscimo na qualidade fisiológica dos lotes, independente o nível de vigor.

A concentração de 18 mL kg⁻¹, em geral, prejudicou em ambas as condições de armazenamento a qualidade fisiológica das sementes, principalmente do lote de baixo vigor (L8).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVELAR, S.A.G.; SOUZA, F.V.; FISS, G.; BAUDET, L.; PESKE, S.T. The use of film coating on the performance of treated corn seed. **Journal of Seed Science**, v.34, n.2, p.186-192, 2012.

ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E.; CATANEO, A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 43-48, 2003.

AVELAR, S.A.G.; SOUZA, F.V.; FISS, G.; BAUDET, L.; PESKE, S.T. The use of film coating on the performance of treated corn seed. **Journal of Seed Science**, v.34, n.2, p.186-192, 2012.

AZANZA, F.; BAR-ZUR, A.; JUVIK, J.A. Variation in sweet corn kernel characteristics associated with stand establishment and eating quality. **Euphytica**, Amsterdam, v.87, p. 7-18, 1996.

BARROS, R.G.; BARROGPSSO, J.A.F.; COSTA, J.S DA.C. Efeito do armazenamento na compatibilidade de fungicidas e inseticidas, associados ou não a um polímero no tratamento de sementes de feijão. **Bragantia**, v. 64, n.3, p. 459-465, 2005.

BAYS, R.; BAUDET, L.; HENNING, A. A.; LUCCA FILHO, O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 02, p. 60-67, 2007.

BAXTER, L.; WATERS JR., L. Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the imbibition, respiration, and germination of sweet corn at four matric potentials. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.4, p.517-520, 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 45/2013**, de 17 de setembro de 2013, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Padrões para produção e comercialização de semente). Brasília, DF: SNAD/DNDN/CLAV: Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 set. 2013.

BRASIL Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/ DNDV/ CLAV, 2009. 364p.

BORIN, A, L, D, C; LANA, R, M, Q.; PEREIRA, H, S. Absorção, acúmulo e exportação de macronutrientes no milho doce cultivado em condições de campo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. spe, p. 1591-1597, 2010.

CARMO, M. S.; CRUZ, S.C.S.; SOUZA, E.J.; CAMPOS, L.F.C.; MACHADO, C.G. Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (*Zeamaysconvar. saccharatavar.rugosa*). Uberlândia: **Bioscience Journal**, v.28, n.1, p.223-231, 2012.

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

COIMBRA, R. de A. et al. Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho-doce (sh2). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2402-2408, 2009.

CONCEIÇÃO, P.C.; VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F.; CAMPOS, S.C. Germinação e vigor de sementes de milho recobertas e viabilidade do inóculo durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 765-772, maio/jun., 2009.

CONCEIÇÃO, P. M.; VIEIRA, H. D. Qualidade fisiológica e resistência do recobrimento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, 2008.

CORASPE, H. M.; GONZALES IDIARTE, H.; MINAMI, K. Avaliação do efeito da peletização sobre o vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 50, n. 3, dez. 1993.

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

EVANGELISTA, J.R.E. et al. Desempenho de sementes de soja peliculizadas em solo com diferentes teores de água. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p.994-999, 2007.

FURLANI, A.C.F.A. **Performance da aplicação de polímero no tratamento de sementes de amendoim**. Jaboticabal, SP, 2009. 47f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2009.

HOLBIG, L.S.; BAUDET, L.; VILLELA, F.A. Hidrocondicionamento de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.1, p.171-176, 2011.

HOLBIG, L.S.; BAUDET, L.; VILLELA, F.A.; CAVALHEIRO, V. Recobrimento de sementes de cenoura osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.4, p.22-28, 2010.

JUNGES, E.; TOEBE, M.; SANTOS, R.F.; FINGER, G.; MUNIZ, M.F.B. Effect of priming and seed-coating when associated with *Bacillus subtilis* in maize seeds. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3 p. 520-526, jul-set, 2013.

KUNKUR, V. et al. Effect of seed coating with polymer, fungicide and insecticide on seed quality in cotton during storage. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, Karnataka, v. 20, n. 1, p. 137-139, 2007.

LAGÔAL, A.O.; **Efeitos da peletização na plantabilidade e na qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce armazenadas em câmara fria**. Jaboticabal, SP, 2011. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2011.

LIMA, L.B.; SILVA, P.A.; GUIMARÃES, R.M.; OLIVEIRA, J.A. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1091-1098, 2006.

MEDEIROS, E. M.; BAUDET, L.; PERES, W. B.; PESKE, F. B. Recobrimento de sementes de cenoura com aglomerante em diversas proporções e fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p.94-100, 2006

MEDEIROS, E. M.; BAUDET, L.; PERES, W. B.; PESKE, F. B. Recobrimento de sementes de cenoura com aglomerante em diversas proporções e fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 94-100, 2006.

MELO, A.C.; SELEGUINI, A.; VELOSO, V.R.S.; PEREIRA, J.M. Recobrimento de sementes de tomate com concentrações crescentes de polímero sintético. **Ciência Rural**, Santa Maria, 5, n.6, p.958-963, jun, 2015.

MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, N. M.; RAMOS, N. P. Revestimento de sementes de milho superdoce (sh2). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.2, p.68-79, 2007.

MENDONÇA, E.A.F. **Revestimento de sementes de milho superdoce**. 2003. 63 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do campus de Jaboticabal - UNESP, Jaboticabal - SP, 2003.

MUNIZZI, A; BRACCINI, A.L.; RANGEL, MA. S; SCAPIM, CA; ALBRECHT, L.P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**: v.32, n.1, p.176-185, 2010.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N. M. (Ed). **Testes de vigor de sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, J. B. C.; MÁRTON, L. Qualidade fisiológica de sementes peletizadas de tomate durante o armazenamento. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 3, n. 3, p. 47, 1993.

NASCIMENTO, W.M. *Produção de sementes de hortaliças para a agricultura familiar*. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, 2005, p.7-14 (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 35), 2005.

NI, B. R.; BIDDLE, A. J. Alleviation of seed imbibitional chilling injury using polymer film coating: seed treatment challenges and opportunities. **British Crop Protection Council, Brunswick**, v. 13, p. 73-80, 2001.

OLIVEIRA, A.F.; SOLDI, V. COELHO, C.M.M.; MIQUELOTO, A.; COIMBRA, J.L.M. Preparação, caracterização e propriedades de filmes poliméricos com potencial aplicação

no recobrimento de sementes. **Química Nova**, São Paulo, v.32, n.7, p. 1845-1849, 2009.

OLIVEIRA, A.S.; SILVA-MANN, R.; SAMTPS, M.F.; GOIS, I.B.; BARRETO, M.C. DE V. Condicionamento osmótico em sementes de milho doce submetidas ao armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 444-448, 2008.

OLIVEIRA, J. A.; GUIMARAES, R. M.; ROSA, S. D. V. F. Processamento de sementes pos-colheita. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 52-58, maio/jun. 2006.

OLIVEIRA, J.A.; PEREIRA, C.E.; GUIMARÃES, R.M.; VIEIRA, A.R.; SILVA, J.B.C. Desempenho de sementes de pimentão revestidas com diferentes materiais. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n. 2, p. 36-47, 2003.

OLIVEIRA, J. A. et al. Comportamento de sementes de milho colhidas por diferentes métodos, sob condições de armazém convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 2, p. 289-302, 1999.

PEDROSO, D. C.; MUNIZ, M. F. B.; TUNES, L. M. de; MÜLLER, J.; JUNGES, E.; DUTRA, C. B. Qualidade de sementes de cenoura armazenadas após recobrimento com fungicida, pó biológico e polímero. **BioscienceJournal**, Uberlândia, v. 30, p. 746-756, 2011.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; EVANGELISTA, J.R.E.; BOTELHO, F.J.E.; OLIVEIRA, G.E.; TRENTINI, P. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.656-665, 2007.

PEREIRA, C. P.; OLIVEIRA, J.R., EVANGELISTA, E. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras – MG, v. 29, n. 6, p.1201-1208, 2005.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A. Qualidade Fisiológica e Sanitária de sementes de *Brachiariadecumbens* revestidas e tratadas com inseticida e fungicida. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 13, n. 3, p. 227 (resumo 331), 2003.

PIRES, L. L.; BRAGANTINI, C.; COSTA, J.L.S. Armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 7, p. 709-715, 2004.

PRIESTLEY, D.A.; LEOPOLD, A.C. Alleviation of imbibitional chilling injury by use of lanolin. **Crop Science**, Madison, v. 26, n. 6, p. 1252-1254, Nov./Dec. 1986.

RIVAS, B. A.; MCGEE, D. C.; BURRIS, J. S. Tratamiento de semillas de maiz com polímeros para el controle de *Pythium* spp. **Fitopatologia Venezolana**, Caracas, v. 11, n. 1, p. 10-15, 1998.

RIVEIRA, A.A.C.; PINHO, R.G V.; GUIMARÃES, R.M.; VEIGA, A.D.; PEREIRA, G.S.; PINHO, I.V.V. Efeito do ácido giberélico na qualidade fisiológica de sementes redondas de

milho doce, sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.3, p. 247-256, 2011

SAMPAIO, T.G.; SAMPAIO, N.V. Recobrimento de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W.M. Tecnologia de sementes de hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, p.275-306. 2009.

SAMPAIO, T.G.; SAMPAIO, N.V. Recobrimento de Sementes. Inf. ABRATES. v.4, n.3, p. 20-52. 1994.

SILVA, J.B.C.; SANTOS, P.E.C; NASCIMENTO, W.M. Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 67-70, 2002.

SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Metodologia para avaliação de materiais cimentantes para peletização de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 31-37, 1998.

SILVA, N. Melhoramento de milho doce. In: ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO, 11,1994. Piracicaba. Anais....ESALQ, 1994. v11. p 45-49.

SILVA, J.B.C. **Avaliação de métodos e materiais para peletização de sementes**. 1997. 127f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

SIMONI, F.; C, R.S.; FOGAÇA, C.A.; GEROLINETO, E. Sementes de Sorghum bicolor L. - Gramineae, submetidas ao estresse hídrico simulado com PEG (6000). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Pernambuco, v.11, n.1, p.188-192, 2011.

SOUZA, S.M.; PAES, M.C.; TEIXEIRA, F.F. Milho Doce: Origem de Mutações Naturais. SeteLagoas, MG, EmbrapaMilho e Sorgo. Documentos 144, p. 42. 2012.

TRENTINI, P. **Pelliculização: preservação da qualidade de sementes de soja e desempenho da cultura em camponaregião de Alto Garças, MT**. 2004. 117p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras. UFL – 2004.

ZAMARIOLA, N.; OLIVEIRA, J.A.; GOMES, L.A.A.; JÁCOME, M.F.; REIS, L.V.R. Effect of drying, pelliculation and storage on the physiological quality of eggplant seeds. **Journal of Seed Science**, v.36, n.2, p.240-245, 2014.

ZENG, D.; SHI, Y. Preparation and application of a novel environmentally friendly organic seed coating for rice. **American-Eurasian Journal of Agronomy**, v.1, n.2, p.19-25, 2008.

GESCH, R.W. et al. **Can using polymer-coated seed reduce the risk of poor soybean emergence in no-tillage soil?** Field Crops Research, v.125, n.1, p.109-116, 2012.

WATERS, L.; BLANCHETTE, B. Prediction of sweet corn field emergence by conductivity and cold tests. **Journal of American Society**. Alexandria, Horticultural Science. v.108, n. 5, p.778-781, 1983.

4.3 ARTIGO C:

QUALIDADE FISIOLÓGICA NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE MILHO SUPERDOCE RECOBERTAS COM POLÍMERO E/OU ASSOCIADO AO TRATAMENTO FÚNGICO

RESUMO – O polímero de revestimento isolado ou associado a tratamento fúngico pode contribuir na manutenção da qualidade fisiológica de sementes durante o armazenamento. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce durante o armazenamento em condições não controladas de temperatura e umidade em resposta ao tratamento com polímero isolado ou associado ao tratamento fúngico. Foram utilizados dois lotes de sementes de uma variedade de milho superdoce, material PD 1003, produzidos em Londrina, PR, nas safras 2012/2013 (L1) e 2013/2014 (L2), submetidos ao tratamento com os ingredientes ativos fludioxonil + mefenoxam + thiabendazol, associados ou não ao polímero de revestimento Polyseed CF®, totalizando quatro tratamentos: testemunha (T1); tratamento fúngico (T2); revestimento com polímero (T3) e tratamento fúngico + polímero (T4). A qualidade fisiológica das sementes tratadas foi avaliada ao longo do armazenamento, ao zero, três, seis e nove meses, por meio dos testes de primeira contagem, porcentagem de germinação, emergência em campo, envelhecimento acelerado, teste de frio e comprimento e massa seca de plântula. Foi realizada a análise de variância seguindo o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4 (Tratamentos X Épocas) para cada lote separadamente. O lote L2 foi mais responsivo aos tratamentos, apresentando maior interação ao longo do armazenamento. A testemunha e o polímero isolado foram, em geral, mais suscetíveis à deterioração, apresentando resultados inferiores aos demais tratamentos ao longo do armazenamento, principalmente para o lote de melhor qualidade. O tratamento do fungicida associado ao polímero, se destacou na manutenção da qualidade fisiológica, em especial para o lote L2, de sementes de milho superdoce durante o armazenamento.

Termos para Indexação: *Zea mays*, longevidade, potencial fisiológico e revestimento.

FUNGICIDE TREATMENT ASSOCIATED WITH POLYMER ON PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SUPER SWEET CORN SEEDS DURING STORAGE

ABSTRACT – The application of polymer alone or associated with a fungicide treatment for seed coating can contribute to the maintenance of their physiological quality during storage. The aim of the study was to evaluate the physiological quality of super sweet corn seeds during storage under uncontrolled temperature and humidity conditions in response to treatments with polymer alone or associated with a fungicide treatment. Two super sweet corn seed lots, PD 1003 material, produced in Londrina, PR, in 2012/2013 (L1) and 2013/2014 (L2) crops were treated with the active ingredients Fludioxonil + Mefenoxam + Thiabendazole associated or not with the polymer Polyseed CF®, totaling four treatments: witness (T1), fungicide treatment (T2), coating with polymer alone (T3) and coating with polymer + fungicide treatment (T4). The physiological quality of treated seeds were evaluated during storage, initially and every three months thereafter (0, 3, 6 and 9 months) through the following determinations and tests: First Count, Germination Percentage, Seedling Emergence in the field, Accelerated Aging, Cold Test, Length and Dry Mass of Seedlings. Data were subjected to analysis of variance in a completely randomized design, in a 4 x 4 (Treatment x Storage Time) factorial design for each lot separately. The L2 lot showed a greater response to the treatments, having a best interaction during storage. The witness (T1) and coating with polymer alone (T3) treatments were more susceptible to seed deterioration showing lower results than the other treatments during storage, mainly for the lot of better quality. The coating with polymer + fungicide treatment (T4) showed the best results with respect to the maintenance of super sweet corn seeds physiological quality during storage, especially for the L2 lot.

Index Term: *Zea mays*, longevity, physiological potential, and recovered

INTRODUÇÃO

O milho doce (*Zea mays* L. var. *sacharata* Korn), diferentemente do milho comum, apresenta alto teor de açúcar solúvel no endosperma das sementes (KAUKIS; DAVIS, 1986). As mutações genéticas mais comuns que levam o milho a acumular cerca de duas vezes mais açúcares se encontram nos locus *sugary* (*su*), *shrunken-2* (*sh2*), *brittle* (*bt*), *sugary enhancer* (*se*), e *brittle-2* (*bt2*) (SOUSA et al., 2012). O gene *su* não proporciona elevados teores de açúcares como é o caso dos mutantes *bt* e *sh*, portanto, as cultivares dos genótipos *sh* e *bt* são chamadas de superdoces (TRACY, 1994).

Popular na Europa, Canadá e Estados Unidos, o milho doce ainda é pouco conhecido no Brasil e é cultivado principalmente para o consumo fresco (DICKERSON, 2003). Apresenta um sabor mais adocicado, devido ao bloqueio da conversão de açúcares em amido durante os processos de desenvolvimento de grãos e maturação, resultante da mutação genética, elevado valor nutritivo e características organolépticas, tais como o sabor, textura e maciez que favorecem o seu consumo “in natura”. A mutação também culminou em alterações na estrutura e composição das sementes (LAGÔA et al., 2012), resultando em baixo desempenho fisiológico das sementes.

O desempenho inferior das sementes de milho doce pode ser atribuído ao baixo conteúdo de carboidratos totais (CREECH, 1965), a fragilidade do sistema de membrana após a secagem, a cristalização de açúcares no interior das células do endosperma e a presença de espaços vazios entre a camada de aleurona e o pericarpo, que tornam o pericarpo frágil e sensível a danos mecânicos, proliferação de patógenos e a deterioração (WATERS; BLANCHETTE, 1983).

A presença de patógenos pode alterar significativamente o desempenho de plântulas no campo e o comportamento das sementes durante o armazenamento, sendo os efeitos mais pronunciados quando se tratam de organismos colonizadores de tecidos internos das sementes. No caso de sementes de milho, a presença de *Fusarium moniliforme* (Sheld), *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc., *Fusarium graminearum* Schwabe e *Cephalosporium* sp. é muito frequente e pode causar doenças de parte aérea de plantas (LUZ, 1997), enquanto *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. são comuns no armazenamento (MACHADO, 2000).

Para diminuir falhas na germinação e assegurar o estabelecimento do estande de plantas no campo, o tratamento de sementes é uma tecnologia bastante recomendada pela pesquisa e utilizada pelas empresas produtoras de sementes (FESSEL et al., 2003), apresentando um benefício imediato, visto que o custo do processo é menor que o ganho em rendimento, e a médio/longo prazo, proporciona um sistema de produção equilibrado, constituindo-se em um seguro barato (MENTEN; MORAES, 2010).

Em sementes de milho, devido ao longo período de armazenamento e a ocorrência de pragas e fungos de armazenamento, o tratamento com fungicidas e ou inseticidas é necessário (AGUILERA et al., 2000), principalmente para a proteção contra

microrganismos causadores de podridões (PEREIRA et al., 2008) e também o controle dos fungos tidos como de armazenamento (PEREIRA, 1986; 1991).

O milho superdoce, por apresentar desempenho germinativo deficiente ocasionado pela elevada reserva de açúcares no endosperma ou ao possível menor vigor natural das sementes determinado pelo genótipo (MCDONALD et al. 1994), pode se beneficiar da ação de fungicidas (RAMOS et al., 2008) e outros tratamentos como o recobrimento com polímeros. Em cultivares que predisõem as estruturas da semente à ação severa de patógenos, o tratamento fungicida deve ser considerado mais enfaticamente (MACHADO, 2000), como é o caso das sementes de milho superdoce.

O armazenamento sob condições não controladas, expõem as sementes a oscilações de temperatura e umidade relativa, ao ataque de pragas e fungos de armazenamento, contribuindo para a redução da qualidade das mesmas (LUDWIG et al., 2011). Neste sentido, o tratamento de sementes com fungicidas e polímeros pode contribuir para a redução destes efeitos nocivos, contribuindo para a manutenção da qualidade das sementes (PEREIRA et al., 2005; KARAM et al., 2007).

O revestimento com polímero é utilizado com o objetivo de melhorar o desempenho e agregar valor às sementes (JUNGES et al., 2013), além de permitir a incorporação de outros materiais, tais como fungicidas, reguladores de crescimento e micronutrientes (OLIVEIRA et al., 2006).

