



ANTONIO ARIEL CANEDO RIVERA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
MILHO DOCE SOB DIFERENTES CONDIÇÕES
DE ARMAZENAMENTO**

LAVRAS - MG

2011

ANTONIO ARIEL CANEDO RIVERA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO DOCE SOB
DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de Concentração Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador:

Dr. Renzo Garcia Von Pinho

Coorientador:

Dr. Renato Mendes Guimarães

LAVRAS - MG

2011

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Canedo Rivera, Antonio Ariel.

Qualidade fisiológica de sementes de milho doce sob diferentes
condições de armazenamento / Antonio Ariel Canedo Rivera. –
Lavras : UFLA, 2011.

77 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Renzo Garcia Von Pinho.

Bibliografia.

1. Vigor de sementes. 2. Biorreguladores. 3. *Zea mays*. GA₃. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.1521

ANTONIO ARIEL CANEDO RIVERA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO DOCE SOB
DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de Concentração Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 21 de julho de 2011.

Dr. Renato Mendes Guimarães	UFLA
Dr. João Almir Oliveira	UFLA
Dr. Antônio Rodrigues Vieira	EPAMIG
Dr. Iran Dias Borges	UFSJ

Dr. Renzo Garcia Von Pinho
Orientador

LAVRAS - MG

2011

*Aos meus pais, María Adela Rivera Gutiérrez de Canedo e
Ariel Canedo Vidaurre, pelos ensinamentos e infinita bondade.*

*Aos meus irmãos, Papi, Nena, Pochita e Bebita, pelo carinho e
apoio constante.*

DEDICO!

*À minha esposa, Katiusha, pelo amor, compreensão e companheirismo.
Aos meus filhos, Katiusha Isabel e Ariel Lautaro, o maior incentivo de minha
vida.*

OFEREÇO!

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura (DAG), pela oportunidade concedida para realização do Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores do Departamento de Agricultura da UFLA, pelos ensinamentos transmitidos, colaboração e harmoniosa convivência.

Ao professor Dr. Renzo Garcia Von Pinho, pela orientação, seus ensinamentos e apoio na realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Renato Mendes Guimarães, pela valiosa participação e orientação na realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Moacir Pasqual, Coordenador da Pós-Graduação do DAG e a Marli, secretária da Coordenação, pelo apoio constante.

À Dra. Kalinka Salgado da empresa Dow AgroSciences pelo fornecimento das sementes e das sugestões para o trabalho

Aos funcionários do Departamento de Agricultura, do Laboratório Central de Sementes do DAG e do Laboratório de Patologia de Sementes.

Aos amigos, Adriano Delly, Rodolfo Santos, Marcinho, Rodolfo Goulart, Vitor Francischini e outros colegas, pela ajuda na condução dos experimentos.

E a todos aqueles que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para a minha superação profissional e pessoal.

RESUMO

A semente de milho doce é mais suscetível às injúrias no armazenamento que as sementes de milho comum. Devido a essa característica, o autor deste trabalho visou avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho doce armazenadas em diferentes condições. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Lavras/MG, entre os meses de junho/09 e março/10. Foram utilizadas sementes de milho superdoce da cultivar SwB585 classificadas em peneira chata e peneira redonda. As sementes foram colocadas para embeber em água destilada com GA₃ nas concentrações de 0, 10 e 20 mg.l⁻¹, posteriormente à secagem foram acondicionadas em embalagens de plástico a vácuo e em embalagens de papel, logo armazenadas em dois ambientes (câmara fria = 10 °C e temperatura ambiente = ± 25 °C). Foram utilizadas as seguintes determinações para avaliar a qualidade fisiológica das sementes: germinação, teste de frio, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, índice de velocidade de emergência, peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca da raiz. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial (2x3x5), correspondente aos dois ambientes, três doses de GA₃ e cinco épocas de avaliações (0, 60, 120, 180 e 240 dias), com quatro repetições. Foram realizadas análises de variância conjunta considerando as duas formas de semente separadamente e envolvendo os dois tipos de embalagens. Constatou-se pelos testes de frio em sementes chatas e condutividade elétrica em sementes redondas que as embalagens influenciaram na qualidade fisiológica; foi verificado nos dois tipos de sementes, que o armazenamento em ambiente refrigerado a 10 °C foi mais eficiente na conservação do potencial fisiológico das sementes. O ácido giberélico perde efeito sobre o desempenho das sementes com o decorrer do tempo de armazenamento. O vigor das sementes de milho doce diminui linearmente com o decorrer do tempo de armazenamento independentemente da forma da semente.