Nos últimos anos, o tratamento químico de sementes em associação com o revestimento com polímeros tem recebido atenção em algumas culturas de expressão econômica. Os polímeros têm possibilitado o aumento da penetração e da fixação do produto ativo, melhorando a sua distribuição nas sementes, além de reduzir as quantidades utilizadas de produtos químicos e os problemas de poluição ambiental (DURAN, 1998). O revestimento ainda garante quantidade adequada dos ingredientes ativos a ser aplicada e aderida a superfície das sementes (KUNKUR et al., 2007) e proporciona boa aparência a sementes, cor e adesão (BAYS et al., 2007).

Os benefícios da utilização de polímeros nos tratamentos de sementes vêm sendo relatados para espécies como a soja (LUDWIG et al., 2011), o algodão (LIMA et al., 2006) e o arroz (ARSEGO et al., 2006). Entretanto, para Sampaio e Sampaio (1994), o uso de filmes de revestimento pode aumentar a toxicidade dos produtos químicos aplicados em sementes, podendo comprometer a germinação e o vigor. São escassos os trabalhos relacionando o uso de polímeros e tratamentos fúngicos na

qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce, principalmente quando se considera o efeito ao longo do armazenamento.

Em face dessas considerações o presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica, durante o armazenamento, de sementes de milho doce recobertas com polímero isolado ou associado a tratamento fúngico.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR. Foram utilizados dois lotes da variedade de sementes de milho superdoce *brittle* (bt), material PD 1003, desenvolvido pelo Programa de Melhoramento Genético do Departamento de Biológica Geral da Universidade Estadual de Londrina e produzidos em Londrina, PR, nas safras 2012/2013 (L1) e 2013/2014 (L2). Os lotes L1 e L2 apresentavam qualidade fisiológica inicial diferente, no entanto ambos com germinação acima do padrão de comercialização para a espécie, que é de 60%.

As sementes dos dois lotes foram submetidas a tratamentos com polímero de revestimento e fungicida isolados e associados (Tabela 1). O tratamento químico das sementes foi realizado manualmente, colocando o fungicida e/ou polímero, junto às sementes, dentro de um saco plástico e agitando-se até a distribuição homogênea e uniforme sobre as mesmas.

Tabela 1 – Ingredientes ativos, produtos comerciais e doses utilizadas para o tratamento de lotes de sementes de milho superdoce. Londrina, 2016.

Tratamentos	Ingrediente ativo (i.a)	Nome comercial	Tipo de produto ¹	Dose produto comercial ²
T1	Testemunha absoluta	-	-	-
T2	fludioxonil +mefenoxam + thiabendazole	MaximAdvanced®	F + F + F	150
T3	Testemunha + polímero	Polyseed CF	P	300
T4	fludioxonil +mefenoxam + thiabendazole + polímero	MaximAdvanced® + Polyseed CF	F + F + F + P	150 + 300

¹ Tipo de produto: F: fungicida e P: polímero

² Dose do produto comercial: mL100Kg⁻¹

Volume de calda máximo: 600 mL 100 kg⁻¹.

Após os tratamentos, as sementes foram imediatamente colocadas em

sacos multifolhados e armazenadas, por um período de nove meses, em condições de temperatura e umidade ambiente (Figura 1).

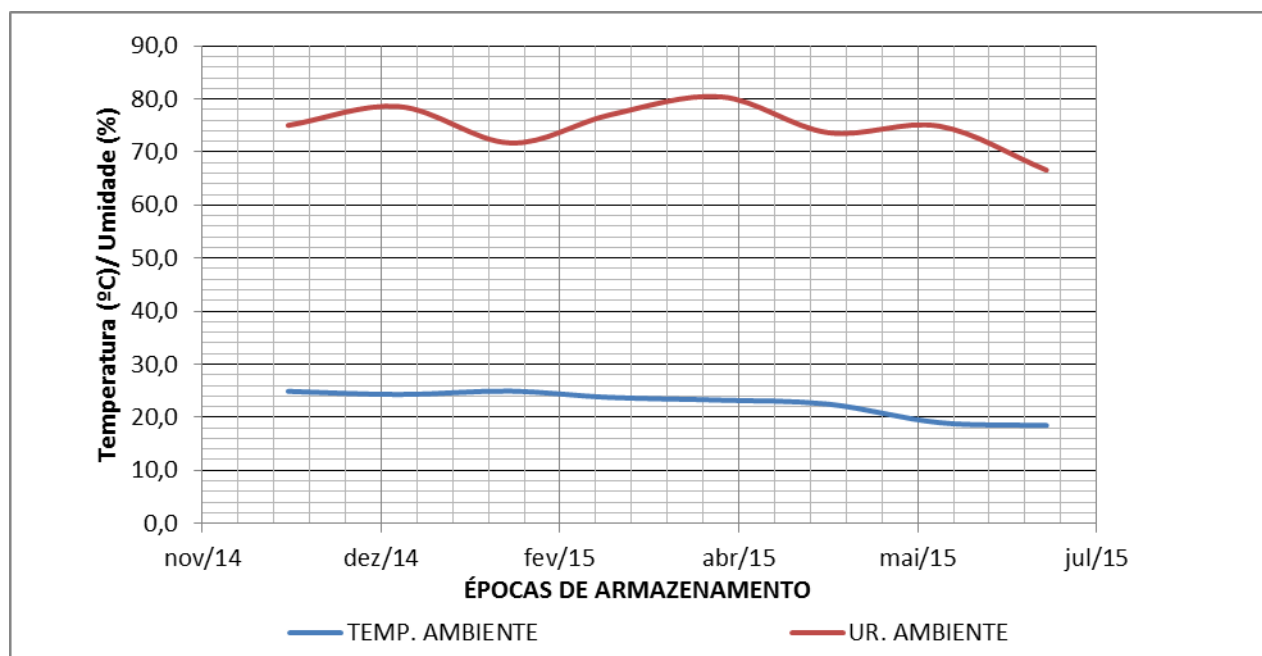


Figura 1: Condições de Temperatura e umidade durante armazenamento das sementes de milho super doce.

A qualidade fisiológica das sementes tratadas foi avaliada aos zero, três, seis e nove meses ao longo do armazenamento, por meio dos seguintes testes: **Germinação e primeira contagem:** foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, em papel germitest umedecido na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato. Os rolos de papel, acondicionados em saco plásticos, foram mantidos em germinadores sob temperatura de 25 °C. A avaliação constou de duas contagens, aos quatro (primeira contagem) e sete dias após a instalação do teste, com resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009). **Emergência das plântulas no campo:** conduzido com quatro repetições de 50 sementes, semeadas a 5 cm de profundidade em linhas de 2,5 m, distanciadas de 0,30 m entre si. A avaliação foi realizada aos 14 dias após a semeadura e o resultado expresso em porcentagem (NAKAGAWA, 1994). **Teste de envelhecimento acelerado:** quatro repetições de 50 sementes envelhecidas a 42 °C por 72 horas (DIAS; BARROS, 1995) e posteriormente colocadas para germinar segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). **Teste de frio:** conduzido utilizando a metodologia do rolo de papel sem solo, com quatro repetições de 50 sementes (DIAS; BARROS, 1995). **Teste de condutividade elétrica:** quatro repetições de 25 sementes, previamente

pesadas, foram colocadas para embeber em 75 ml de água destilada, por um período de 24 horas a 25°C (DIAS; BARROS, 1995). **Comprimento de plântulas:** As sementes, posicionadas com a extremidade da radícula para a parte inferior do papel, foram distribuídas no terço superior, no sentido longitudinal sobre o substrato de papel pré-umedecido. Foram confeccionados quatro rolos, de forma semelhante ao teste de germinação, contendo 10 sementes cada (BRASIL, 2009) e colocados para germinar por sete dias. Após este período mediu-se, em centímetros, o comprimento de plântulas normais. **Massa seca de plântulas:** as plântulas utilizadas na avaliação do comprimento foram separadas em duas porções, parte aérea e radicular, e secas a 65°C até massa constante e os resultados foram expressos em grama por plântulas (NAKAGAWA, 1999).

Para verificar a normalidade e a homogeneidade de variância dos dados, foram aplicados os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. Foi realizada a análise de variância seguindo o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4 (Tratamentos X Épocas) para cada lote separadamente. Para tratamento de sementes os dados foram submetidos à comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% e para as épocas de armazenamento a estudo de regressão até 2º grau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os lotes de sementes de milho superdoce apresentaram qualidades fisiológicas distintas desde a primeira época de avaliação, como pode ser observado no tratamento controle (Figura 2). O lote L1, proveniente da safra 2012/2013, mostrou-se inferior, inclusive quanto a porcentagem de germinação, comparado ao lote L2, produzido na safra 2013/2014. A importância neste experimento da utilização de lotes com germinação e vigor distintos, se dá pois, a qualidade fisiológica das sementes utilizadas tem estreita relação com o tratamento fúngico (BAIL, 2013) e com o recobrimento, além de interferir na longevidade durante o armazenamento (ARTHUR; TONKIN, 1991).

Apesar da diferença na qualidade fisiológica dos lotes, ambos encontram-se dentro do padrão de comercialização da espécie. As sementes de milho superdoce geralmente possuem menor germinação em relação ao milho comum, sendo estabelecido 60% o padrão mínimo para a comercialização da espécie (BRASIL, 2013). Para Marcos Filho (1999), a utilização de lotes com porcentagens de germinação inferior ao valor mínimo exigido para a comercialização contribuiu para a obtenção de correlações significativas entre os resultados de laboratório e de campo, não associando de maneira

eficiente o potencial fisiológico com o desempenho das sementes sob condições de estresses no campo ou no armazenamento. Assim, os lotes selecionados mostraram-se adequados para o estudo proposto.

Os dados médios da primeira contagem (P.C), germinação (G), anormais (A), emergência de plântulas em campo (E.C), envelhecimento acelerado (E.A), teste de frito (T.F), massa seca das plântulas (M.S.P) e comprimento das plântulas (C.P), dos dois lotes de milho superdoce, tratados com fungicida e polímero isolados ou associados, armazenados em condições não controladas de temperatura e umidade por nove meses e avaliadas trimestralmente, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 –Dados médios da primeira contagem (P.C), germinação (G), anormais (A), emergência em campo (E.C), teste de frio (T.F), envelhecimento acelerado (E.A), massa seca da plântula (M.S.P), comprimento da plântula (C.P), de dois lotes de milho superdoce em resposta ao tratamento com diferentes fungicidas, com e sem polímero em diferentes épocas de armazenamento. Londrina, 2016.

		P.C	G.	A.	M.	E.C	T.F	E.A	M.S.P	C.P
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(g)	(cm)
LOTE 1	TRAT.									
	T1	33b	53b	18a	28ab	55b	21c	33b	29,05	0,0319
	T2	38a	63a	11c	25b	54b	20c	41a	28,88	0,0352
	T3	25c	55b	12bc	32a	55b	33b	34b	25,56	0,0358
	T4	37ab	58ab	16ab	25b	64a	41a	43a	28,4	0,0342
	TRAT.	22,968**	5,686**	8,046**	4,657**	24,593**	46,701**	16,437**	2,601ns	0,558ns
	ÉPOCA	41,550**	40,014**	2,125ns	42,276**	147,477**	64,974**	90,662**	5,098**	2,816*
	T X E	12,844**	0,366ns	2,125*	0,766ns	0,226ns	1,782ns	1,070ns	0,431ns	1,744ns
	CV	14,09	12,76	31,17	22,64	6,98	20,43	13,01	14,45	26,26
		P.C	G.	A.	M.	E.C	T.F	E.A	M.S.T	C.T
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(g)	(cm)	
LOTE 2	TRAT.									
	T1	55a	77ab	10	12b	76b	54b	63b	27,38b	0,0325b
	T2	57a	74ab	11	13ab	81a	61a	72a	26,73b	0,0371ab
	T3	46b	72b	9	17a	75b	60ab	61b	35,35a	0,0417a
	T4	56a	79a	10	9b	82a	65a	69a	36,40a	0,0366ab
	TRAT.	18,172**	3,509*	1,168ns	5,189**	6,861**	7,800**	27,127**	41,808**	5,503**
	ÉPOCA	8,359**	42,333**	29,052**	15,459**	52,506**	30,761**	72,864**	2,848*	0,762ns
	T X E	18,999**	1,846ns	1,797ns	3,211**	0,737ns	2,254*	3,508**	1,866ns	2,052ns
	CV	9,04	8,69	35,66	45,71	6,46	10,99	5,74	10,06	17,28

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade.

T1: Tratamento absoluto; T2 fludioxonil +mefenoxam + thiabendazole;

T3: Testemunha com polímero; T4: fludioxonil +mefenoxam + thiabendazole com polímero.

O lote (L2) apresentou maior número de interações entre tratamentos de sementes e períodos de armazenamento. Neste lote foi observado interações significativas para as variáveis primeira contagem, sementes mortas, envelhecimento acelerado e teste de frio. Já para o lote L1, de qualidade fisiológica inicial inferior, observou-se interação apenas para a primeira contagem e porcentagem de plântulas anormais.

Carvalho e Nakagawa (2012) relatam que o nível de vigor das sementes tem um pronunciado efeito sobre sua resposta ao tratamento com fungicida, sendo que lotes de baixo vigor, praticamente, não reagem ao tratamento químico. O baixo vigor decorrente de fatores não infecciosos pode predispor à ação mais severa de patógenos. Gomes et al. (2009), concluíram que existe diferenças entre os tratamentos que empregam sementes com alto vigor e baixo vigor, independente do tratamento fungicida e do tipo de substrato utilizado. Pereira et al. (1993) citam também que os fungicidas podem propiciar proteção às sementes quando semeadas em condições adversas, por um período de 4 a 12 dias, dependendo do vigor das mesmas.

Na tabela 3 são apresentados os valores das variáveis analisadas para todos os tratamentos de sementes dentro de cada época de avaliação. Para a primeira contagem no lote L1, foi observado que para o tratamento T3 (polímero), houve predomínio de efeitos significativamente inferior aos zero, três e seis meses de armazenamento. O mesmo comportamento foi observado para o lote L2 armazenados por zero, seis e nove meses.

Henninget al. (2003) ressaltaram que o revestimento só deve ser empregado em conjunto com fungicidas, pois, isoladamente, os mesmos não protegem a semente no solo. Lima et al. (2006), também constatou que apenas o recobrimento com película não beneficia na qualidade fisiológica de sementes de algodão. Dependendo da composição do polímero poderá ocorrer prejuízos na germinação e desenvolvimento inicial das plântulas devido a efeitos fitotóxicos (PEREIRA; OLIVEIRA, 2005)

Na avaliação da primeira contagem de germinação observa-se que, apenas no tempo zero para o lote L2, o tratamento T4 (fludioxonil +mefenoxam + thiabendazole, com polímero) foi inferior aos sem adição de polímero (T1 e T2). Menten (1995) enfatiza que no tratamento de sementes antes do armazenamento o possível efeito fitotóxico do fungicida pode se acentuar, podendo ocorrer também diminuição da eficiência do mesmo, esclarecendo as menores porcentagens destes tratamentos apenas na primeira época de avaliação.

Bays et al. (2007) atribuíram a redução na porcentagem de germinação ao efeito fitotóxico do micronutriente em excesso envolvido pelo fungicida e polímero. Radke et al. (2015), relatam que maior efeito fitotóxico pode ser observado nos testes que avaliam o vigor, fato este devido a maior sensibilidade dos testes de vigor para detectar o processo de deterioração em sementes em comparação ao teste de germinação, justificando esta diferença estatística apenas na primeira contagem (Tabela 3).

Tabela 3 – Dados das quatro épocas de armazenamento dos dois lotes de milho super doce, tratados com diferentes fungicidas, com e sem polímero. Londrina, 2016.

		MESES DE ARMAZENAMENTO											
		0	3	6	9	0	3	6	9	0	3	6	9
TRAT.		PRIMEIRA CONTAGEM				GERMINAÇÃO				ANORMAIS			
L1	T1	47a	33b	31ab	19b	67	56	52	37	13ab	19a	19	20a
	T2	49a	44a	37a	21ab	74	69	62	47	5b	10b	13	17ab
	T3	16b	34b	24b	28a	63	61	54	41	15a	9b	13	11c
	T4	48a	39ab	36a	24ab	67	67	57	40	18a	14ab	18	15ab
L2	T1	72a	52bc	54a	43b	89	85	71	65ab	4	5	11	19a
	T2	68a	49c	57a	57a	84	84	74	57bc	8	5	13	19a
	T3	40b	63a	45b	36b	81	85	72	53c	8	6	11	11b
	T4	48b	59ab	55a	61a	83	84	79	72a	8	5	12	16ab
MORTAS					EMERGÊNCIA EM CAMPO				TESTE DE FRIO				
L1	T1	19	24	28	42	68b	61b	50b	40b	35b	25b	14b	10b
	T2	20	21	25	35	65b	62b	50b	40b	30b	25b	18ab	8b
	T3	21	29	32	47	68b	61b	49b	40b	53a	35ab	24ab	22a
	T4	14	18	24	44	78a	72a	57a	51a	61a	43a	29a	32a
L2	T1	6	10	17	15bc	86	84	70ab	65b	60b	59	53b	46
	T2	7	10	12	23b	91	86	79a	68ab	79a	55	62ab	43
	T3	10	8	16	36a	85	83	69b	65b	73a	62	55b	54
	T4	8	10	9	11c	90	88	76ab	75a	74a	67	68a	53
ENV. ACELERADO					COMPRIMENTO DE PLÂNTULA				MASSA SECA DE PLÂNTULA				
L1	T1	47b	38b	28	19b	30,27	29,97	27,82	28,12	0,0230b	0,0378	0,0335	0,0335
	T2	58a	41ab	35	31a	32,32	29,27	28,2	25,75	0,0329ab	0,037	0,0357	0,0351
	T3	51ab	34b	31	20b	29,32	23,9	26,92	22,12	0,0420a	0,0471	0,0245	0,0295
	T4	56ab	49a	37	30a	31,72	27,77	28,75	25,37	0,0355ab	0,0368	0,0296	0,035
L2	T1	78ab	65ab	54b	53b	31,52b	26,50b	27,95c	23,57b	0,0285b	0,0358ab	0,0317	0,0341
	T2	85a	71a	67a	68a	26,90b	23,95b	29,20bc	26,87b	0,0371ab	0,0415ab	0,0367	0,0332
	T3	74b	57c	54b	61a	36,87a	33,07a	37,32a	34,15a	0,0452a	0,0444a	0,0364	0,0407
	T4	81a	62bc	65a	68a	36,20a	37,60a	34,90ab	36,90a	0,0428a	0,0300b	0,0397	0,034

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

As regressões realizadas para a primeira contagem e porcentagem de germinação são apresentadas na Figura 2.