Palavras-chave: Vigor de sementes. Biorreguladores. *Zea mays*. GA₃.

ABSTRACT

The seed of sweet corn is more susceptible to injury in storage than the seeds of common corn. Due to this characteristic, the author of the present study aimed to evaluate the physiological quality of seeds of sweet corn stored under different conditions. The experiments were conducted at the Seed Analysis Laboratory of the Federal University of Lavras/MG, between the months of June/09 and March/10. The seeds used were SwB585 cultivar of supersweet corn classified as flat sieve and round sieve. The seeds were placed to soak in distilled water with GA₃ at concentrations of 0, 10 and 20 mg.l⁻¹, after the drying were packed in vacuum plastic and paper packaging, then stored in two environments (cold = 10 °C and room temperature = ± 25 °C). The following determinations were used to evaluate the physiological quality of the seeds: germination test, cold test, electrical conductivity, accelerated aging, emergence speed rate, dry matter weight of aerial part and dry matter weight of root. We used the completely randomized experimental design, in factorial scheme (2x3x5), corresponding to the two environments, three doses of GA₃ and five assessment times (0, 60, 120, 180 and 240 days) with four replications. Analysis of variance was performed considering the two forms of seed separately and involving the two types of packaging. It was verified by the cold test in flat seeds and electrical conductivity in round seeds that the packages influence the physiological quality; it was found in both types of seeds, which in refrigerated storage at 10 °C was more efficient in maintaining the physiological potential of seeds. Gibberellic acid loses effect on seed performance with the course of time of storage. The vigor of sweet corn seeds decreases linearly with the passage of storage time independently of shape of the seed.

Keywords: Seeds vigor. Bioregulators. *Zea mays*. GA₃.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental (CV) e média geral envolvendo dois ambientes, três doses de GA ₃ e cinco épocas de avaliação nos testes de germinação, envelhecimento acelerado, teste frio, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência (IVE), peso de matéria seca (MS) na parte aérea e na raiz, em sementes de milho doce de forma chata acondicionadas em dois tipos de embalagens. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	35
Tabela 2	Resultados médios obtidos na germinação no teste de frio (%) de sementes de milho superdoce de forma chata em dois tipos de embalagens. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	36
Tabela 3	Resultados médios obtidos na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce de forma chata em dois ambientes de armazenamento. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	37
Tabela 4	Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental (CV) e média geral envolvendo dois ambientes, três doses de GA ₃ e cinco épocas de avaliação nos testes de germinação, envelhecimento acelerado, teste frio, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência (IVE), peso de matéria seca (MS) na parte aérea e na raiz, em sementes de milho doce de forma redonda acondicionadas em dois tipos de embalagens. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	50
Tabela 5	Resultados médios obtidos na germinação no teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de sementes de milho superdoce de forma redonda em dois tipos de embalagens. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	51
Tabela 6	Resultados médios obtidos na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce de forma redonda em dois ambientes de armazenamento. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Representação gráfica das equações de regressão na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce de forma chata; em função de três doses de ácido giberélico. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	38
Figura 2	Representação gráfica das equações de regressão na qualidade fisiológica em sementes de milho superdoce de forma chata, em função da interação de três doses de ácido giberélico e dois ambientes de armazenamento. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	41
Figura 3	Representação gráfica das equações de regressão para quatro testes de germinação e vigor em sementes de milho superdoce de forma chata, em função da interação de cinco épocas de avaliação e dois ambientes de armazenamento. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	42
Figura 4	Representação gráfica das equações de regressão para três testes de vigor em sementes de milho superdoce de forma chata, em função da interação de cinco épocas de avaliação e dois ambientes de armazenamento. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	43
Figura 5	Representação gráfica das equações de regressão na qualidade fisiológica em sementes de milho superdoce de forma chata, em função da interação de cinco épocas de avaliação e três doses de ácido giberélico. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	45
Figura 6	Representação gráfica das equações de regressão na avaliação do peso de matéria seca na parte aérea em sementes de milho superdoce de forma chata, em função da interação de cinco épocas de avaliação, dois ambientes de armazenamento e três doses de ácido giberélico. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	47