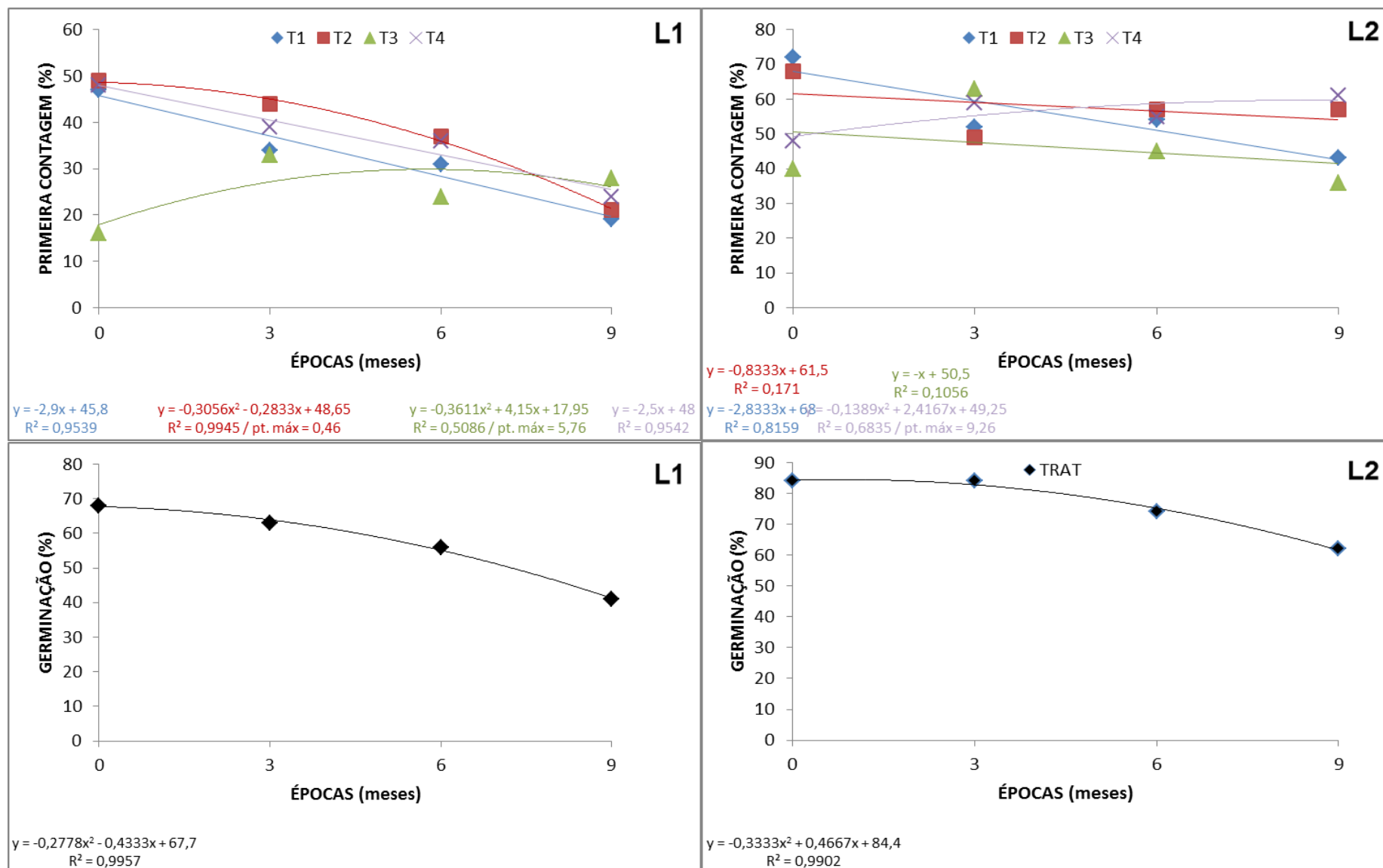


Figura 2: Primeira contagem da germinação e porcentagem de germinação dos lotes de sementes de milho super doce, após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas.

Os tratamentos T1 e T4 decresceram linearmente com o armazenamento do lote L1, contudo com um declínio maior é observado para a testemunha absoluta. No lote L2, os tratamentos T2, T3 e mais uma vez T1, apresentaram o mesmo comportamento, sendo observado novamente um decréscimo mais acentuado ao longo do armazenamento da testemunha absoluta.

Os tratamentos T2 e T3, do lote L1, e T4, do lote L2, ajustaram-se a uma função quadrática positiva, com pontos de máximas em 0,46 e 5,76 e 9,26mL, respectivamente. A redução na primeira contagem de germinação, na maioria dos lotes, mesmo após o tratamento de sementes, deve-se ao fato de que a deterioração é um processo progressivo e irreversível, que não pode ser evitado, somente retardado através do emprego de técnicas adequadas (MARCOS FILHO, 2005). Por isso, os tratamentos com fungicida sem e com polímero retardaram a deterioração, apresentando pequeno acréscimo ou menor taxa de decréscimo na velocidade de germinação, enfatizado ao nono mês de armazenamento.

Os valores inferiores observados no tempo zero para o tratamento T3, do lote L1 e T3 e T4 do lote L2, podem ser devido a algum efeito fitotóxico ocasionado pelo polímero. Segundo Pereira e Oliveira (2015), existem vários polímeros no mercado, sendo necessário realizar um teste para avaliar se não há efeito fitotóxico, pois, dependendo da sua composição, poderá prejudicar a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas.

Com relação ao teste de germinação, verifica-se que no lote L1 não houve diferenças entre os tratamentos, já no L2 constatou-se diferença significativa entre os tratamentos na quarta época de armazenamento (Tabela 3). Ao nono mês, o tratamento T4 mostrou-se superior e os tratamentos T2 e T3 significativamente inferior.

Segundo Vanzolini e Silveira (2009), os lotes de baixa qualidade ou de alta qualidade respondem proporcionalmente menos ao tratamento de suas sementes quando comparados aos lotes de qualidade intermediária. Apesar do lote L2, ser classificado nesse artigo inicialmente como de melhor qualidade, sabe-se que sementes de milho superdoce não apresenta alta qualidade, justificando a ausência de efeito estatístico significativo para o lote de baixo vigor, L1.

Amparando o resultado da quarta época do lote L2, Pires et al. (2004), estudando o armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas, constataram que as sementes tratadas com benomyl, com carbendazin e revestidas com polímeros mostraram melhor germinação do que as que receberam

somente o tratamento com esses fungicidas. Em milho, a germinação foi significativamente maior para as sementes revestidas quando comparadas às sementes não revestidas com o polímero Interllimer (JOHNSON et al., 1999).

Dentre os benefícios da peliculização, observa-se uma melhor retenção dos produtos fitossanitários às sementes (MAUDE, 1998; SAMPAIO; SAMPAIO, 1998; SILVEIRA, 1998; SMITH, 1997), garantindo que inseticidas, fungicidas, dentre outros, atuem onde necessários (PEREIRA et. al, 2005). O revestimento com polímero é utilizado com o objetivo de melhorar o desempenho e agregar valor às sementes (JUNGES et al., 2013), além de permitir a incorporação de outros materiais, tais como fungicidas, reguladores de crescimento e micronutrientes (OLIVEIRA et al., 2006), justificando a melhora dos tratamentos com adição do polímero. Em sementes de milho doce, Baxter e Waters Junior (1986) também verificaram que, as sementes peliculizadas com Waterlock B100, apresentaram valores de germinação maiores que a testemunha.

A pesar de o recobrimento com polímero permitir maior proteção do tegumento, plantabilidade e boa aparência da sementes, o fato da testemunha com polímero ter apresentado o menor valor de germinação ao nono mês de armazenamento ocorre, pois, de acordo com Henning et al. (2003), os polímeros só devem ser empregados em conjunto com fungicidas, já que os mesmos não protegem as sementes no solo, resultando em baixa emergência de plântulas.

Segundo Mendonça et al. (2007), a utilização de produtos orgânicos de fácil digestão microbiana no recobrimento (açúcares e amido) podem contribuir para a proliferação de microorganismos, resultando em baixa porcentagem de plântulas normais. Sampaio e Sampaio (1994), ressaltam que algumas formulações de películas podem prejudicar a germinação das sementes por sua ação de incrementar a toxicidade dos protetores químicos aplicados

As curvas de regressão para a análise de germinação (Figura 2), mostram que os lotes não apresentaram interação significativa entre os fatores. Apesar da ausência de interação, verifica-se comportamento semelhante entre as linhas de tendência dos lotes L1 (baixo vigor) e L2 (alto vigor). O acréscimo na porcentagem de germinação, nos primeiros meses de armazenamento, em ambos os lotes é justificável, pois, segundo Menten (1995), os efeitos do tratamento de sementes na germinação ocorrem a médio e longo prazo, como acontece, por exemplo, com a diminuição no avanço de desenvolvimento de doenças. Resultados semelhantes ao deste experimento foram relatados por Sherwin et al. (1948), quando obtiveram emergência relativamente

superior com sementes que permaneceram tratadas e armazenadas durante 12 meses, quando comparadas às tratadas na época de semeadura.

Ambos os lotes conservaram a qualidade fisiológica inicial por três meses, contudo o lote de alto vigor (L2) manteve-se dentro do padrão de comercialização até o nono mês de armazenamento, destacando a importância da qualidade fisiológica no armazenamento de sementes de milho superdoce. Com relação aos efeitos do vigor das sementes sobre o potencial de armazenamento, aquelas de alto vigor chegarão ao final do armazenamento em melhores condições que as de menor vigor (CARVALHO, 1994), corroborando o observado neste experimento.

Quando observado as plântulas anormais e sementes mortas dos lotes L1 e L2 em conjunto, é possível constatar comportamentos distintos entre as linhas de tendência (Figura 3). Enquanto o lote L1, menor qualidade fisiológica, apresentou acréscimo linear na porcentagem de plântulas anormais e ajuste quadrático, com acréscimo mais acentuado no número de sementes mortas a partir do terceiro mês, o inverso foi observado para o lote L2, ou seja, ajuste quadrático, no número de plântulas anormais, com acréscimo acentuado também após três meses de armazenamento, e linear na porcentagem de sementes mortas.

Este fato, evidencia que houve um aumento maior no número de sementes mortas, ao longo do armazenamento, para o lote L1 (baixo vigor) e de plântula anormais para o lote L2 (alto vigor). Segundo Ferreira et al. (2010), a deterioração pode ser definida como um processo que envolve mudanças citológicas, bioquímicas, fisiológicas e físicas que conduzem à morte das sementes. Conforme Marcos Filho (2005), algumas manifestações da deterioração são a redução do crescimento da plântula, aumentando a taxa de anormalidade, associada à morte de tecidos ou a distúrbios durante o crescimento.

Delouche e Baskin (1973) relacionaram os eventos que caracterizam o processo de deterioração numa sequência hipotética que envolve: a degradação de membranas celulares, redução das atividades respiratórias e Biosintética, lentidão do processo de germinação, redução no potencial de conservação, decréscimo na taxa de

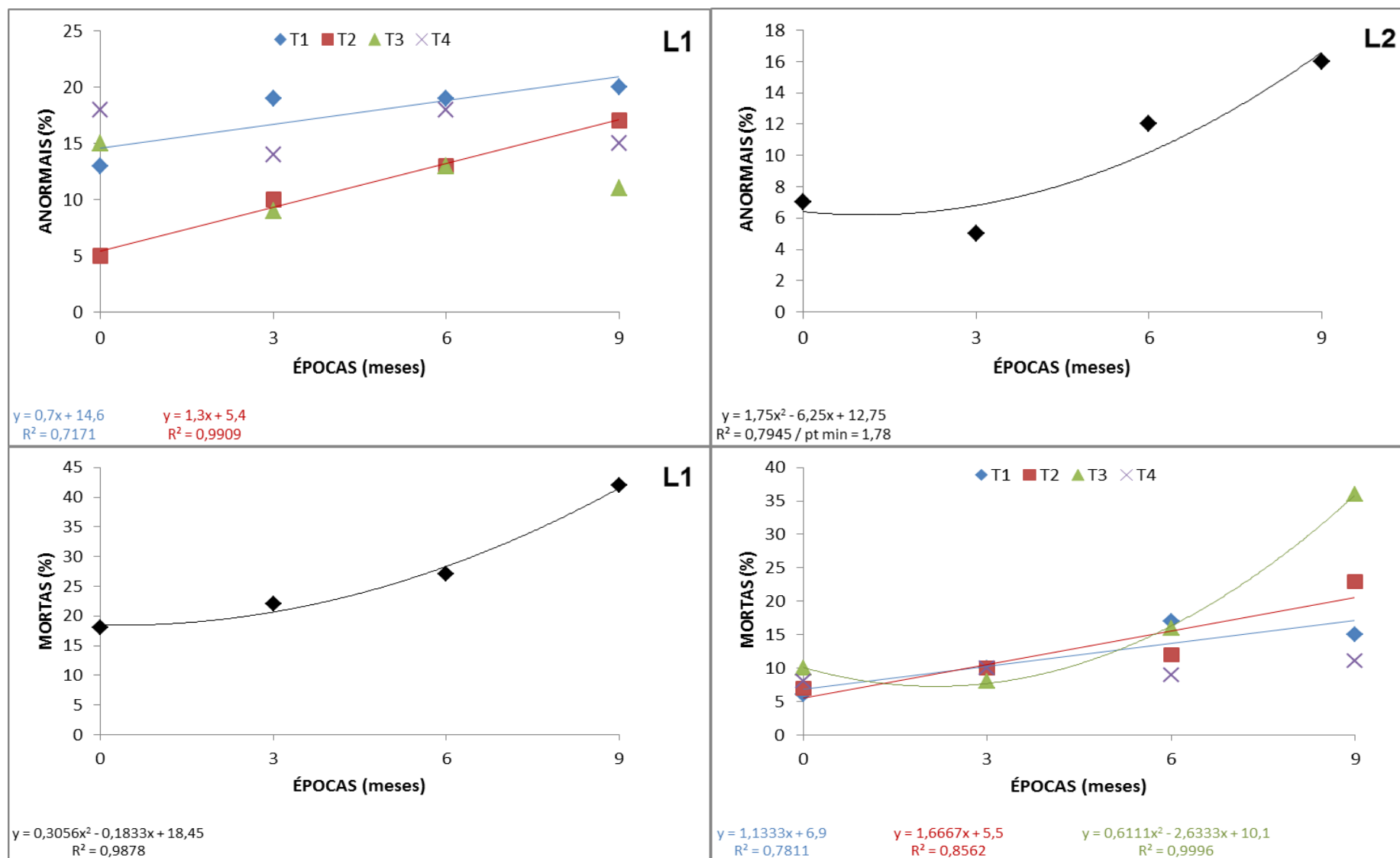


Figura 3: Plântulas anormais e sementes mortas dos lotes de sementes de milho super doce, após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas.

crescimento e de desenvolvimento, menor uniformidade de emergência, maior sensibilidade às adversidades do ambiente, redução da emergência das plântulas no campo, aumento da ocorrência de plântulas anormais e, finalmente, perda da capacidade germinativa. Explicando assim, o incremento expressivo do número de sementes mortas do lote de menor qualidade fisiológica inicial.

Para a variável emergência de plântulas em campo observa-se diferença significativa entre os tratamentos de sementes apenas na terceira e quarta época para o lote L2 (Tabela 3). Apesar disso, a testemunha absoluta (T0) e testemunha com polímero (T3) foram inferiores em todas as épocas aos tratamentos com fungicida, apresentando diferenças significativas com o tratamento T4 (fludioxonil +mefenoxam + thiabendazole + polímero) na quarta época.

Pinho et al. (1995) relatam que o tratamento de sementes de milho com diferentes fungicidas como captan, metalaxyl, TCMTB, metalaxyl + thiabendazole, propamocarb e Halt, proporcionaram germinação e emergência de plântulas superiores à testemunha. Grisi et al. (2009), estudando a qualidade fisiológica de sementes de girassol tratadas com inseticidas e fungicidas durante o armazenamento, concluíram que o tratamento de sementes com Fludioxonil propiciou maior índice de velocidade de emergência.

Na quarta época do lote L2 e em todas as épocas do lote L1, o tratamento T4 (fludioxonil +mefenoxam + thiabendazole com polímero) foi significativamente superior aos demais. De acordo com EVANGELISTA et al. (2007), o uso de polímeros associados a fungicidas em sementes de soja pode auxiliar na regulação da embebição e, com isso, proporcionam redução dos danos causados nesse processo, resultando em maior porcentagem de emergência. O revestimento ainda garante quantidade adequada dos ingredientes ativos a ser aplicada e aderida a superfície das sementes (KUNKUR et al., 2007).

Os benefícios da utilização de polímeros nos tratamentos de sementes vêm sendo relatados para diversas espécies como a soja (LUDWIG et al., 2011), o algodão (LIMA et al., 2006) e o arroz (ARSEGO et al., 2006). Segundo Mendonça et al. (2007), o revestimento de sementes de milho superdoce proporciona homogeneidade de forma e tamanho às sementes, melhora a vazão e a distribuição dos péletes na semeadura e não compromete a emergência de plântulas em campo depois de quatro meses de armazenamento.

As sementes recobertas, podem apresentar melhor conservação e menor taxa de deterioração, justificando os resultados encontrados na emergência de plântulas em campo do lote de menor qualidade (L1). Segundo Lagôa (2011), as sementes armazenadas buscam o equilíbrio higroscópico podendo, portanto, aumentar ou diminuir seu teor de água em função da umidade relativa do ar em ambiente não controlado.

Kavak e Eser (2009) relatam que o recobrimento pode ser utilizado para controlar as condições de estocagem das sementes, prevenindo o aumento de umidade e garantindo sua qualidade. Pedroso et al. (2011), a respeito da qualidade de sementes, demonstram que a combinação do fungicida com o polímero, além de não interferir no processo de germinação das sementes de cenoura, auxiliou na manutenção de sua qualidade durante o armazenamento.

Não foi possível observar interação entre lotes e épocas em ambos os lotes, sendo verificado decréscimo na emergência em campo ao longo do armazenamento (Figura 4). A redução na emergência em campo, mesmo após o tratamento de sementes, é justificada pois a deterioração é um processo progressivo e irreversível, que não pode ser evitado, somente retardado através do emprego de técnicas adequadas (MARCOS FILHO, 2005).

O teste de frio mostrou-se drástico, sendo que, para o lote L1, apenas os tratamentos com polímero T3 (testemunha com polímero) e T4 (fludioxonil +mefenoxam + thiabendazole + polímero) se destacaram, significativamente. O tratamento fúngico só surtiu efeito quando incorporado ao polímero (tratamento T4) (Tabela 3). Pires et al. (2004), analisando o armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas, constataram que o uso de polímeros como produto de revestimento do fungicida captan aumentou sua eficiência, sustentando os resultados deste experimento.

O fato da testemunha com polímero (T3) ter se destacado positivamente nesta variável, sugere que o recobrimento com polímero tenha favorecido as sementes das condições adversas submetidas pelo teste de frio. Bays et al. (2007) verificaram que sementes que receberam somente o polímero no material de recobrimento se comportaram positivamente em condições de campo, mostrando um possível efeito fungicida na composição química do produto de revestimento.

Para sementes sensíveis a embebição em condições de baixa temperatura, como às de milho doce, que apresentam alta sensibilidade aos danos por

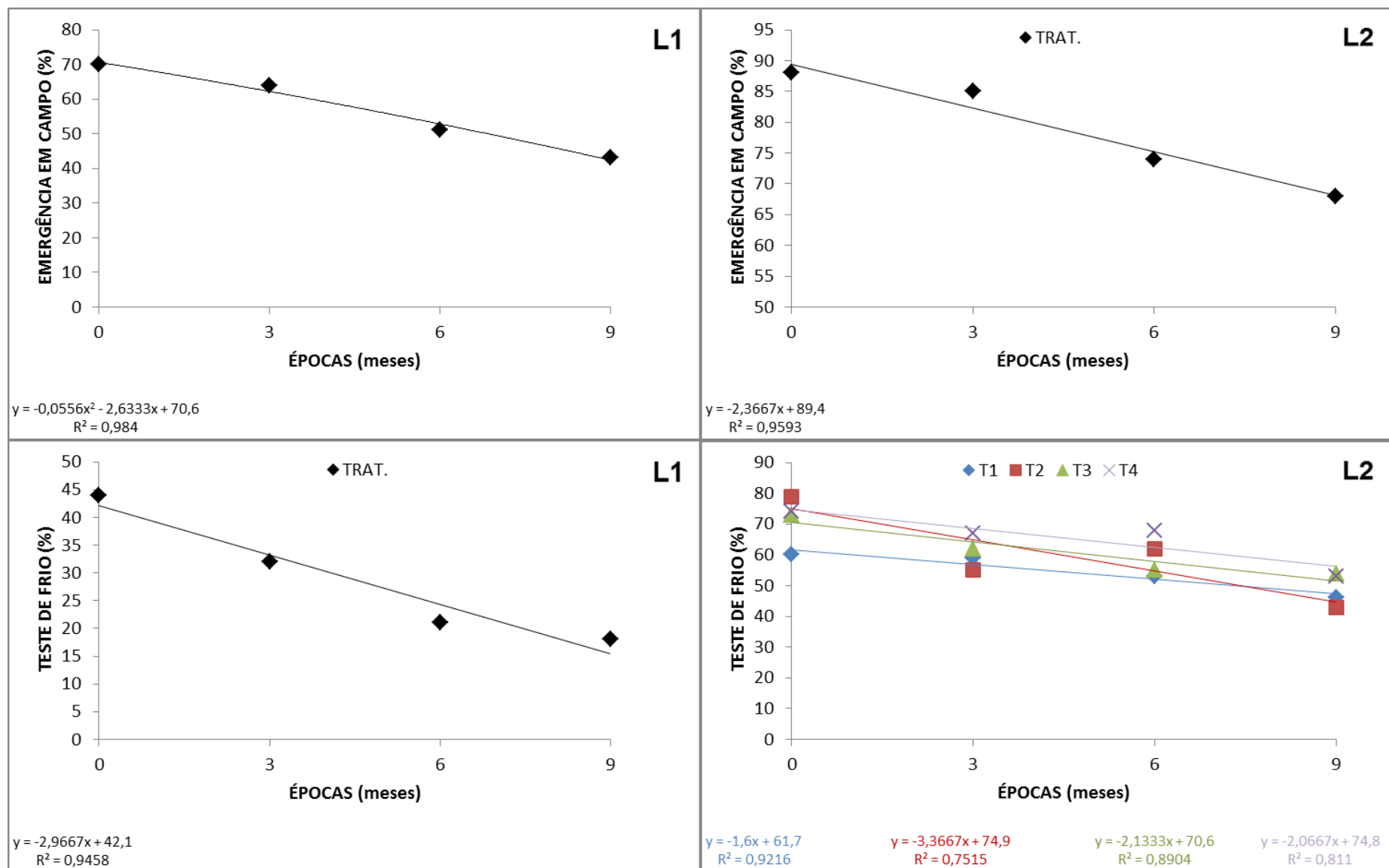


Figura 4: Emergência em campo e teste de frio dos lotes de sementes de milho super doce, após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas.

embebição (DOUGLASS et al., 1993), o recobrimento pode reduzir as injúrias causadas por embebição em temperaturas baixas como verificado em sementes de milho doce (RIVAS et al., 1998), feijão (TAYLOR et al., 2001) e algodão (STRUVE; HOPPER, 1996).

O lote L2 apresentou diferença estatística apenas aos zero e seis meses de armazenamento para o teste de frio (Tabela 3). A testemunha absoluta apresentou novamente valores de germinação inferiores, justificando a importância do tratamento fúngico.

Ramos et al. (2008), estudando tratamento fungicida em semente de milho superdoce, concluíram que os tratamentos de sementes favorecem o vigor de milho superdoce, sendo recomendado, mesmo que não altere a germinação, em condições estressantes, semelhante as desenvolvidas pelo teste de frio e envelhecimento acelerado. Pinto (2003), observou o tratamento de sementes de milho com fungicida, observaram no teste de frio em solo com monocultivo de milho, que as sementes tratadas com captan, carbendazim + thiram e metalaxyl tiveram emergência de plântulas significativamente superior à da testemunha sem fungicida, evidenciando a eficiência desses fungicidas no controle dos fungos infectantes do solo, em condição subótima.

Com relação à análise de regressão das variáveis teste de frio e envelhecimento acelerado, observa-se a ausência de interação entre tratamento e tempo de armazenamento para o lote de baixo vigor (L1) e interação em ambas as variáveis para o lote L2 (alto vigor). No teste de frio, todos os tratamentos decresceram linearmente, sendo que a interação ocorreu devido ao declínio mais acentuado do tratamento T2 (fludioxonil +mefenoxam + thiabendazole, sem polímero). Magalhães (2012) relata que o fungicida Maxim Advanced não apresentou efeito fitotóxico aos híbridos de milho durante o armazenamento, em ambiente não climatizado, podendo justificar este resultado.

Em relação ao envelhecimento acelerado todos os tratamentos ajustaram-se a uma função quadrática negativa para o lote 2, no entanto o declínio foi mais acentuado para a testemunha absoluta, portanto, mais suscetível ao armazenamento, deteriorando-se mais rapidamente (Figura 5). Matos et al. (2013), observaram que sementes de milho tratadas com diferentes fungicidas exibiram germinação e vigor superiores aos tratamentos controle e segundo Peske e Baudet (2008), devido à proteção imposta pelos polímeros às sementes, em relação a variações ambientais, tanto no solo como no armazenamento, as sementes polimerizadas tendem a apresentar melhor germinação e emergência, principalmente sob condições adversas.

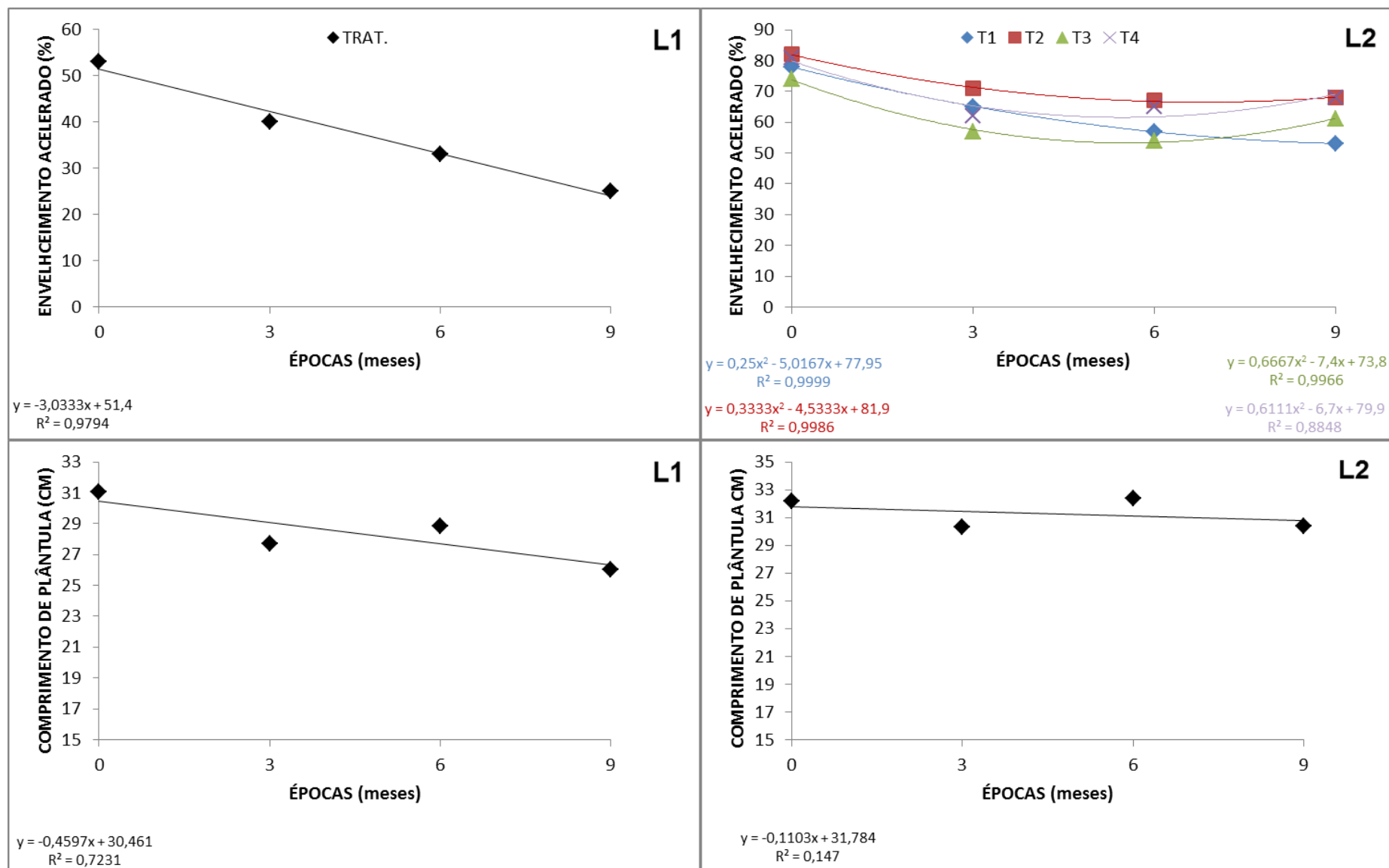


Figura 5: Envelhecimento acelerado e comprimento de plântula dos lotes de sementes de milho super doce, após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas.

O comprimento e a massa seca das plântulas não diferenciaram estatisticamente em função dos tratamentos de sementes na maioria das épocas (Tabela 2). Tavares et al. (2014), estudando o efeito de fungicidas e inseticidas via tratamento de sementes sobre o desenvolvimento inicial da soja, não observou significância pela análise de variância, para as variáveis comprimento de parte aérea e massa seca de raiz em ambas as cultivares. Dartora et al. (2013), relatam que o tratamento de sementes com fungicidas-inseticidas não prejudica o desenvolvimento inicial das plântulas de milho e trigo, corroborando com os resultados encontrados neste experimento.

As maiores plântulas foram obtidas nos tratamentos com polímero, T3 e T4 (Tabela 3), indicando que o mesmo não foi um empecilho para o desenvolvimento inicial das plântulas. Estes resultados contestam Silva et al. (2002) que alegam que os aspectos relacionados ao revestimento afetam diretamente a germinação das sementes, causando geralmente, redução na velocidade de germinação e do crescimento das plântulas. Nascimento (2000), também relata que em alguns casos, a semente peletizada pode apresentar problemas na germinação (principalmente retardamento), uma vez que o péletes pode atuar como uma barreira física para a troca gasosa entre a semente e o ambiente externo.

Em relação às linhas de tendência do comprimento de plântulas, observa-se que não houve interação entre tratamento e época em ambos os lotes estudados (Figura 5). Nota-se que tanto o lote de baixo vigor, quanto o de alto vigor apresentaram decréscimos no comprimento de plântulas durante o armazenamento, independentemente do tratamento. Entretanto, os lotes de baixo vigor apresentaram, em geral, comprimento e massa seca de plântula inferiores (Tabela 3).

Nota-se, entretanto, pelas taxa de declínio das equações que, em todas as variáveis, o declínio na qualidade fisiológica de sementes foi maior no lote de baixo vigor, L1 (Figura 4 e 5). Segundo Peres (2009), amostras com as sementes mais vigorosas geralmente são menos afetadas em sua capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada, mesmo após serem submetidas a condições adversas. Neste contexto, sementes com baixo vigor podem provocar maiores reduções na velocidade e na emergência total, no tamanho inicial, na produção de massa seca, na área foliar e nas taxas de crescimento das plantas (SCHUCH et al. 2000; MACHADO, 2002; HÖFS, 2003; MELO et al., 2006).

Com base nos resultados verifica-se a importância da qualidade fisiológica inicial dos lotes na manutenção da qualidade fisiológica de sementes durante o

armazenamento e que, devido as suas características individuais, estes respondem de maneira diferenciada aos tratamentos químicos, sendo o lote de qualidade superior mais responsivo aos tratamentos. As testemunhas com e sem polímero, em geral, apresentaram resultados inferiores aos tratamentos, ficando, evidenciado a importância do tratamento fúngico de sementes ao longo do armazenamento. O tratamento que mais se destacou durante o experimento foi o T4 (fludioxonil +mefenoxam + thiabendazole + polímero), destacando a importância da incorporação do polímero junto ao tratamento fúngico.

CONCLUSÃO

O lote L2 foi mais responsivo aos tratamentos, apresentando maior número de interações ao longo do armazenamento.

A testemunha e o polímero isolado foram, em geral, mais suscetíveis à deterioração, principalmente para o lote de melhor qualidade.

O tratamento do fungicida associado ao polímero, se destacou na manutenção da qualidade fisiológica, em especial no lote com maior vigor inicial das sementes de milho superdoce durante o armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA, L.A; CARON, B. O.; CELLA, W. L.; LERSCH JUNIOR, I. Qualidade fisiológica de sementes de milho em função da forma e do tratamento químico das sementes. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 211-215, 2000.

ARSEGO, O; BAUDET, L.; AMARAL, A. D.; HÖLBIG, L.; PESKE, F. Recobrimento de sementes de arroz irrigado com ácido giberélico, fungicidas e polímeros. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 201-206, 2006.

ARTHUR, T.J.; TONKIN, J.H.B. Testando o vigor da semente. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.3, p.38-42, 1991.

BAXTER, L.; WATERS JR., L. Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the imbibition, respiration, and germination of sweet corn at four matric potentials. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.4, p.517-520, 1986.

BAYS, R.; BAUDET, L.; HENNING, A. A.; LUCCA FILHO, O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 02, p. 60-67, 2007.

BRASIL Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/ DNDV/ CLAV, 2009. 364p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 45/2013**, de 17 de setembro de 2013, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Padrões para produção e comercialização de semente). Brasília, DF: SNAD/DNDN/CLAV: Diário Oficial da União, Brasília,DF, 17 set. 2013.

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

CARVALHO, N.M. **O conceito de vigor em sementes**. In: VIEIRA, R.D., CARVALHO, N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.1-30.

CREECH, R.G. Genetic control of carbohydrate synthesis in maize endosperm. **Genetics**, Berlin, v.52, p. 1175 – 1186, 1965.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V.F.; MARINI, D.; PINTO-JUNIOR, A.S.; CRUZ, L.M.; MENSCH, R. Influência do tratamento de sementes no desenvolvimento inicial de plântulas de milho e trigo inoculados com *Azospirillum brasilense*. **Scientia Agraria Paranaensis**, Mal. Cdo. Rondon, v. 12, n. 3, p.175-181, 2013.

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

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

DOUGLASS, S.K.; JUVIK, J.A.; SPLITTSTOESSER, W.E. Sweet corn seedling emergence and variation kernel carbohydrate reserves. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 21, n.2, p. 433-445, 1993.

DURAN, J.M. Acondicionamento e revestimento de sementes. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15., 1996, Gramado. **Memória**. Passo Fundo: Comissão Estadual de Sementes e Mudas do Rio Grande do Sul, 1998. p.107-115.

EVANGELISTA, J.R.E. et al. Desempenho de sementes de soja peliculizadas em solo com diferentes teores de água. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p.994-999, 2007.

EVANGELISTA, J.R.E. et al. Desempenho de sementes de soja peliculizadas em solo com diferentes teores de água. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p.994-999, 2007.

FERREIRA, R.L.; SÁ, M.E. Contribuição de etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4 p.099 - 110, 2010.

FESSEL, S.A.; MENDONÇA, E.A.F.; CARVALHO, R.V. Efeito do tratamento químico sobre a conservação de semente de milho durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.25-28, 2003.

FURLANI, A.C.F.A. **Performance da aplicação de polímero no tratamento de sementes de amendoim**. Jaboticabal, SP. 47f. Tese (Doutorado em Agronomia – Tecnologia e produção de sementes) Universidade Estadual Paulista – UNESP – 2009.

GOMES, D.O.; BARROZO, L. M.; SOUZA, A.L.; SADER, R.; SILVA, G.C. Efeito do vigor e do tratamento fungicida nos testes de germinação e de sanidade de sementes de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 6, p. 59-65, Nov./Dec. 2009.

GRISI, P.U.; SANTOS, C.M.; Fernandes, J.J.; Sá Júnior, A. Qualidade das sementes de girassol tratadas com inseticidas e fungicidas. **Bioscience Journal**, v.25, n.4, p.28- 36, 2009.

HAMMANN, B. Comunicação pessoal. Syngenta, Stein, 2008.

HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da. Avaliação de corantes, polímeros, pigmentos e fungicidas para o tratamento de sementes de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 13, n. 3, p. 234, set. 2003.

JOHNSON, G. A.; HICKS, D. H.; STEWART, R. F.; DUAN, X. M.; LIPTAY, A.; VAVRINA, C. S.; WELBAUM, G. E. Use of temperature-responsive polymer seed coating to control seed germination. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 504, p. 229- 236, 1999.

JUNGES, E.; TOEBE, M.; SANTOS, R.F.; FINGER, G.; MUNIZ, M.F.B. Effect of priming and seed-coating when associated with *Bacillus subtilis* in maize seeds. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 3 p. 520-526, jul-set, 2013.

KARAM, D.; MAGALHÃES, P.C.; PADILHA, L. **Efeito da adição de polímeros na viabilidade, no vigor e na longevidade de sementes de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 5p.(Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 94).

KAVAK, S.; ESER B. Influence of polymer coatings on water uptake and germination of onion (*Allium cepa* L. cv. Aki) seeds before and after storage. **Scientia Horticulturae**, 121 p. 7–11, 2009.

KOBORI, N. N.; **Tratamento fungicida e qualidade de sementes de mamona**. Piracicaba, SP, 2011. 101f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade de São Paulo – USP, 2011.

KUNKUR, V. et al. Effect of seed coating with polymer, fungicide and insecticide on seed quality in cotton during storage. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, Karnataka, v. 20, n. 1, p. 137-139, 2007.

LAGÔA, A.O.; **Efeitos da peletização na plantabilidade e na qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce armazenadas em câmara fria**. Jaboticabal, SP, 2011. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2011.

LIMA, L.B.; SILVA, P.A.; GUIMARÃES, R.M.; OLIVEIRA, J.A. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1091-1098, 2006.

LUDWIG, M. P.; LUCCA-FILHO, O. A.; BAUDET, L.; DUTRA, L. M. C.; AVELAR, S. A. G.; CRIZEL, R. L. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3 p. 395 - 406, 2011.

LUZ, W.C.; **Tratamento de sementes de milho com fungicidas**. Passo Fundo> Embrapa-CNPT, Circular Técnica,v.7, 1997.

MACHADO, R.F. **Desempenho de aveia-branca (*Avena sativa* L.) em função do vigor de sementes e população de plantas**. 2002. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MACHADO, J.C. Patologia de sementes: significados e atribuições. In, CARVALHO, N.M, NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: FUENP, 2000. 588p.

MAGALHÃES, M.F. **Desempenho de sementes de milho tratadas com inseticida, fungicida e nematicida durante o armazenamento**, Pelotas, RS, 43f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) Universidade Federal de Pelotas – UFP, 2012.

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, 1999a. p.1.1-1.21

MATOS, C.S.M.; BARROCAS, E.N.; MACHADO, J.C.; ALVES, F.C. Health and physiological quality of corn seeds treated with fungicides and assessed during storage. **Journal of Seed Science**, v.35, n.1, p.10-16, 2013.

MAUDE, R. Progressos recentes no tratamento de sementes. In: Seminário Panamericano de Semillas, 15., 1996, Gramado, RS. **Memórias...** Passo Fundo: CESM, 1998. p. 99-106.

McDONALD, M.B.; SULLIVAN, J.; LAWER, M.J.The pathway of water uptake in maize seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.22, n.1, p.79-90, 1994.