Figura 7	Representação gráfica das equações de regressão na avaliação do peso de matéria seca na raiz em sementes de milho superdoce de forma chata, em função da interação de cinco épocas de avaliação, dois ambientes de armazenamento e três doses de ácido giberélico. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	48
Figura 8	Representação gráfica das equações de regressão na qualidade fisiológica em sementes de milho superdoce de forma redonda, em função de três doses de ácido giberélico. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	54
Figura 9	Representação gráfica das equações de regressão na avaliação da qualidade fisiológica em sementes de milho superdoce de forma redonda, em função da interação de três doses de ácido giberélico e dois ambientes de armazenamento. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	55
Figura 10	Representação gráfica das equações de regressão para quatro testes de germinação e vigor em sementes de milho superdoce de forma redonda, em função da interação de cinco épocas de avaliação e dois ambientes de armazenamento. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	56
Figura 11	Representação gráfica das equações de regressão para três testes de vigor em sementes de milho superdoce de forma redonda, em função da interação de cinco épocas de avaliação e dois ambientes de armazenamento. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	57
Figura 12	Representação gráfica das equações de regressão na avaliação da qualidade fisiológica em sementes de milho superdoce de forma redonda, em função da interação de cinco épocas de avaliação e três doses de ácido giberélico. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	59
Figura 13	Representação gráfica das equações de regressão na condutividade elétrica em sementes de milho superdoce de forma redonda, em função da interação de cinco épocas de avaliação, dois ambientes de armazenamento e três doses de ácido giberélico. UFLA, Lavras/MG, 2011.....	60

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	Milho doce.....	16
2.2	Avaliação do potencial fisiológico de sementes.....	18
2.2.1	Testes de vigor.....	19
2.3	Forma e tamanho da semente de milho e desempenho no campo.....	20
2.4	Armazenamento de sementes.....	22
2.4.1	Embalagens de sementes.....	24
2.5	Reguladores de crescimento.....	27
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1	Material genético.....	30
3.2	Detalhes experimentais.....	30
3.2.1	Avaliação das sementes.....	31
3.2.2	Delineamento estatístico.....	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1	Sementes chatas.....	34
4.2	Semente redonda.....	49
5	CONCLUSÕES.....	62
	REFERÊNCIAS.....	63

1 INTRODUÇÃO

O milho doce, devido a sua forma de cultivo e sua utilização, pode ser considerado como uma hortaliça, e, acredita-se que, pode se tornar numa importante alternativa agrônômica rentável no Brasil, porque sua produção está direcionada principalmente como milho verde, para uso tanto *in natura* como para processamento da indústria (RAYMOND, 1989).

Diferente do milho comum, o denominado doce tem alto teor de açúcares e baixo teor de amido, ambos resultantes da ação de genes recessivos individuais, ou associados em combinações duplas e triplas (TRACY, 1994). Aliado a essas combinações gênicas, o milho-doce, em vista do intenso processo de seleção, possui ainda pericarpo delgado, textura macia do endosperma que o faz superior para o consumo humano em relação ao milho comum (SILVA, 1994).

Associadas aos genes que dão a condição adocicada ao grão, estão algumas características indesejáveis, como baixo rendimento e baixa resistência ao ataque de pragas e doenças por causa do maior teor de açúcares, quando comparado ao milho comum (PALIWAL, 2001; TRACY, 1994).

As diferenças químicas e genéticas fazem com que as sementes de milho doce sejam consideradas problemáticas, principalmente em relação à tolerância ao armazenamento. Deste modo as sementes de milho doce apresentam problemas de qualidade fisiológica, como a rápida perda da viabilidade, acarretando a baixa uniformidade do estande no campo (ARAÚJO et al., 2006).

Sementes de milho doce, grupo Super Doce, em geral possuem menor vigor quando comparadas ao milho comum (WATERS-JUNIOR; BLANCHETTE, 1983). Esse desempenho inferior é atribuído principalmente a algumas características que as diferenciam. Entre estas características está a menor quantidade de amido, maior conteúdo de açúcares no endosperma e a formação de espaços internos entre a camada de aleurona e o pericarpo das

sementes que ocorrem durante a desidratação, fazendo com que estas apresentem aspecto enrugado. Isto torna o pericarpo mais frágil e mais suscetível a danos físicos e a entrada de patógenos (DOUGLAS; JUVIK; SPLITTSTOESSER, 1993).