MELO, L.F.; FAGIOLOI, M.; SUSSTRUNK, T.F. Tratamento de sementes de milho com fipronil e thiamethoxam e sua influência fisiológica nas sementes. **Agropecuária Técnica** – v. 31, n. 2, 2010.

MELO, P.T.B.S.; SCHUCH, L.O.B.; ASSIS, F.N; CONCENÇO, G. Comportamento Individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n.2, p.84-94, 2006.

MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, N. M.; RAMOS, N. P. Revestimento de sementes de milho superdoce (sh2). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.2, p.68-79, 2007.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. **Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios**. Informativo ABRATES, v. 20, n. 3, p. 52-53, 2010.

MENTEN, J. O. M. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. São Paulo: Ciba Agro, 1995.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N. M. (Ed). **Testes de vigor de sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

NASCIMENTO, W.M. *Produção de sementes de hortaliças para a agricultura familiar*. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, 2005, p.7-14 (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 35), 2005.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, J. B. C.; MÁRTON, L. Qualidade fisiológica de sementes peletizadas de tomate durante a armazenagem. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 3, n. 3, p. 47, 1993.

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M.G.; CHIQUIERE, T.B. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.26, n.1, p. 159-165, jan.-mar., 2006.

PEDROSO, D. C.; MUNIZ, M. F. B.; TUNES, L. M. de; MÜLLER, J.; JUNGES, E.; DUTRA, C. B. Qualidade de sementes de cenoura armazenadas após recobrimento com fungicida, pó biológico e polímero. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, p. 746-756, 2011.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M.; VIEIRA, A.R., EVANGELISTA, J.R.E.; OLIVIERA, G.E. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de soja submetidas ao armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 158-164, 2011.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; EVANGELISTA, J.R.E.; Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1201-1208, nov./dez., 2005.

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M.G.; CHIQUIERE, T.B. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.26, n.1, p. 159-165, jan.-mar., 2006.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; EVANGELISTA, J.R.E.; BOTELHO, F.J.E.; OLIVEIRA, G.E.; TRENTINI, P. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.656-665, 2007.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; EVANGELISTA, J.R.E. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.6, p.1201-1208, 2005.

- PEREIRA, L. A. G.; COSTA, N. P.; ALMEIDA, M. R.; FRANÇA NETO, J. B.; GILIOLI, J. L.; HENNING, A. A. Tratamento de sementes de soja com fungicida e/ou antibiótico, sob condição de semeadura em solo com baixa disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 241-246, 1993.
- PEREIRA, O.A.P. **Importância do tratamento de sementes**. In: Menten JOM (ed) Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico. Piracicaba, Esalq/Fealq. p.271-80, 1991.
- PEREIRA, O.A.P. **Tratamento de sementes de milho**. In: 2º Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, Campinas. Anais, Fundação Cargill. p. 145-148, 1986.
- PERES, W.L.R. **Testes de vigor em sementes de milho**, Jaboticabal, SP. 50f. Dissertação (MEstrado em Agronomia – Tecnologia e produção de sementes) Universidade Estadual Paulista – UNESP – 2009.
- PINHO, E.V.R.V.; CAVARIANI, C.; ALEXANDRE, A.D.; MENTEN, J.O.M.; MORAES, M.H.D. Efeitos do tratamento fungicida sobre a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho (*Zea mays*) **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.1, p.23-28, 1995.
- PINTO, N.F.J.A. Tratamento de sementes de milho com fungicidas. **Revista Ceres**, v.50, n.291, p.681-686, 2003.
- PIRES, L. L.; BRAGANTINI, C.; COSTA, J.L.S. Armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 7, p. 709-715, 2004.
- RAMOS, N.P.; MARCOS-FILHO, J.; GALLI, J.A. Tratamento fungicida em semente de milho super-doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.24-31, 2008.
- RIVAS, B. A.; McGEE, D. C.; BURRIS, J. S. Tratamiento de semillas de maiz con polimeros para el control de *Pythium* spp. **Fitopatologia Venezolana**, Caracas, v. 11, p. 10–15, 1998.
- SAMPAIO, N. V.; SAMPAIO, T. G. Sementes: com as cores da eficiência. **A Granja do Ano**, Porto Alegre, n. 12, p. 16-18, 1998.
- SAMPAIO, T.G.; SAMPAIO, N.V. **Recobrimento de Sementes**. Inf. ABRATES. v.4, n.3, p. 20-52. 1994.
- SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.de; MAIA, M.S. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.305-312, 2000.
- SHERWIN, H. S.; LEFEBVRE, C. L.; LEUKEL, R. W. Effect of seed treatment on the germination of soybeans. **Phytopathology**, St Paul, v.38, n.3, p.197- 204, 1948.
- SILVA, C.S.; LUCCA-FILHO, O.A.; ZIMMER, P.D.; BONINI-FILHO, R.M. Efeito do tratamento químico sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz com diferentes graus de umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 426 - 434, 2011.

- SILVA, A.A. **Tratamento químico e armazenamento de sementes de algodão**. Lavras, MG, 2009. 111f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras – UFL, 2009.
- SILVEIRA, S. Recobertura como medida para proteção da semente. **Seed News**, Pelotas, n. 5, p. 34-35, 1998.
- SMITH, S. Colorants and polymers: there is a difference. **Seed World**, Chicago, v. 135, n. 13, p. 26-27, 1997.
- SOAVE, J. Diagnóstico da patologia de algodoeiro no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 1, 1984, Piracicaba, SP. **Anais...**Piracicaba: ESALQ, 1984. P. 83.
- SOUSA, S.M.; PAES, M.C.D.; TEIXEIRA, F.F. **Milho Doce: Origem de Mutações Naturais**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2012. (Documentos, n. 144). 44p
- STRUVE, T. H.; HOPPER, N. W. The effect of polymer film coatings on cotton–seed imbibition electrical conductivity, germination and emergence. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCES, 1996, Nashville, USA. **Proceedings...** Nashville: CAB, 1996. v. 2, p. 1167–1170.
- TAYLOR, A. G.; KWIATKOWSKI, J.; BIDDLE, A. J. Polymer film coating decrease water uptake and water vapour movement into seeds and reduce imbibitional chilling injury. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM SEED TREATMENT CHALLENGES AND OPPORTUNITIES, 2001. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2001. p. 215-220.
- TAVARES, L. C.; MENDONÇA, A. O.; ZANATTA, Z. C. N.; BRUNES, A. P.; VILLELA, F. A. Efeito de fungicidas e inseticidas via tratamento de sementes sobre o desenvolvimento inicial da soja. **Enciclopédia Biosfera, Goiânia**, v. 10, n. 18, p. 1400-1409, 2014.
- TRACY, W.F. Sweet corn. In: Hallauer, A. R. Specialty corns. New York, CRC Press, Boca Raton, 1994. p. 148-187.
- VANZOLINI, S.; SILVEIRA, T.G. Desempenho inicial em campo de lotes de sementes de milho tratadas com produtos a base de aminoácidos. **Nucleus**, v.6, n.2, 2009.
- WATERS, L.; BLANCHETTE, B. Prediction of sweet corn field emergence by conductivity and cold tests. **Journal of American Society**. Alexandria, Horticultural Science. v.108, n. 5, p.778-781, 1983.

4.4 ARTIGO D:

QUALIDADE FISIOLÓGICA NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE GENÓTIPOS (*bt* e *sh*) DE MILHO SUPERDOCE REVESTIDAS COM POLÍMERO

RESUMO – As cultivares do grupo superdoce são portadoras dos genes *bt* ou *sh* na forma homocigota recessiva, responsáveis pelo aumento no teor de sacarose no endosperma dos grãos imaturos, pericarpo reduzido e trincado, acarretando sementes de baixo vigor. Considerando que o polímero permite maior proteção ao tegumento, inclusive no armazenamento, objetivou-se estudar o efeito do recobrimento com polímero na qualidade fisiológica de sementes de diferentes genótipos (*bt* e *sh*) de milho superdoce durante o armazenamento em condições não controladas de temperatura e umidade. Foram utilizadas sementes de milho superdoce, provenientes de dois genótipos distintos, *brittle* (*bt*) e *shrunk* (*sh*), materiais PD 1010 (*bt*) e PD 2001 (*sh*), safra 2013/2014, com qualidade fisiológicas distintas. Uma porção de cada genótipo foi revestida com o polímero Polyseed CF®, na dosagem de 300 mL Kg⁻¹ e, a outra porção não foi recoberta com polímero (sementes nuas). A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada ao longo do armazenamento, aos zero, três, seis e nove meses, por meio dos testes de primeira contagem, germinação, emergência em campo, envelhecimento acelerado, teste de frio e comprimento e massa seca de plântula. Foi realizada a análise de variância seguindo o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 X 4 (recobrimento com polímero X tempo de armazenamento), separadamente para cada genótipo. Para recobrimento com polímero os dados foram comparados pelo teste t, a 5% e, para os tempos de armazenamento foram submetidos ao estudo de regressão até 2º grau. A qualidade fisiológica das sementes de milho superdoce de ambos os genótipos, independentemente do recobrimento com polímero, decresce acentuadamente com o tempo de armazenamento, porém com maior intensidade para o *shrunken*. O revestimento com polímero propicia maior velocidade e porcentagem de germinação das sementes do genótipo *shrunk* ao longo do armazenamento. O revestimento das sementes de milho superdoce com polímero favorece a conservação do vigor e a emergência de plântulas no campo ao longo do armazenamento, para ambos os genótipos, porém em maior intensidade para o *brittle*.

Termos para Indexação: *Zea mays*, *brittle*, *shrunk* e film-coating.

PHYSIOLOGICAL QUALITY DURING SEED STORAGE OF DIFFERENT GENOTYPES (*bt* and *sh*) OF SWEETCORN COVERED BY POLYMER

ABSTRACT – Cultivars of super sweet group are carriers of genes *bt* or *sh* in recessive homozygous form, with an increase in sucrose content in the endosperm of immature grains, resulting in low seeds vigor with reduced and cracked pericarp. Whereas the polymer allows greater protection to the tegument including on storage, the aim was to study the effect of the coating polymer on the seeds quality physiological of different genotypes (*bt* and *sh*) of supersweet corn in uncontrolled conditions of temperature and humidity. Super sweet corn seeds were used from two different genotypes, *brittle* (*bt*) and *shrunk* (*sh*), PD 1010 (*bt*) and PD 2001 (*sh*) materials, 2013/2014 crop, with different physiological quality. A portion of each genotype was coated with PolySeed CF® polymer at a dosage of 300 ml kg⁻¹, and the other portion was not coated with polymer (naked seeds). The quality physiological of the seeds was carried out during storage, to zero, three, six and nine months, through the first count, germination, field emergence, accelerated aging, cold test and length and dry weight of seedling. Analysis of variance following the completely randomized design was carried out in factorial 2X4 (coating polymer X storage time), separately for each genotype. Coating polymer data were compared by t test at 5%, and the storage time were subjected to regression study to second grade. The quality physiological of sweet corn seeds in both genotypes, regardless of the coating polymer, markedly decreases with storage time but with higher intensity to *shrunk*. The polymer coating provides greater speed and percentage of seeds germination from *shrunk* genotype during storage. The coating of the super sweet corn seeds with polymer favors the conservation of vigor and seedling emergence in the field during storage, for both genotypes, but at a higher intensity for *brittle*.

Index terms: *Zea mays*, *brittle*, *shrunk*, and film-coating.

INTRODUÇÃO

O milho doce é caracterizado por possuir pelo menos um dos oito genes mutantes que afetam a biossíntese de carboidratos no endosperma, sendo os principais: *shrunk-2* (*sh2*), localizado no cromossomo 3; *brittle* (*bt*), no cromossomo 5; *sugary enhancer* (*se*), *sugary* (*su*) e *brittle-2* (*bt2*), no cromossomo 4. Existe, ainda, o *dull* (*du*), no

cromossomo 10, *waxy* (*wx*), no cromossomo 9, e *amilose extender* (*ae*), no cromossomo 5 (OLIVEIRA Jr., et al., 2006).

A atuação destes alelos mutantes no teor de açúcar do milho doce e superdoce são devido ao metabolismo dos carboidratos das sementes, que impede ou retarda o processo de conversão de açúcar em amido (BOYER e SHANNON, 1984). Enquanto os genes do grupo superdoce causam um severo bloqueio na síntese do amido, o que resulta no acúmulo de altos conteúdos de açúcar no endosperma, os genótipos do grupo doce alteram o tipo e a quantidade dos polissacarídeos do endosperma e apresentam uma menor quantidade de amido quando comparados ao milho comum (ARAGÃO, 2002)

Tais genes podem atuar de forma simples ou em combinações duplas ou triplas (TRACY, 1994), sendo os genes mutantes *brittle* (*bt*), *shrunk* (*sh*) e *sugary* (*su*), os mais conhecidos (ARAÚJO et al. 2006). Os cultivares do grupo superdoce são portadores dos genes *bt2* ou *sh2* na forma homocigota recessiva e, com isto, há aumento no teor de sacarose no endosperma dos grãos imaturos (KWIATKOWSKI; CLEMENTE, 2007).

Os mutantes *brittle1* (*bt1*), *brittle-2* e *shrunk-2* (*sh2*), são responsáveis por acumular açúcares em detrimento do amido e diminuir consideravelmente os carboidratos totais na fase de maturação de sementes (TRACY, 2001) e, são fundamentais na etapa de síntese de amido (SHANNON et al., 1998; SPIELBAUER et al., 2006). A perda de função de *bt1*, *bt2*, ou *sh2* levam a fenótipos semelhantes, marcados pelo baixo conteúdo de amido (70-80% menor) e um aumento da concentração dos açúcares solúveis (HANNAH et al., 1993).

Aproximadamente 90% do milho doce cultivado no mundo possui o gene *shrunk-2* (*sh2*) (PAIVA, 2014). Este genótipo apresenta uma importante característica: após a colheita, a taxa de perda de açúcar é menor em relação ao genótipo padrão de milho doce (SOBERALSKE; ANDREW, 1978). No entanto, o baixo vigor das sementes, atribuído a suscetibilidade elevada à doenças do solo, insuficiente mobilização das reservas do endosperma, danos de embebição e perdas de soluto (DUAN, 1997), é um dos motivos que dificulta a popularização do milho doce na agricultura (GUPTA et al., 2005).

Além dos problemas de germinação e baixo vigor, as sementes de milho doce também apresentam a espessura do pericarpo reduzida e maior quantidade de açúcares no endosperma, o que as tornam mais suscetíveis aos danos mecânicos, à entrada e proliferação de patógenos e à deterioração, quando comparadas às de milho comum, dificultando a sua conservação durante o armazenamento (WATERS; BLANCHETTE, 1983). Portanto as sementes de milho doce demandam cuidados adicionais

na sementeira, colheita, secagem e no armazenamento das sementes (WATERS; BLANCHATTE, 1983), tornando necessário à classificação dos lotes de milho doce quanto ao vigor (COIMBRA, 2009).

Diferentes variedades de uma determinada espécie podem ter longevidade diferente quando armazenadas nas mesmas condições. Isto pode ser explicado pelas diferenças nas atividades das enzimas e/ou diferenças na constituição química de cada variedade (MCCORMACK, 2004). Segundo Andrade e Borda (1993) genótipos da mesma espécie podem diferir quanto ao potencial de vigor e de armazenamento.

O recobrimento com polímero tem sido sugerido para diferentes tipos de sementes, podendo agregar valor e melhorar o desempenho no armazenamento e no estabelecimento da cultura (JUNGES et al., 2013). Sampaio e Sampaio (1994) relatam que o recobrimento constitui umas das técnicas mais promissoras, pelo fato de proteger as sementes contra ataques de insetos e patógenos, fatores edafoclimáticos adversos, possibilitar o fornecimento de nutrientes, oxigênio, reguladores de crescimento, proteção fitossanitária, herbicidas e, sobretudo por permitir uma sementeira de precisão em cultivos com sementeira direta.

No entanto, segundo Melo et al. (2015) o polímero interage diferentemente com o tegumento das sementes, devendo-se conhecer os padrões referentes às interações entre a semente e a viscosidade, resistência e plasticidade dos materiais de recobrimento. Essas considerações são, ainda, mais importantes para sementes de milho doce que apresentam diferenças fenotípicas acentuadas entre sementes de diferentes genótipos.

Considerando as características físicas e fisiológicas das sementes de milho superdoce e os resultados promissores do revestimento de sementes com polímero, inclusive no armazenamento, objetivou-se estudar o efeito do recobrimento com polímero na qualidade fisiológica de sementes de diferentes genótipos (*bt* e *sh*) de milho superdoce durante o armazenamento em condições não controladas de temperatura e umidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR. Foram utilizadas sementes de milho superdoce, provenientes de dois genótipos distintos, *brittle* (*bt*) e *shrunk* (*sh*), variedades PD 1010 (*bt*) e PD 2001 (*sh*), desenvolvidos pelo Programa de Melhoramento Genético do Departamento de Biológica Geral da

Universidade Estadual de Londrina e produzidos em Londrina, PR na safra 2013/2014. Os lotes apresentavam qualidade fisiológica inicial de 80% de germinação para o genótipo *brittle (bt)* e 52% para o *shrunk (sh)*.

As sementes de cada genótipo de milho superdoce foram divididas em duas porções. Uma das porções foi revestida com o polímero Polyseed CF®, na dosagem de 300 mL Kg⁻¹e, a outra porção não foi recoberta com polímero (sementes nuas). O recobrimento das sementes foi realizado manualmente, colocando o polímero junto às sementes, dentro de um saco plástico e agitando-se até a distribuição homogênea e uniforme sobre as mesmas. Após, as sementes foram colocadas em sacos multifolhados e armazenadas, por um período de nove meses, em condições de temperatura e umidade ambiente (Figura 1).

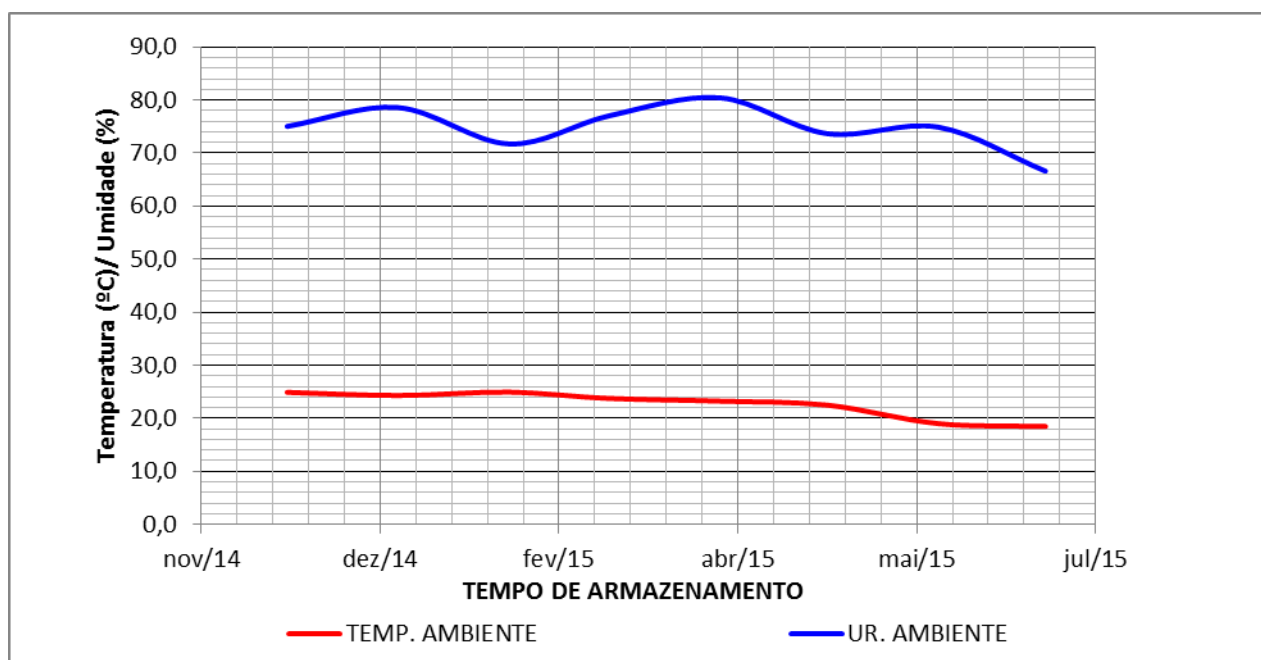


Figura 1: Temperatura e umidade do ambiente de armazenamento das sementes de milho super doce.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada ao longo do armazenamento, aos zero, três, seis e nove meses, por meio dos seguintes testes: **Germinação e primeira contagem:** foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, em papel germitest umedecido na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato. Os rolos de papel, acondicionados em saco plástico, foram mantidos em germinadores sob temperatura de 25 °C. A avaliação constou de duas contagens, aos quatro (primeira contagem) e sete dias após a instalação do teste, com resultados expressos em

porcentagem (BRASIL, 2009). **Emergência das plântulas no campo:** conduzido com quatro repetições de 50 sementes, semeadas a 5 cm de profundidade em linhas de 2,5 m, distanciadas de 0,30 m entre si. A avaliação foi realizada aos 14 dias após a semeadura e o resultado expresso em porcentagem (NAKAGAWA, 1994). **Teste de envelhecimento acelerado:** quatro repetições de 50 sementes envelhecidas a 42 °C por 72 horas (DIAS; BARROS, 1995) e posteriormente colocadas para germinar segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). **Teste de frio:** conduzido utilizando a metodologia do rolo de papel sem solo, com quatro repetições de 50 sementes (DIAS; BARROS, 1995). **Teste de condutividade elétrica:** quatro repetições de 25 sementes, previamente pesadas, foram colocadas para embeber em 75 ml de água destilada, por um período de 24 horas a 25 °C (DIAS; BARROS, 1995). **Comprimento de plântulas:** As sementes, posicionadas com a extremidade da radícula para a parte inferior do papel, foram distribuídas no terço superior, no sentido longitudinal sobre o substrato de papel pré-umedecido. Foram confeccionados quatro rolos, de forma semelhante ao teste de germinação, contendo 10 sementes cada, totalizando 40 sementes por tratamento (BRASIL, 2009) e estes colocados para germinar por sete dias. Após este período mediu-se, em centímetros, o comprimento das plântulas normais. **Massa seca de plântulas:** as plântulas utilizadas na avaliação do comprimento foram secas a 65°C até massa constante e os resultados foram expressos em grama por plântulas (NAKAGAWA, 1999).

Para verificar a normalidade e a homogeneidade de variância dos dados, foram aplicados os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. Foi realizada a análise de variância seguindo o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 X 4 (recobrimento com polímero X tempo de armazenamento), separadamente para cada genótipo. Para recobrimento com polímero os dados foram comparados pelo teste t, a 5% e, para os tempos de armazenamento foram submetidos ao estudo de regressão até 2° grau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados médios da primeira contagem (P.C), germinação (G), anormais (A), emergência de plântulas em campo (E.C), envelhecimento acelerado (E.A), teste de frio (T.F), massa seca das plântulas (M.S.P) e comprimento das plântulas (C.P) para os dois genótipos de milho superdoce, cujas sementes foram revestidas ou não com polímero e

armazenadas em condições não controladas de temperatura e umidade por nove meses, com avaliações trimestrais, são apresentados na Tabela 1.

Para o genótipo *brittle* (bt), a análise de variância demonstra interação significativa, a 1% de probabilidade, entre o revestimento com polímero e os tempos de armazenamento para as variáveis primeira contagem, emergência de plântulas em campo, teste de frio e envelhecimento acelerado. O genótipo *shrunk* (sh) apresentou interação significativa a 1%, apenas para a primeira contagem e teste de frio, e a 5%, para a germinação (Tabela 1).

Efeitos isolados de revestimento foram observados para sementes mortas em ambos os lotes e para o comprimento e massa seca de plântulas para o genótipo *brittle*. Nas variáveis germinação e plântulas anormais para o genótipo *brittle* e plântulas anormais, sementes mortas, emergência em campo e envelhecimento acelerado para o *shrunk* houve efeito isolado de épocas (Tabela 1).

As divergências observadas nas interações demonstram que há diferença entre os genótipos *brittle* e *shrunk* em resposta ao uso do polímero de revestimento durante o armazenamento. Segundo Andrade e Borda (1993) genótipos da mesma espécie podem diferir quanto ao potencial de vigor e de armazenamento. Além do mais o genótipo *shrunk* é caracterizado por frequentemente apresentar baixa germinação e inconsistência de estabelecimento em campo (DUAN, 1997).

Além das diferenças genotípicas, a divergência nas respostas aos fatores estudados podem também estar associados a menor qualidade fisiológica do genótipo *shrunk* no início do armazenamento. Gomes et al. (2009), concluíram que independente do tratamento fungicida e do tipo de substrato utilizado, existe diferenças entre os tratamentos empregados para sementes com alto e baixo vigor, sendo que, às de baixo vigor não reagem ao tratamento químico com fungicida (CARVALHO; NAKAGAWA 2012).

Em relação a primeira contagem de germinação, para o genótipo *brittle*, as sementes revestidas com polímero foram significativamente superiores até o sexto mês, não diferindo apenas aos nove meses de armazenamento (Figura 2). Corroborando esses resultados obtidos, melhoras na velocidade de germinação com o uso do revestimento foram descritas para sementes de arroz (ZENG; SHI, 2008) e soja (GESCH et al., 2012).

Lima et al. (2006) relataram que apenas o recobrimento com película não beneficia a qualidade fisiológica de sementes. Mendonça et al. (2007), em sementes de milho superdoce (sh2), observaram que na primeira contagem, independente do período de

avaliação, houve atraso na germinação das sementes revestidas, contrariando os resultados deste experimento.

Tabela 1 – Dados médios da primeira contagem (P.C), germinação (G), anormais (A), mortas (M), emergência de plântulas em campo (E.C), teste de frio (T.F), envelhecimento acelerado (E.A), comprimento da plântula (C.P) e massa seca da plântula (M.S.P) de milho superdoce, genótipos *brittle* (*bt*) e *shrunk* (*sh*), com (C/P) ou sem (S/P) polímero durante o armazenamento (zero, três, seis e nove meses) em condições ambientais não controladas.

		P.C	G.	A.	M.	E.C	T.F	E.A	C.P	M.S.P	
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(g)	(cm)	
BRITTLE	TRAT.										
	S/P	42	76	10	9b	67	50	59	29,44b	0,0333b	
	C/P	61	78	12	13a	76	56	45	32,70a	0,0394a	
	TEMPO										
	0	57	80	7	12	83	68	68	33,83	0,0314	
	3	54	81	8	9	79	55	55	30,68	0,039	
	6	48	76	13	10	68	49	46	31,17	0,0362	
	9	48	69	16	13	55	39	40	28,6	0,0388	
	TRAT.	92,918**	1,136ns	0,975ns	6,432*	61,976**	15,625**	73,548**	6,477*	6,399*	
	TEMPO	5,072**	6,706**	12,618**	1,686ns	107,244**	60,625**	59,484**	2,823ns	2,178ns	
	TRAT X T	9,712**	2,706ns	1,868ns	1,998ns	6,310**	15,625**	7,732**	0,296ns	2,474ns	
	CV	11,14	7,74	29,66	33,61	4,8	8,42	8,41	11,67	18,72	
	SHRUNKEN	TRAT.									
		S/P	25	42	28	29a	61	24	30	26,53	0,0205
C/P		31	51	24	24b	63	31	32	24,32	0,0187	
TEMPO											
0		23	51	24	24	71	43	41	27,43	0,024	
3		49	62	19	18	71	30	30	24,85	0,0199	
6		27	45	28	25	56	17	26	25,7	0,017	
9		15	26	34	39	51	19	27	23,72	0,0177	
TRAT.		11,813**	21,130**	2,368ns	6,945*	1,175ns	8,959**	2,269ns	3,296ns	0,732ns	
TEMPO		70,693**	61,060**	7,049**	20,273**	34,170**	26,427**	15,125**	1,658ns	2,248ns	
TRAT X T		15,806**	3,500*	1,309ns	0,467ns	0,738ns	9,551**	2,319ns	1,493ns	0,113ns	
CV		16,78	11,88	25,89	21,06	8,07	23,36	16,39	13,52	30,45	

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade.

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

O revestimento com polímero para o genótipo *shrunk* proporcionou maior velocidade de germinação no terceiro e nono mês de armazenamento, com comportamento inverso no tempo zero e sem diferença estatística no sexto mês (Figura 2). Segundo Silva e Nakagawa (1998), a superação do obstáculo imposto pelo recobrimento está intimamente relacionada ao vigor da semente e, por isso, pequenas diferenças no vigor contribuem para a desuniformidade da população inicial de plantas, justificando as porcentagens inferiores do revestimento com polímero, no tempo zero, apenas para o genótipo *shrunk* (*sh*). O atraso da germinação pode ser atribuído à dificuldade das sementes em captar umidade no

substrato (SAMPAIO; SAMPAIO, 2009) ou pela dificuldade do rompimento do tegumento pela radícula imposta pelo polímero de recobrimento.

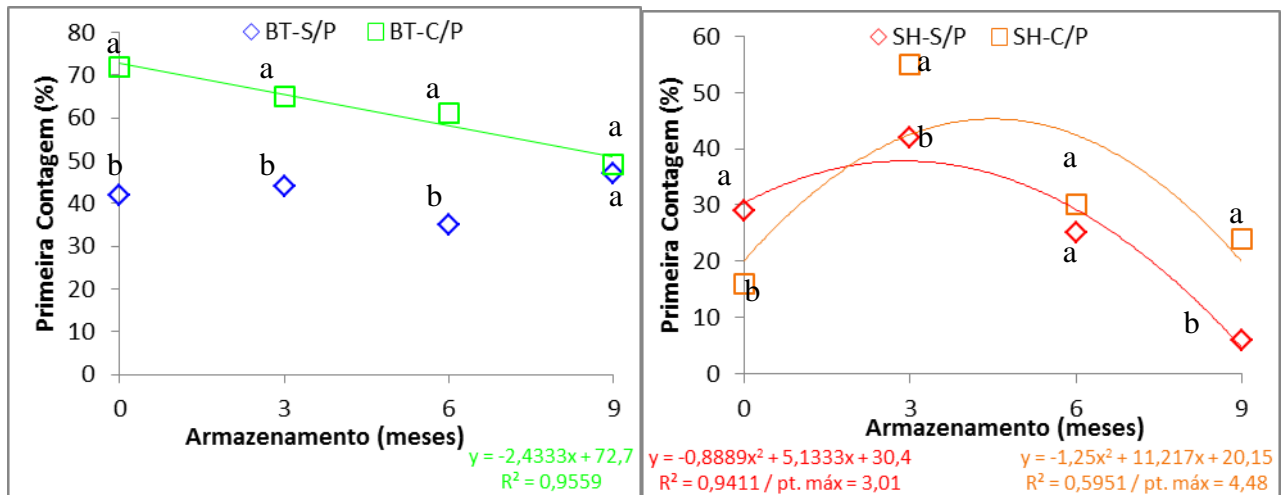


Figura 2: Primeira contagem da germinação dos lotes de sementes de milho superdoce (*bt* e *sh*), com (C/P) e sem (S/P) polímero após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas. Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de t a 5% de probabilidade.

As curvas de regressão de primeira contagem para os dois genótipos de milho superdoce (*bt* e *sh*) ao longo do armazenamento para sementes com e sem polímero são apresentados na figura 2. Para o genótipo *brittle* não foi obtido ajuste em função do tempo de armazenamento para sementes sem polímero, enquanto para as revestidas houve redução linear da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem. Para o genótipo *shrunk*, revestido ou não, constatou-se ajuste a uma função quadrática positiva, com pontos de máximas aos 4,5 e 3 meses de armazenamento, respectivamente (Figura 2).

Observa-se portanto para o genótipo *brittle*, apesar do decréscimo linear, que o revestimento com polímero desde o início favoreceu a velocidade de germinação, enquanto para o genótipo *shrunk* passou a beneficiar a partir do segundo mês de armazenamento, momento onde as linhas de tendência dos dois tratamentos se cruzam (Figura 2). Este efeito benéfico perdurou até o sexto e nono mês para os genótipos *brittle* e *shrunk*, respectivamente. Abreu Jr. et al. (2015), concluíram que o recobrimento das sementes de algodão com fitina, promove o aumento da germinação, do vigor pela primeira contagem e velocidade de emergência das plântulas, tanto para os efeitos imediatos como dos efeitos latentes.

Apesar das diferenças entre genótipos, o ganho observado com o revestimento em ambos pode ser atribuído à regulação da velocidade de embebição imposta

pelo polímero, com conseqüente diminuição dos danos decorrentes deste processo (ENVANGELISTA et al., 2007), auxiliando no processo germinativo. Por outro lado, Santos et al. (2011), em *Brachiaria brizantha* cv. marandu, observaram que o recobrimento de sementes reduziu o índice de velocidade de emergência.

A diferença entre o comportamento dos genótipos ao longo do armazenamento pode ser explicada pois, segundo Marcos Filho (2005), a máxima qualidade fisiológica alcançada na fase de maturação das sementes decresce a partir deste ponto, conforme o genótipo, o vigor inicial e os fatores ambientais aos quais as sementes são expostas. Além do mais, para sementes de milho doce, as características fenotípicas variam em função do genótipo (TRACY, 2001), o que dificulta o revestimento padrão com o uso de polímeros.

O revestimento com polímero não interferiu estatisticamente na germinação das sementes do genótipo *brittle*, ao passo que para às do *shrunk*, diferença significativa foi observada aos seis e nove meses de armazenamento, com superioridade das sementes revestidas com polímero. Nos demais tempos de avaliação, para ambos os genótipos, apesar da ausência de significância, constatou-se para os dois genótipos, maiores porcentagens de germinação das sementes revestidas (Figura 3).

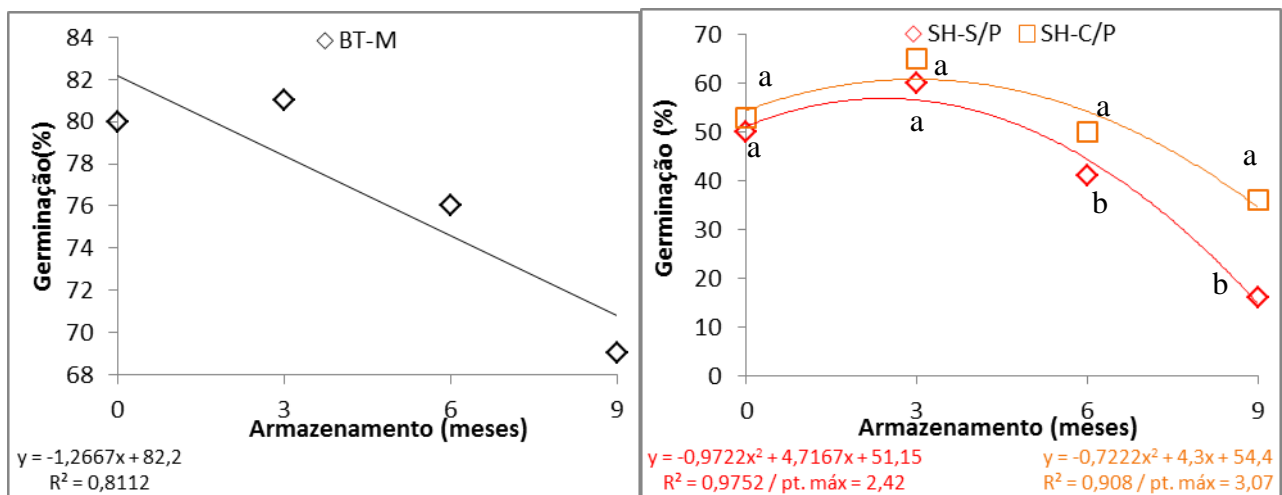


Figura 3: Germinação de sementes de milho superdoce dos genótipos *bt* e *sh*, com (C/P) e sem (S/P) polímero de recobrimento durante o armazenamento em condições não controladas. Médias seguidas por letras diferentes nos pontos diferem pelo teste de t a 5% de probabilidade.

Em sementes de milho, Johnson et al (1999) constataram que a germinação foi significativamente maior para as sementes revestidas quando comparadas às sementes não revestidas com o polímero Interllimer, respaldando estes resultados. Baxter e Waters Junior (1986) também verificaram que, as sementes peliculizadas com

Waterlock B100, apresentaram valores de germinação maiores que a testemunha. Bays et al. (2007) relataram que os valores da germinação em soja variaram pouco em relação às sementes com ou sem polímero e segundo Oliveira et al. (2009) o recobrimento de sementes com polímero não afeta significativamente o percentual de germinação.

Para o genótipo *brittle* houve apenas efeito isolado do tempo de armazenamento, ajustando-se a uma função linear negativa, sem interação do revestimento com polímero. Sementes de milho com alta qualidade fisiológica inicial, tratadas com inseticida, fungicida e polímeros, foram armazenadas por seis meses sem prejuízos a sua qualidade (PEREIRA et al., 2005), respaldando estes resultados.

A redução linear da viabilidade das sementes ao longo do armazenamento, deve-se possivelmente, segundo Ludwig et al. (2011), a exposição das mesmas à condições adversas por um longo período, ou seja, sob ação da temperatura e umidade ambiente, o que compromete o funcionamento das organelas celulares. Apesar da alta taxa de decréscimo ao longo do armazenamento, as sementes do genótipo *brittle* mantiveram-se acima do padrão de comercialização para a espécie, $\geq 60\%$, mesmo após nove meses de armazenamento (BRASIL, 2013).

Para o genótipo *shrunk* houve ajuste quadrático positivo das sementes nuas ou revestidas, com pontos de máximas em 2,42 e 3,07 meses, respectivamente, sendo que o polímero acarretou em melhores porcentagens de germinação, principalmente na última avaliação, ao nove meses de armazenamento (Figura 2). O fato do genótipo *shrunk* ter apresentado maior porcentagem de germinação aos três meses de armazenamento, não indica melhora na qualidade fisiológica das sementes, mesmo por que as sementes não têm sua qualidade elevada durante o período de armazenamento, uma vez que o processo de deterioração é irreversível, acarretando perda do poder germinativo e do vigor (TOLEDO; MARCOS-FILHO, 1997).

Neste experimento, foi constatado diferenças de 10 a 12% entre as duas primeiras avaliações do genótipo *shrunk*, sendo a germinação beneficiada na segunda avaliação. Justificando este ocorrido, as Regras para Análise de Sementes (RAS), indicam que para porcentagens de germinação entre 42 e 67%, variações de 12 a 13% entre resultados obtidos da mesma amostra de trabalho são permitidas (BRASIL, 2013), ou seja, os resultados estão dentro da tolerância estabelecida pela RAS.