Assim, é importante avaliar o potencial de armazenamento das sementes de milho doce, o qual tem relação com o vigor das mesmas (DELOUCHE; BASKIN, 1973; MARCOS FILHO, 1999). Sabe-se que sementes mais vigorosas são mais resistentes ao armazenamento sob condições desfavoráveis de temperatura e umidade do que aquelas sementes com baixo vigor. A preservação da qualidade das sementes durante o armazenamento, ou seja, da colheita até a sua utilização é um aspecto fundamental a ser considerado no processo produtivo, pois os esforços despendidos no desenvolvimento do material e as técnicas culturais para a produção podem não ser efetivos se a qualidade das sementes não for mantida, no mínimo, até a época da semeadura (GRISI; SANTOS, 2007; OLIVEIRA et al., 1999). Nas regiões tropicais e subtropicais, os danos causados por efeitos exógenos (clima, fungos, insetos etc.) durante o período de armazenamento, podem contribuir para a perda do vigor e da germinação das sementes.

No intuito de preservar a qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento, também é importante considerar o tipo de embalagem a ser usada. Para isso se faz necessário conhecer as características mecânicas da embalagem, por exemplo, a sua porosidade ou impermeabilidade, a flexibilidade ou rigidez, a durabilidade, a resistência a insetos e roedores, e a sua disponibilidade no comércio (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988). As embalagens possuem importantes funções no processo de obtenção, manutenção e distribuição das sementes para os agricultores. Há grandes avanços no manuseio das sementes, como embalagens de diferentes tamanhos, embalagens por número de sementes, e não por peso, a embalagem impermeável para

armazenamento em condições adversas e, a utilização da embalagem como ferramenta mercadológica (PESKE, 2003).

Com o mesmo propósito de melhorar a qualidade fisiológica das sementes e realçar o potencial de sementes em várias espécies, estão sendo usados reguladores de crescimento na fase de germinação. O uso de compostos químicos biologicamente ativos, como reguladores de crescimento, pode cessar ou diminuir o impacto de fatores adversos na qualidade e desempenho das sementes. A giberelina associada a outros tratamentos em pré-semeadura promove o aumento significativo da emergência de sementes, exercendo uma importante regulação hormonal nas sementes induzindo a germinação (ANDREOLI; KHAN, 1993, 1999; LOPES; SOUZA, 2008).

Diante dos fatores expostos, objetiva-se através de um sistema organizado de produção de sementes, a obtenção de sementes de alta qualidade genética, física, fisiológica e sanitária, permitindo que as características superiores das cultivares obtidas pela pesquisa, sejam transferidas aos agricultores (SPINOLA; CÍCERO; MELO, 2000).

Considerando que a embalagem, o ambiente de armazenamento, o tempo de armazenamento e a aplicação do ácido giberélico podem influenciar na qualidade fisiológica das sementes de milho doce, o autor do presente trabalho objetivou verificar o efeito da associação dos referidos fatores na qualidade em sementes de milho doce de duas formas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Milho doce

O milho doce (*Zea mays* L. grupo saccharata), contendo o alelo sugary, existiu na América Central e do Sul no período pré-colombiano (TRACY, 2001). Acredita-se que o milho doce tenha ocorrido na natureza como produto de uma mutação seguido de uma domesticação. Possivelmente, ele foi identificado por estas civilizações como uma nova fonte de carboidrato, sendo então domesticado e utilizado como alimento (MACHADO, 1980).

A utilização do milho doce é diversificada. Ele está disponível em conserva (enlatado), congelado na forma de espigas ou em grãos, desidratado, ou consumido *in natura*. Se colhido antes da polinização, pode ser usado como *baby corn*, ou minimilho, e ainda, após a colheita, as plantas remanescentes da colheita pode ser aproveitada para silagem (SOUZA; MAIA; ANDRADE, 1990; TEIXEIRA et al., 2001). 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). Segundo Sawazaki et al. (1990), a espessura do pericarpo afeta a maciez do grão e, quanto mais fina, melhor a qualidade do milho doce.

Além do sabor adocicado, o milho doce apresenta alto valor nutritivo e características próprias, como melhor palatabilidade dos grãos (sabor, maciez e textura) e aparência das espigas. Estes diferenciais conferem ao milho doce uma aptidão ao consumo humano, recebendo também o “status” de hortaliça

(MAGGIO, 2006).

A indústria tem preferência por grãos com maior teor de açúcar e menor teor de amido, o que também é desejado para o consumo in natura. O milho comum tem em torno de 3% de açúcar e entre 60 e 70% de amido, enquanto o milho-doce tem em torno de 9 a 14% de açúcar e 30 a 35% de amido, e o superdoce tem em torno de 25% de açúcar e 15 a 25% de amido (SILVA; KARAN, 1994).

No momento da colheita o grão de milho doce tem alto teor de umidade e de açúcar. A conversão de açúcar para amido é bloqueada pelos genes recessivos, por exemplo, sugary (*su*), shrunken-2 (*sh2*) e Brittle-2 (*bt2*), assim, conferem o caráter doce ao grão (TRACY, 2001). Os grãos quando maduros são enrugados devido ao colapso do endosperma que contém baixo teor de amido e pericarpo tenro (NASCIMENTO; PESSOA; BOITEUX, 1994). Por isso é que a qualidade fisiológica da semente de milho doce é menor, pela rápida perda da viabilidade, além de ser suscetível a danos e à entrada de patógenos. Outro aspecto importante é que cultivares de milho doce possuem menor produtividade do que cultivares de milho comum (GUISCHEM; NAKAGAWA; ZUCARELI, 2002; PALIWAL, 2001).

Todavia não se sabe se o baixo vigor das sementes de milho doce, principalmente as do grupo superdoce, é devido à menor reserva de amido no endosperma ou se o embrião é por si mesmo, geneticamente inferior e incapaz de exibir um alto vigor (MCDONALD; SULLIVAN; LAWER, 1994).

A área mundial cultivada com milho doce é de cerca de 900 mil hectares (PEREIRA et al., 2009). No Brasil 36 mil hectares são cultivados e praticamente toda a produção é destinada ao processamento industrial (BARBIERI et al., 2005). Dessa maneira, 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).

Segundo Cruz, Pereira Filho e Silva (2010), das cultivares disponíveis para a safra 2010/11, tem-se 13 para consumo como milho verde, sendo a maioria com grãos de textura dentada e semidentada, dentre eles só existe um cultivar identificado como milho doce.

2.2 Avaliação do potencial fisiológico de sementes

A produção agrícola geralmente é efetuada com a utilização de sementes, estimando-se que praticamente 80% das espécies vegetais exploradas comercialmente são propagadas diretamente dessa maneira. A emergência rápida e uniforme e o consequente estabelecimento de estande constituído por plântulas vigorosas do cultivar escolhido pelo produtor representam condições essenciais para assegurar o desempenho adequado das plantas, podendo afetar a uniformidade do desenvolvimento, o rendimento final da cultura e a qualidade do produto (MARCOS FILHO, 2005).

Considerando os trabalhos existentes sobre a qualidade das sementes de milho doce, pode-se inferir que, de maneira geral, essas possuem qualidade inferior, possivelmente devido a sua maior suscetibilidade aos danos mecânicos durante o processo produtivo e armazenagem (GUISCHEM; NAKAGAWA; ZUCARELI, 2002). Assim, devido a que são diversos os fatores que influenciam na qualidade das sementes torna-se necessário avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho-doce.

O vigor da semente tem que ser entendido como o nível de energia que uma semente dispõe para realizar as tarefas do processo germinativo (CARVALHO, 1986). Sua avaliação permite a detecção de possíveis diferenças na qualidade fisiológica de lotes que apresentem poder germinativo semelhante e que podem exibir comportamentos distintos, em condição de campo ou mesmo durante o armazenamento. As diferenças no comportamento de lotes com

germinação semelhante podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração, normalmente, ocorrem antes que se observe o declínio na capacidade germinativa (RIBEIRO, 1999).

O desenvolvimento de métodos consistentes de avaliação da qualidade fisiológica das sementes tem por base o conhecimento de que o processo de deterioração tem início imediatamente após a maturidade fisiológica e prossegue enquanto as sementes permanecem em campo, durante a colheita, processamento e armazenamento. Tanto a intensidade como a velocidade desse processo depende de fatores genéticos e ambientais e estão relacionados aos cuidados durante o manejo dos lotes de sementes (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO; HENNING, 1991; MARCOS FILHO; CÍCERO; SILVA, 1987).