Somado a isso, a maioria dos fungos de campo perdem viabilidade ao longo do período de armazenamento, uns de forma mais acentuada que outros (SCHUCH et al. 2006; MARCOS FILHO 2005), sendo que, estes fungos necessitam para o seu crescimento,

elevada umidade relativa do ar (90-95%), uma vez que, em umidade relativa do ar mais baixa tais fungos tem seu crescimento paralisado (SAUTER et al. 1992). Apesar de armazenado em condições não controladas, a umidade do ar durante os nove meses de armazenamento ficou entre 65 a 80% UR, agregando justificativa para as maiores porcentagens de germinação ao três meses de armazenamento (Figura 1).

Em sementes de algodão, o tratamento com fungicida, inseticida e polímero também propiciou sementes com maior porcentagem de germinação após nove meses de armazenamento (KUNKUR et al., 2007). Pedroso et al. (2014), a respeito da qualidade de sementes, demonstram que a combinação do fungicida com o polímero, além de não interferir no processo de germinação das sementes de cenoura, auxiliou na manutenção de sua qualidade durante o armazenamento.

Possível efeito fungicida na composição química do produto de revestimento foi constatado por Bays et al. (2007), onde verificaram que sementes que receberam somente o polímero no material de recobrimento se comportaram positivamente, justificando os resultados deste experimento, mesmo com a aplicação isolado do polímero sobre as sementes.

Fica evidenciado pelas linhas de tendência que o revestimento com polímero favoreceu a germinação após o armazenamento apenas do genótipo de menor qualidade (Figura 3). Variabilidades ocorrem mesmo entre lotes e entre sementes do lote, da mesma espécie e da mesma cultivar, submetidas a condições similares de armazenamento, visto que cada semente e cada lote possuem um histórico, determinado pelas condições de produção (VILLELA; MENDES, 2009). RIVAS et al. (1998), concluíram que sementes de milho revestidas com o polímero Sacrust apresentaram maior índice de velocidade de emergência apenas nos lotes de baixo vigor, corroborando os resultados de porcentagem de germinação deste experimento.

Com relação à porcentagem de plântulas anormais constatou-se apenas efeito isolado de tempo de armazenamento, para os dois genótipos (Tabela 1). O genótipo *brittle* apresentou incremento acentuado desde o tempo zero de avaliação, evidenciado pela linha de tendência linear positiva (figura 4).

As plântulas anormais no genótipo *shrunken* ajustaram-se a uma função quadrática negativa com incremento acentuado a partir do ponto de mínima, 2,41 mês de armazenamento (Figura 4). Diferentes variedades de uma determinada espécie podem ter longevidade diferentes quando armazenadas nas mesmas condições. Isto pode ser

explicado pelas diferenças nas atividades das enzimas/ou diferenças na constituição química de cada variedade (MCCORMACK, 2004).

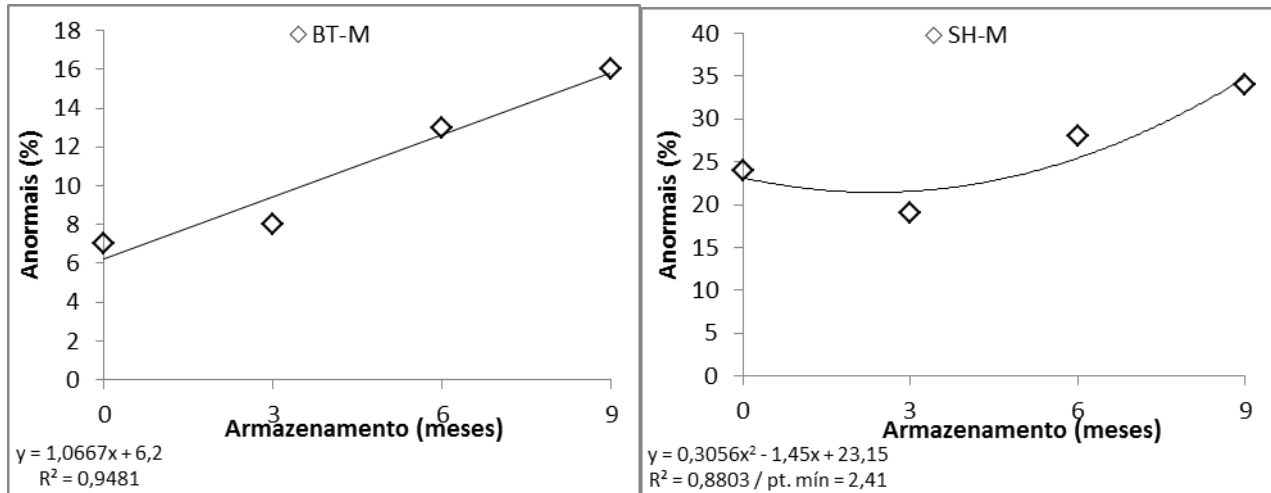


Figura 4: Plântulas anormais dos lotes de sementes de milho superdoce (*bt* e *sh*), com (C/P) e sem (S/P) polímero após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas. Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de t a 5% de probabilidade.

A manifestação mais óbvia do envelhecimento inicial da semente é o declínio na velocidade de germinação, seguido por uma diminuição no tamanho das mudas, e aumento na incidência de plântulas anormais (MARCOS-FILHO, 2015), culminando na morte das sementes. A última etapa da deterioração, perda da capacidade germinativa, sustenta o menor incremento de plântulas anormais no genótipo *shrunk* que apresenta baixa qualidade fisiológica, ou seja o fato deste genótipo ter apresentado menor qualidade fisiológica desde o início do armazenamento, favoreceu o incremento de sementes mortas, ultimo estágio da deterioração (Figura 5). Episódio evidenciado pela curva de tendência observada no genótipo *shrunk* e a ausência de ajuste dentro de época para o genótipo *brittle*.

Para a emergência de plântulas em campo, efeito significativo do revestimento foi observado apenas para o genótipo *brittle*, ao zero, seis e nove meses de armazenamento (Figura 6), indicando que o polímero beneficiou apenas o genótipo com melhor qualidade fisiológica inicial (*bt*), apesar dos valores de emergência de plântulas terem sido maiores em sementes revestidas com polímero para o genótipo *shrunk* (Tabela 1). O fato do revestimento não ter beneficiado significativamente o genótipo *shrunk* pode ser devido à barreira física imposta pelo solo junto ao polímero, não favorecendo a emergência do genótipo de menor qualidade fisiológica.

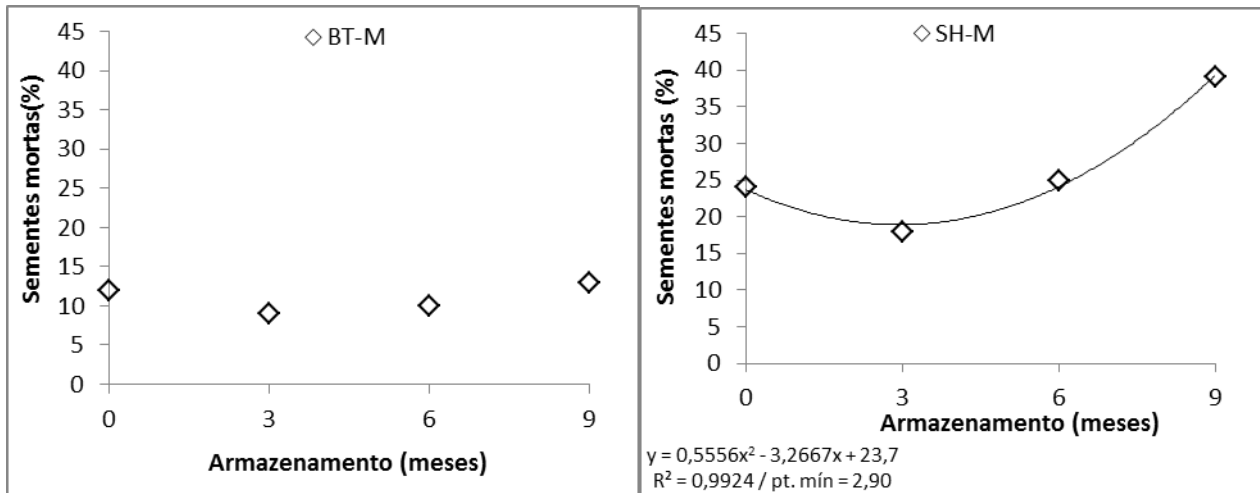


Figura 5: Sementes mortas dos lotes de sementes de milho superdoce (*bt* e *sh*), com (C/P) e sem (S/P) polímero após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas. Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de t a 5% de probabilidade.

Segundo Trentini (2004), o efeito da peliculização é diferenciado em função da qualidade fisiológica das sementes, corroborando com estes resultados. Entretanto, Furlani (2009), relata que a peliculização não produziu efeito negativo nas sementes de amendoim, independente de seu nível de vigor. Todavia, problemas com a fitotoxicidade em sementes recobertas são ainda comuns, principalmente quando novos materiais poliméricos são aplicados, sem estudos prévios (TANADA-PALMU et al., 2005).

Para o comportamento da emergência em campo dos genótipos ao longo do armazenamento, observa-se resposta semelhante, com decréscimo linear ao longo do armazenamento para ambos genótipos, *brittle* e *shrunk* (Figura 6). Contudo, para o genótipo *brittle*, a análise de regressão indica decréscimo mais acentuado das sementes nuas, sem revestimento, em relação às revestidas, enquanto para o *shrunk* não foi constatado diferença devido ao revestimento. A resposta aos materiais de recobrimento depende muito da qualidade da semente, características de cada espécie, como também dos materiais utilizados para a peliculização (TRENTINI, 2004).

Segundo Timóteo e Marcos-Filho (2013), vários autores tem enfatizado que os principais fatores responsáveis pela conservação de sementes durante o armazenamento são a temperatura e o grau de umidade das sementes. O benefício desejado ao recobrir sementes é fornecer uma unidade de semente com melhora de um microambiente para germinação e desenvolvimento das plântulas (HATHCOCK et al., 1984). Segundo Baudet (2007), uma das principais vantagens que têm sido apontadas na aplicação do polímero é a regulação da taxa de absorção de água para evitar dano por embebição rápida e manter a

viabilidade durante o armazenamento das sementes, portanto, a melhora na emergência de plântulas das sementes do genótipo *brittle* revestidas com polímero é justificada.

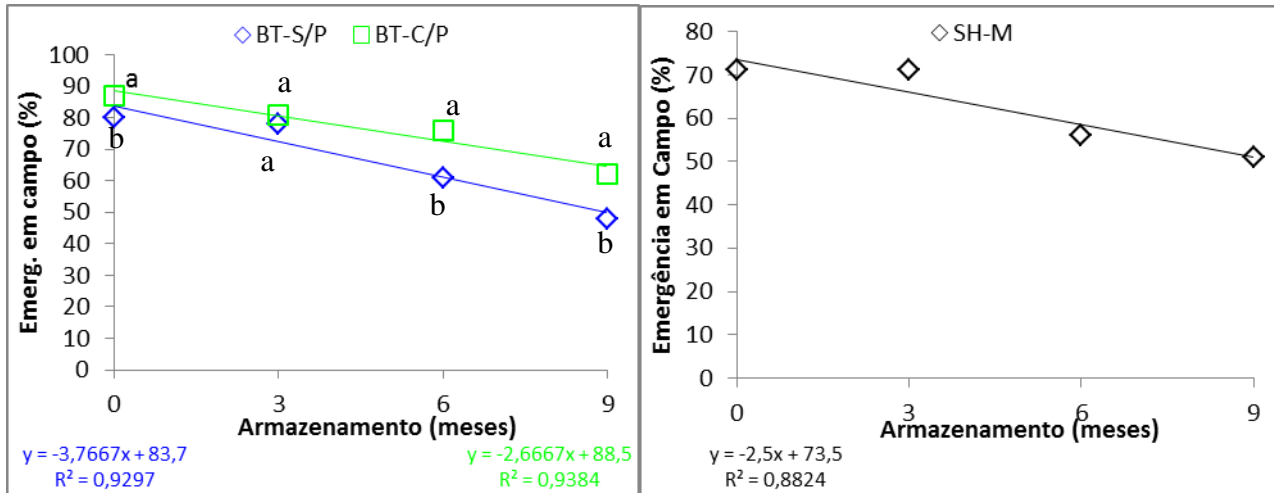


Figura 6: Emergência de plântulas em campo de sementes de milho superdoce (*bt* e *sh*), com (C/P) e sem (S/P) polímero após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas. Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de t a 5% de probabilidade.

Kavak e Eser (2009) relatam que o recobrimento pode ser utilizado para controlar as condições de estocagem das sementes, prevenindo o aumento de umidade e garantindo sua qualidade. Bays et al. (2007), trabalhando com semente de soja, observaram um possível efeito fungicida na composição química do polímero utilizado e Diniz et al. (2006) também relatam aumento na emergência e no índice de velocidade de emergência de plântulas de alface revestidas com polímero.

Em sementes de milho superdoce Mendonça (2003) verificou que o revestimento propiciou um aumento na porcentagem e na velocidade de emergência das plântulas em campo após quatro meses de armazenamento. No entanto, Pereira et al. (2005) em sementes de milho, Pires et al. (2004) e Barros et al. (2005) em semente de feijão e Ludwig et al. (2011) não observaram efeitos do recobrimento das sementes após o tratamento e durante o armazenamento para emergência de plântulas em campo de soja, respaldando os resultados do genótipo *shrunk* e reforçando que o efeito do revestimento é dependente das características dos genótipos.

Os valores de emergência de plântulas em solo foram, geralmente, superiores aos obtidos no teste de germinação em rolo de papel. O teste padrão de germinação, rotineiramente utilizado e conduzido sob condições controladas de laboratório, não fornece informações do vigor, impossibilitando a identificação dos fatores que afetam a qualidade das sementes, sendo que seus resultados são ainda mascarados pela presença

de fungos (ZAMBOLIM; VIEIRA 1986), podendo esclarecer as diferenças encontradas entre a porcentagem de germinação e emergência em campo, principalmente do genótipo *shrunken* (tabela 2).

França Neto e Henning (1992), constataram que a germinação das sementes em canteiro de areia ou no solo é menos afetada por fungos, pois estes ficam restritos ao tegumento, e permanecem no substrato durante a emergência. Outro fator relevante é que, nas avaliações de emergência de plântulas em campo, não foi observado às estruturas radiculares na identificação das plântulas anormais.

Em relação ao teste de frio, o recobrimento com polímero propiciou melhoras significativas aos zero e três meses para o genótipo *shrunken* e ao seis meses para o genótipo *brittle* (Figura 7). As maiores porcentagem de germinação após o teste de frio pode ser devido à proteção imposta pelos polímeros às sementes, em relação a variações ambientais, pois segundo Peske e Baudet (2008), as sementes polimerizadas tendem a apresentar melhor germinação e emergência, principalmente sob condições adversas.

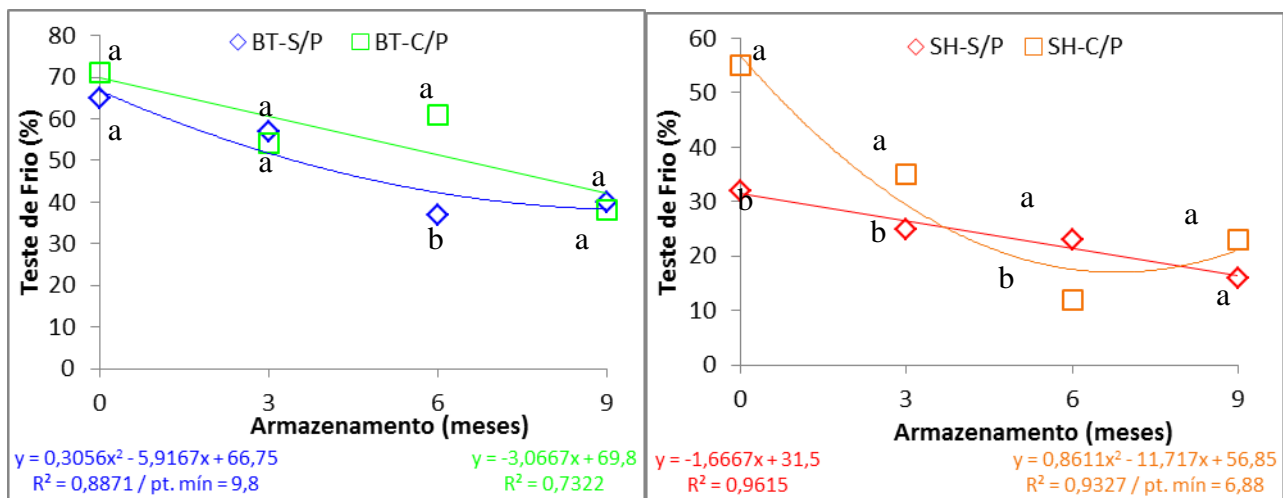


Figura 7: Teste de frio para sementes de milho superdoce (*bt* e *sh*), com (C/P) e sem (S/P) polímero após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas. Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de t a 5% de probabilidade.

Para sementes sensíveis a embebição em condições de baixa temperatura, a peletização pode reduzir as injúrias causadas por embebição em temperaturas baixas como verificado em sementes de milho doce (RIVAS et al., 1998), feijão (TAYLOR et al., 2001) e algodão (STRUVE; HOPPER, 1996), respaldando as maiores porcentagens resultantes do revestimento com polímero.

Observa-se baixas porcentagens de germinação do genótipo *shrunken* em todas os períodos de avaliação para o teste de frio (Figura 7). Segundo Duan (1997), o

genótipo *sh2* exibe frequentemente baixas porcentagens de germinação e emergência em campo, especialmente em solos frios e úmidos. O autor atribui este efeito a alta suscetibilidade a doenças de armazenamento e solo, insuficiente mobilização das reservas já limitadas, danos por embebição, perda de solutos e ao possível impacto da mutação do endosperma do gene *sh2* no embrião das sementes.

As linhas de tendência do teste de frio demonstram comportamento semelhante entre os genótipos *brittle* com polímero e o *shrunk* sem polímero, apresentando decréscimos lineares ao longo do armazenamento, e entre o genótipo *shrunk* revestido e *brittle* sem revestimento, ajustando-se a uma função quadrática negativa, com pontos de mínima em 6,88 e 9,80, respectivamente (Figura 7).

O principal objetivo do armazenamento é a manutenção da qualidade fisiológica das sementes reduzindo ao mínimo a deterioração (BAUDET; VILLELA, 2006), neste experimento, o ajuste linear do genótipo *brittle* demonstra menor deterioração das sementes revestidas ao longo do armazenamento, justificando o uso do polímero nesta etapa. Apesar do ajuste quadrático negativo do genótipo *shrunk*, com exceção ao sexto mês, os valores absolutos do teste de frio foram maiores nas sementes revestidas, principalmente no tempo zero, elucidando a curva de tendência e o decréscimo acentuado até o ponto de mínima em 6,8 meses.

Para o envelhecimento acelerado o revestimento com polímero foi benéfico, após o terceiro mês de armazenamento, apenas para o genótipo *brittle*, não interferindo nos resultados do gene *shrunk* (Figura 8). Andrade e Borba (1993) observaram que várias cultivares da mesma espécie podem diferir quanto ao potencial de vigor e de armazenamento.

Corroborando com estes resultados, Trentini (2004) observou que a peliculização causa efeito diferenciado na germinação de sementes de soja, em função da qualidade fisiológica e, ainda, segundo Pereira et al. (2011) o efeito da peliculização é dependente do lote de semente em questão. Segundo Menten (1995), os efeitos do tratamento de sementes na germinação ocorrem a médio e longo prazo, como acontece, por exemplo, com a diminuição no avanço de desenvolvimento de doenças, podendo justificar a diferença apenas após três meses de armazenamento do genótipo *brittle*.