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

2.2.1 Testes de vigor

O controle de qualidade de sementes deve ser cada vez mais eficiente, em razão da competitividade e exigência do mercado. Avaliações rápidas que permitam obtenção de informações sobre o potencial fisiológico de sementes são importantes para tomadas de decisões nas diferentes etapas do processo de produção, armazenamento e comercialização. Dessa maneira, o controle de

qualidade envolve, dentre outras atividades, a avaliação da germinação e do vigor de sementes (FESSEL et al., 2010).

A qualidade fisiológica das sementes é rotineiramente avaliada pelo teste de germinação, porém esse teste fornece condições favoráveis ao processo, o que possibilita que o lote expresse sua máxima germinação nessa condição. Os testes de vigor permitem identificar os lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar melhor desempenho no campo ou durante o armazenamento (MARTINS et al., 2002). Esse tipo de informação pode ajudar na tomada de decisões internas das empresas produtoras de sementes quanto ao destino de determinado lote, quanto à região de comercialização ou à conveniência de armazená-lo ou vendê-lo num curto espaço de tempo. Assim, esses testes são componentes essenciais de um programa de controle de qualidade de sementes (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999). A avaliação do vigor de sementes, como rotina pela indústria sementeira, tem evoluído à medida que os testes disponíveis vêm sendo aperfeiçoados, permitindo a obtenção de resultados consistentes e reproduzíveis.

Os testes de vigor e de germinação auxiliam nas decisões internas das empresas produtoras de sementes quanto ao destino dos lotes, bem como quanto às prioridades de comercialização, de regiões de distribuição e de armazenamento (VIEIRA; CARVALHO, 1994).

Coimbra et al. (2009), concluíram que dentre os testes avaliados (primeira contagem, precocidade de emissão de raiz primária, teste de frio, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado), a condutividade elétrica (6, 8 e 24 horas) foi o único eficiente na diferenciação do vigor de lotes de sementes de milho-doce (*sh2*). Não houve correlação entre os testes e a emergência de plântulas em campo e geminação após armazenamento.

2.2 Forma e tamanho da semente de milho e desempenho no campo

Na cultura do milho, a formação dos grãos se dá de forma que os óvulos da base da espiga são fertilizados primeiro que os do topo, resultando em sementes maiores na base do que aquelas desenvolvidas no topo da espiga (SHIEH; MCDONALD, 1982). Da mesma maneira Batistella Filho, Vitti Moro e Carvalho (2002), verificaram que independente do genótipo, na região da base formam-se sementes mais pesadas, seguidas pelas da porção central e da porção apical, resultando, de tal forma, em sementes de diferentes pesos. Já a espessura da semente está relacionada com a pressão exercida por uma cariopse contra as outras próximas a ela durante o enchimento dos grãos, levando à formação de sementes achatadas no terço médio da espiga, em razão da formação das sementes arredondadas na base e ápice, locais onde a pressão entre cariopses é menor (SHIEH; MCDONALD, 1982). Sendo assim, em uma mesma espiga de milho ocorre a formação de sementes de diferentes tamanhos e formas.

Assim, o processo de separação de sementes por meio do beneficiamento, com o auxílio de peneiras de diferentes tamanhos e formatos, se torna uma importante etapa do processo de produção de sementes, pois permite a comercialização de um produto homogêneo, favorecendo a regulação das semeadoras e, por consequência, levando uma distribuição mais uniforme das sementes e a obtenção do estande adequado para a cultura.

Batistella Filho, Vitti Moro e Carvalho (2002) puderam, no entanto, constatar que as sementes esféricas formadas na base da espiga são de qualidade equivalente à das achatadas. As sementes esféricas de má qualidade seriam aquelas que se formam no ápice da espiga.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), as sementes de maior tamanho ou aquelas que apresentam maior densidade, são aquelas que possuem embriões

bem formados e com maiores quantidades de reservas, sendo assim potencialmente as mais vigorosas.

Shieh e McDonald (1982), estudando a influência do tamanho da semente sobre a qualidade de dois híbridos de milho (MO-17 e B-73), verificaram que não foi significativa em campo. Porém, a forma da semente afetou os resultados, tendo as sementes curtas concluído o processo de embebição mais rapidamente, proporcionando germinação mais rápida do que as longas. Verificaram também que as sementes arredondadas apresentaram maior vigor em relação às sementes chatas.

Moreno-Martinez et al. (1998) verificaram que sementes chatas do híbrido B-15 mantiveram maior viabilidade durante o armazenamento quando comparadas às sementes redondas.

Silva e Marcos Filho (1982) não encontraram diferenças no desempenho no campo e na produção de grãos, quando avaliaram sementes de duas cultivares de milho com pesos e tamanhos diferentes. Wood, Longden e Scott (1977) mostraram a evidência do efeito do tamanho e da forma das sementes de milho, sobre a produção, e na maioria dos casos, com vantagens das sementes de forma achatada sobre as redondas e das grandes, em relação às pequenas.

Andrade et al. (1997), avaliando o desempenho de sementes de milho de um híbrido duplo BR 201 e da variedade BR 451, com relação ao tamanho, durante três anos consecutivos, não encontraram diferenças nas avaliações das plantas em campo, sobretudo na produção e concluíram que a utilização de sementes menores acarretou uma economia na semeadura de até 44% em comparação com as sementes maiores.

Martinelli-Seneme, Zanotto e Nakagawa (2000), avaliando a influência da forma e do tamanho na qualidade de sementes de milho da cultivar AL-34, concluíram que as achatadas são mais vigorosas quando comparadas às

redondas, não tendo, contudo encontrado influência do tamanho na qualidade das sementes achatadas.

2.4 Armazenamento de sementes

Sementes de alta qualidade precisam que todo o processo produtivo seja eficiente, assim, o armazenamento é muito importante na preservação dessa qualidade do produto. As condições de armazenamento também podem interferir na velocidade com que ocorrem perdas de germinação e vigor nas sementes, e condições adequadas de armazenamento podem retardar o aparecimento de danos latentes (ARAÚJO et al., 2006).

No caso de sementes de milho doce, além dos cuidados que rotineiramente têm durante o processo de colheita, secagem e beneficiamento, as sementes, devido às suas características, devem ser necessariamente armazenadas em condições ideais (PARENTONI et al., 1990).

Assim, Araújo, Silva e Corrêa (2000), estudando os efeitos imediatos e latentes da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem na qualidade fisiológica de sementes de milho doce do grupo Doce Cristal, verificaram que o armazenamento por um período de 12 meses em câmara fria (8 ± 2 °C e $70 \pm 5\%$ UR) proporcionou menor perda de germinação e vigor das sementes, em relação ao armazenamento em condições ambientais (25 ± 2 °C e $70 \pm 5\%$ UR). O armazenamento das sementes em baixa temperatura reduz o metabolismo celular e, conseqüentemente, o consumo de reservas das sementes, proporcionando-lhes maior longevidade (JAMES, 1967).

A qualidade das sementes é determinada pela interação entre atributos fisiológicos, sanitários, genéticos e físicos, os quais interferem diretamente no potencial de desempenho em campo e durante o armazenamento, que é

relacionado como o vigor das sementes (DELOUCHE; BASKIN, 1973; MARCOS FILHO, 1999).

A velocidade de deterioração das sementes é influenciada por fatores genéticos, formas de manipulação e condições de armazenamento (JUSTICE; BASS, 1978). Segundo Delouche et al. (1973) e Roos (1986), a umidade relativa afeta a qualidade fisiológica das sementes de duas maneiras: (a) seu conteúdo de umidade é função da umidade relativa ambiente e (b) a infestação, o crescimento e a reprodução de fungos e insetos são fortemente influenciados pela umidade relativa do micro-ambiente na massa de sementes.

A qualidade das sementes sofre grande influência das condições nas quais permanecem armazenadas entre a colheita e a semeadura. Ao longo do período de armazenamento, a taxa de deterioração das sementes sofre influência de vários fatores, sendo a temperatura e a umidade relativa, geralmente citados como os mais importantes (HARRINGTON, 1972; SMITH; BERJAK, 1995), além do tipo de embalagem, que será determinante na taxa de deterioração e, por conseguinte, na manutenção da qualidade fisiológica das sementes.

O conteúdo de água e a temperatura da massa de sementes podem ser facilmente manipulados pelo processo de secagem e de armazenamento em ambiente com umidade e temperatura controladas por equipamentos (CAMARGO; CARVALHO, 2008). Bilia et al. (1994) verificaram que existe menor eficácia de conservação da qualidade proporcionada pela condição ambiente. Assim, eles afirmam que as condições de temperatura e umidade relativa do ar, nas condições de ambiente, constituem-se em fatores preponderantes para a plena conservação das sementes durante o armazenamento.