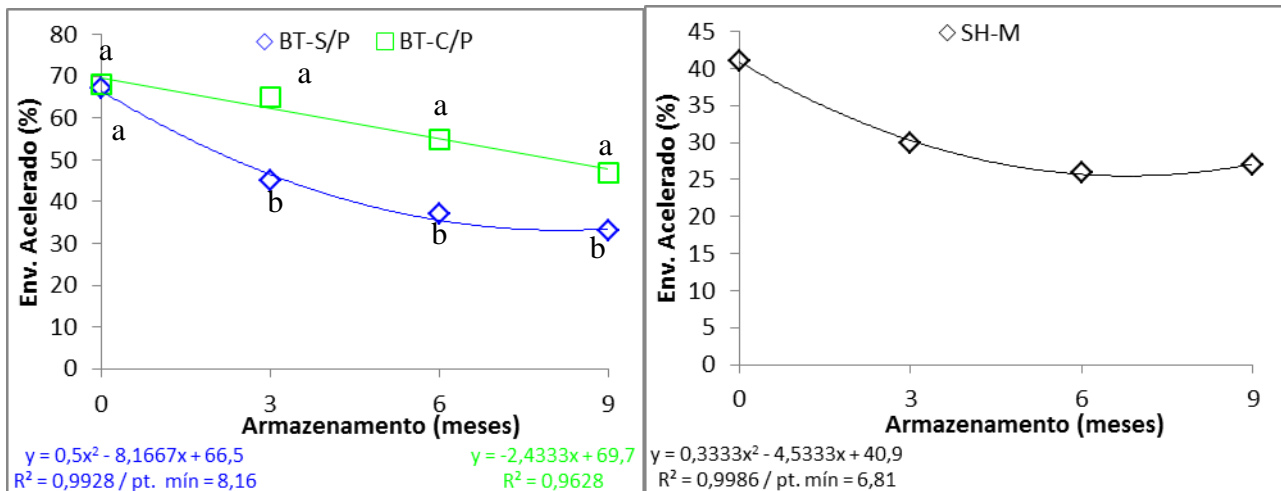


Figura 8: Envelhecimento acelerado de sementes de milho superdoce (*bt* e *sh*), com (C/P) e sem (S/P) polímero após zero, três, seis e nove meses armazenados em condições não controladas. Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de t a 5% de probabilidade.

Quando revestidas com polímero, as sementes do genótipo *brittle* apresentaram, mais uma vez, menor decréscimo na germinação ao longo do armazenamento, realçado pelo ajuste linear negativo das linhas de tendência das sementes revestidas e o ajuste quadrático negativo das sementes não revestidas (Figura 8). Devido à proteção imposta pelos polímeros às sementes, em relação a variações de temperatura e umidade, tanto no solo como em armazenagem, as sementes polimerizadas tendem a apresentar melhor germinação e emergência, principalmente sob condições adversas (BAUDET, 2007).

Em relação ao comprimento e massa seca de plântulas, observa-se que para o genótipo *brittle* o revestimento com polímero auxiliou significativamente no desenvolvimento inicial e para o genótipo *shrunk* não houve diferença estatística (Tabela 1). Melhora na velocidade de germinação com o uso do revestimento também foram descritos para sementes de arroz (ZENG; SHI, 2008) e soja (GESCH et al., 2012). Por outro lado, Holbig al. (2010) e Holbig et al. (2011), em sementes de cenoura e Mendonça et al. (2007), em sementes de milho superdoce observaram que as sementes revestidas apresentaram germinação mais lenta do que as sementes não revestidas.

De todo o exposto é notório que o genótipo *shrunk* apresentou menor qualidade fisiológica ao longo de todo o armazenamento para todas as variáveis, independente do revestimento com polímero. O uso generalizado dos híbridos *sh2* tem sido dificultado, justamente, pela qualidade inferior das sementes, baixa emergência de plântulas, baixo vigor, e baixa uniformidade de emergência (ANDREW, 1982).

As mutações genéticas que levam o milho doce e superdoce a acumular quantidades superiores de açúcares provem de diferentes genótipos, com atividades específicas em cromossomos e enzimas diferentes, acarretando em diferenças fenotípicas entre os genótipos, tais como: quantidades de açúcares, espessura do pericarpo, enrugamento, espaço vazio entre o pericarpo, fragilidade das membranas, suscetíveis à colonização por fungos patogênicos e a danos mecânicos (TRACY, et al., 2001).

O revestimento proporciona o preenchimento das irregularidades das sementes de milho superdoce (BAXTER; WATERS JR., 1986), protegendo as sementes contra ataques de insetos e patógenos, fatores edafoclimáticos adversos, possibilitar o fornecimento de nutrientes, oxigênios, reguladores de crescimento, proteção fitossanitária, herbicidas e, sobretudo por permitir uma semeadura de precisão em cultivos com semeadura direta (SAMPAIO; SAMPAIO, 1994).

No entanto, as características intrínsecas de cada espécie são fatores determinantes do uso desta técnica, uma vez que, segundo Melo et al. (2015) o polímero interage diferentemente com o tegumento das sementes, justificando o fato do genótipo *brittle* ter apresentado maiores quantidades de interações, sendo mais responsivo ao revestimento com polímero, em comparação ao *shrunk* (Tabela 1). Segundo Timóteo e Marcos-Filho (2013), há uma variação no vigor e nas atividades enzimáticas durante o armazenamento de sementes, sob influência do genótipo.

O uso generalizado dos híbridos sh2 tem sido dificultado, justamente, pela qualidade inferior das sementes, baixa emergência de plântulas, baixo vigor, e baixa uniformidade de emergência (ANDREW, 1982). Neste experimento, o genótipo *shrunk* também apresentou baixa qualidade fisiológica desde a primeira época de avaliação. Este fato pode ser atribuído as diferenças genotípicas e também às variações nas condições de produção e nas técnicas de colheita e beneficiamento dos lotes de sementes de cada genótipo. Com a secagem das sementes de milho superdoce (genótipo sh-2), o endosperma retrai, criando um espaço vazio até o pericarpo (WILSON JUNIOR et al. 1994).

Em ambos os genótipo o revestimento das sementes de milho superdoce com polímero favoreceu a conservação do vigor e a emergência de plântulas no campo ao longo do armazenamento, porém em maior intensidade para o *brittle*. Segundo Andrade e Borda (1993) genótipos da mesma espécie podem diferir quanto ao potencial de vigor e de armazenamento.

O polímeros pode contribuir para a manutenção da qualidade das sementes, durante o período que as mesmas permanecem em repouso seminal (KARAM et al. 2007),

no entanto, existem diferenças significativas entre as variedades e tipos de sementes em relação à viabilidade e ao vigor, sendo esta diferença destacada sob condições de armazenamento precárias, especialmente quando a umidade relativa permite o crescimento de fungos de armazenagem (MCCORMACK 2004).

Portanto, as sementes revestidas com polímero apresentaram, em geral, resultados superiores às não revestidas, sendo o efeito benéfico mais acentuado para o genótipo *brittle*, de maior qualidade fisiológica inicial. A deterioração das sementes nuas, sem revestimento, foi maior ao longo do armazenamento, indicando a vantagem desta técnica na conservação da qualidade das sementes, para ambos os genótipos.

CONCLUSÃO

A qualidade fisiológica das sementes de milho superdoce de ambos os genótipos, independentemente do recobrimento com polímero, decresce acentuadamente com o tempo de armazenamento, porém com maior intensidade para o *shrunken*.

O revestimento com polímero propicia maior velocidade e porcentagem de germinação das sementes do genótipo *shrunken* ao longo do armazenamento.

O revestimento das sementes de milho superdoce com polímero favorece a conservação do vigor e a emergência de plântulas no campo ao longo do armazenamento, para ambos os genótipos, porém em maior intensidade para o *brittle*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU JR., M.B.L.; RUFINO, C.A.; TAVARES, L.C.; TUNES, L.M.; VIEIRA, J.F. Recobrimento de sementes de algodão com fósforo: efeitos imediatos e após o armazenamento. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.9, n.3, p.55-60, jun. 2015 .

ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E.; CATANEO, A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 43-48, 2003.

ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R. F. Qualidade fisiológica de sementes de milho doce colhidas em diferentes épocas. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 687 - 692, 2006.

BARROS, R.G.; BARROGPSSO, J.A.F.; COSTA, J.S DA.C. Efeito do armazenamento na compatibilidade de fungicidas e inseticidas, associados ou não a um polímero no tratamento de sementes de feijão. **Bragantia**, v. 64, n.3, p. 459-465, 2005.

BAUDET, L.; PERES, W. Recobrimento de sementes. **Seed News**, Pelotas, v.8, n.1, p.20-23, 2004.

BAYS, R.; BAUDET, L.; HENNING, A.A.; LUCCA FILHO, O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.2, p. 60-67, 2007.

BAXTER, L.; WATERS JR., L. Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the imbibition, respiration, and germination of sweet corn at four matric potentials. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.4, p.517-520, 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 45/2013**, de 17 de setembro de 2013, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Padrões para produção e comercialização de semente). Brasília, DF: SNAD/DNDN/CLAV: Diário Oficial da União, Brasília,DF, 17 set. 2013.

BRASIL Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNA/ DNDV/ CLAV, 2009. 364p .

BOYER, C.D.; SHANNON, J.C. The use of endosperm genes for sweet corn improvement, **Plant Breeding Rev.**, v.1, p.139, 1984.

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

COIMBRA, R. de A. et al. Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho-doce (sh2). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2402-2408,2009.

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

DINIZ, K.A.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M.; CARVALHO, M.L.M.; MACHADO, J.C. Incorporação de microrganismos, aminoácidos, micronutrientes e reguladores de crescimento em sementes de alface pela técnica de peliculização. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, p.37-43, 2006

DUAN, X.; BURRIS, J.S. Seed physiology, production Etechnology: film coating impairs leaching of germination inhibitors in sugar beet seed. **Crop Science**, Madison, v.37,n.2, p.515-520, 1997.

EVANGELISTA, J.R.E. et al. Desempenho de sementes de soja peliculizadas em solo com diferentes teores de água. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p.994-999, 2007.

FURLANI, A.C.F.A. **Performance da aplicação de polímero no tratamento de sementes de amendoim**. Jaboticabal, SP, 2009. 47f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2009.

GESCH, R.W. et al. **Can using polymer-coated seed reduce the risk of poor soybean emergence in no-tillage soil?** Field Crops Research, v.125, n.1, p.109-116, 2012.

- GOMES-JUNIOR, F.G.; TIMÓTEO, T.S.; KOBORI, N.N.; PUPIM, T.L.; GAGLIARDI, B.; CARVALHO, T.C.; MORAES, M.H.D.; MENTEN, J.O.M.; CICERO, S.M. Incidência de patógenos e vigor de sementes de milho doce submetidas a danos mecânicos. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 35, n. 3, p. 179-183, 2009
- GUPTA M.L.; GEORGE D.L.; PARWATA I.G.M.A.; Effect of harvest time and drying on supersweet sweet corn seed quality. **Seed Science and Technology**. v.33 ,n.1, p.167–176. 2005.
- HATHCOCK, A.L.; DERNOEDEN, P.H.; TURNER, T.R.; McINTOSH, M.S. Tall fescue and Kentucky bluegrass response to fertilizer and lime seed coatings. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, n.3, p.879 - 883, 1984.
- HANNAH, L. C.; GIROUX, M.; BOYER, C. Biotechnological modification of carbohydrates for sweet corn and maize improvement. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 55, p. 177-197. *Milho Doce: Origem de Mutações Naturais* 35 197, 1993.
- JUNGES, E.; TOEBE, M.; SANTOS, R.F.; FINGER, G.; MUNIZ, M.F.B. Effect of priming and seed-coating when associated with *Bacillus subtilis* in maize seeds. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3 p. 520-526, jul-set, 2013.
- KUNKUR, V. et al. Effect of seed coating with polymer, fungicide and insecticide on seed quality in cotton during storage. Karnataka **Journal of Agricultural Sciences**, Karnataka, v. 20, n. 1, p. 137-139, 2007.
- KAVAK, S.; ESER B. Influence of polymer coatings on water uptake and germination of onion (*Allium cepa* L. cv. Aki) seeds before and after storage. **Scientia Horticulturae**, 121 p. 7–11, 2009.
- KWIATKOWSKI A; CLEMENTE E. 2007. Características do milho doce (*Zea mays*) para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial** 1: 93-103. Disponível em <http://revistas.utfpr.edu.br/pg/index.php/rbta/article/view/263/231>.
- LIMA, L.B.; SILVA, P.A.; GUIMARÃES, R.M.; OLIVEIRA, J.A. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, v.30, n.6, p.1091-1098, 2006.
- LUDWIG, M. P.; LUCCA-FILHO, O. A.; BAUDET, L.; DUTRA, L. M. C.; AVELAR, S. A. G.; CRIZEL, R. L. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3 p. 395 - 406, 2011.
- MCCORMACK, J. H. **Seed Processing and Storage: Principles and Practices** Principles and practices of seed harvesting, processing, and storage: an organic seed production manual for seed growers in the Mid-Atlantic and Southern U.S. Version 1.3 December 28, 2004
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MELO, A.C.; SELEGUINI, A.; VELOSO, V.R.S.; PEREIRA, J.M. Recobrimento de sementes de tomate com concentrações crescentes de polímero sintético. **Ciência Rural**, Santa Maria, 5, n.6, p.958-963, jun, 2015.

MENDONÇA, E.A.F. **Revestimento de sementes de milho superdoce**. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do campus de Jaboticabal - UNESP, para obtenção do Título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Produção e Tecnologia de Sementes, 2003.

MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, N. M.; RAMOS, N. P. Revestimento de sementes de milho superdoce (sh2). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.2, p.68-79, 2007.

MENTEN, J. O. M. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. São Paulo: Ciba Agro, 1995

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N. M. (Ed). **Testes de vigor de sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M.G.; CHIQUIERE, T.B. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo in natura. **Ciência Tecnologia Alimentos**., Campinas, v.26, n.1, p. 159-165. 2006.

OLIVEIRA, A.F.; SOLDI, V. COELHO, C.M.M.; MIQUELOTO, A.; COIMBRA, J.L.M. Preparação, caracterização e propriedades de filmes poliméricos com potencial aplicação no recobrimento de sementes. **Química Nova** , São Paulo, v.32, n.7 , p. 1845-1849, 2009.

PAIVA, A.P.M. **Cruzamentos entre linhagens tropicais de milho doce e testadores com introgressão de germoplasma temperado**. Botucatu, 2014. 64p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) Universidade Estadual Paulista – UNES, 2014.

PEDROSO, D. C.; MUNIZ, M. F. B.; TUNES, L. M. de; MÜLLER, J.; JUNGES, E.; DUTRA, C. B. Qualidade de sementes de cenoura armazenadas após recobrimento com fungicida, pó biológico e polímero. **BioscienceJournal**, Uberlândia, v. 30, p. 746-756, 2011.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M.; VIEIRA, A.R., EVANGELISTA, J.R.E.; OLIVIERA, G.E. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de soja submetidas ao armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 158-164, 2011.

PEREIRA, C. P.; OLIVEIRA, J.R., EVANGELISTA, E. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras – MG, v. 29, n. 6, p.1201-1208, 2005.

PIRES, L.L.; BRAGANTINI, C.; COSTA, J.L.S. Armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.39, n.7, p.709-715, 2004.

RIVAS, B. A.; MCGEE, D. C.; BURRIS, J. S. Tratamiento de semillas de maiz com polímeros para el controle de *Pythium* spp. **Fitopatologia Venezuelana**, Caracas, v. 11, n. 1, p. 10-15, 1998.

SAMPAIO, T.G.; SAMPAIO, N.V. Recobrimento de Sementes. Inf. ABRATES. v.4, n.3, p. 20-52. 1994.

SAMPAIO, T.G.; SAMPAIO, N.V. Recobrimento de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W.M. Tecnologia de sementes de hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, p.275-306. 2009.

SANTOS, C.L.D.; BENETT, C.G.S.; SILVA, K.S.; SILVA, L.V. Germinação de diferentes tipos de sementes *Brachiaria brizantha* cv. BRS PIATÃ. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 420426, 2011.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.de; MAIA, M.S. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.305-312, 2000.

SHANNON, J. C.; PIEN, F. M.; CAO, H.; LIU, K. C. *brittle-1*, an adenylate translocator, facilitates transfer of extraplasmidial synthesized ADP-glucose into amyloplasts of maize endosperm. **Plant Physiology**, Washington, v. 117, p. 1235-1252, 1998.

SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Metodologia para avaliação de materiais cimentantes para peletização de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 31-37, 1998.

SOBERALSKE, R.M.; ANDREW, R.H. Gene effects on kernel moisture and sugars of near-isogenic lines of sweet corn. **Crop Science**, Madison, v.18, p.743-746, 1978.

SPIELBAUER, G.; MARGL, L.; HANNAH, L. C.; ROMISCH, W.; ETENHUBER, C.; ACHER, A.; GIERL, A.; EISENREICH, W.; GENSCHEL, U. Robustness of central carbohydrate metabolism in developing maize kernels. **Phytochemistry**, Pergamon, v. 67, p.1460-1475, 2006.

STRUVE, T. H.; HOPPER, N. W. The effect of polymer film coatings on cotton-seed imbibition electrical conductivity, germination and emergence. In: BELTWISE COTTON CONFERENCES, 1996, Nashville, USA. **Proceedings...** Nashville: CAB, 1996. v. 2, p. 1167-1170.

TANADA-PALMU, P.S.T.; PROENÇA, P.S.P., TRANI, P.E.; PASSOS, F.A.; GROSSO, C.R.F. Recobrimento de sementes de brócolos e salsa com coberturas e filmes biodegradáveis. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.2, p.291-297, 2005

TAYLOR, A. G.; KWIATKOWSKI, J.; BIDDLE, A. J. Polymer film coating decrease water uptake and water vapour movement into seeds and reduce imbibitional chilling injury. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM SEED TREATMENT CHALLENGES AND OPPORTUNITIES, 2001. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2001. p. 215-220.

TIMÓTEO, T.S.; MARCOS-FILHO, J. Seed performance of different corn genotypes during storage. **Journal of Seed Science**, v.35, n.2, p.207-215, 2013.

TOLEDO, F.F., MARCOS FILHO, J. Manual das sementes: tecnologia da produção. São Paulo: Ceres, 1977. 224p

TRACY, W.F. Sweet corn. In: HALLAVER, A.R. **Specialty corn**. Boca Raton: [s.n.], 2001. p.155-198.

TRACY, W.F. **Sweet corn**. In: Hallauer, A. R. **Specialty corns**. New York, CRC Press, Boca Raton, 1994. p. 148-187.

TRENTINI, P. **Peliculização: preservação da qualidade de sementes de soja e desempenho da cultura em campona região de Alto Garças, MT**. 2004. 117p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras. UFL – 2004.

VILLELA, F.A.; MENEZES, N.L. O potencial de armazenamento de cada semente. **Seed News**, Pelotas, n. 4, 2009.

WATERS JUNIOR, L.; BLANCHETTE, B. Prediction of sweet corn field emergence by conductivity and cold tests. **Journal of American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.5, p.78-781, 1983.

WILSON JR., D.O.; LAWSON, R.C. Light improves reproducibility of sweet corn seed germination tests. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v.18, n.1, p.7-15, 1994.

ZENG, D.; SHI, Y. Preparation and application of a novel environmentally friendly organic seed coating for rice. **American-Eurasian Journal of Agronomy**, v.1, n.2, p.19-25, 2008.