Na avaliação de diferentes espécies, sob diferentes períodos e temperaturas de armazenagem, foi constatado que, a 10 °C apresenta menor redução no vigor das sementes quando comparadas com outras temperaturas de

armazenamento (FESSEL et al., 2006, 2010; PANOBIANCO; VIEIRA; PERECIN, 2007).

Embora as condições ambientes do armazém possam ser artificialmente controladas, o custo para tal controle em grandes áreas de armazenamento geralmente não é econômico, o que faz com que quase todo o volume de sementes produzido no Brasil seja armazenado a temperatura e umidade relativa ambientes.

2.4.1 Embalagens de sementes

As embalagens possuem várias funções e devem atender a objetivos específicos como: resistência ao transporte; porosidade ou impermeabilidade; flexibilidade ou rigidez; durabilidade e possibilidade de reutilização; facilidade de impressão; transparência ou opacidade; e resistência a insetos e roedores.

As embalagens podem ser divididas em permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis, em função das trocas de umidade que podem ocorrer entre as sementes e o ambiente em que elas estão. Como embalagens permeáveis têm-se as de papel, juta, algodão e plástico trançado. Todas essas embalagens permitem livremente as trocas de umidade. As embalagens de papel possuem boa apresentação e são de fácil manuseio. As embalagens impermeáveis mais comuns são as de lata, em que realmente as trocas de umidade são nulas. As embalagens de plástico, em geral, não são 100% impermeáveis, entretanto, para armazenamentos de até dois anos, cumprem bem sua função (PESKE, 2003).

Um fator importante que interage com o grau de umidade das sementes na conservação de sua qualidade fisiológica é o tipo de embalagem utilizado, que pode controlar ou não a troca de água da semente com o meio exterior (ARAÚJO et al., 2008). Assim, a decisão sobre o tipo de embalagem a ser utilizada para o armazenamento de semente não é tão simples. As condições

climáticas sob as quais a semente vai permanecer armazenada a espera da época da semeadura, a modalidade de comercialização da semente em questão, as características mecânicas da embalagem e sua disponibilidade no comércio são aspectos importantes a ser considerados (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A embalagem de sementes é importante não apenas para o transporte, armazenamento e comercialização, mas também no que se refere à conservação da qualidade das sementes sob determinadas condições ambientais de temperatura e umidade relativa do ar (POPINIGIS, 1977).

A escolha do material adequado para a confecção das embalagens depende de uma série de fatores, tais como: facilidade de manejo, grau de umidade das sementes, condições e período de armazenamento, preço da embalagem e das sementes, facilidade para impressão e rotulação, espécie de semente, etc. (POPINIGIS, 1977).

A maior permeabilidade da embalagem promoverá facilidades para que a umidade do meio ambiente entre em contacto com as sementes e, assim, haverá maior atividade de microrganismos, insetos e do metabolismo da própria semente que, dessa forma, promoverá um maior consumo de reservas. A associação desse conjunto de atividades contribui para uma elevada queda na qualidade das sementes (CONDÉ; GARCIA, 1984).

O conteúdo de água e a temperatura de armazenamento da semente podem ser facilmente manipulados pelo processo de secagem e armazenamento em ambiente com umidade e temperatura controladas por equipamentos. Assim, é recomendado que sementes de milho doce passem pelo processo de secagem até atingir 13% de umidade quando a semente seja armazenada em embalagem de papel, e que seja secada até 8% quando armazenada em embalagem impermeável (PESSOA, 1996).

O conteúdo de oxigênio disponível, por sua vez, pode ser reduzido pelo empacotamento a vácuo, em embalagens impermeáveis seladas (CAMARGO;

CARVALHO, 2008). Estes autores concluíram que sob condições de câmara refrigerada, o acondicionamento de semente de milho doce tratada em embalagem de papel, seguido do acondicionamento em embalagem plástica, são os métodos mais eficientes para a manutenção da qualidade fisiológica da semente por 18 meses. Para o armazenamento de semente de milho doce, em condições de ambiente natural, o armazenamento a vácuo em embalagem plástica com 8,0% de umidade assegura as menores reduções na qualidade fisiológica por 18 meses.

Em alguns casos as sementes de milho doce são comercializadas em embalagens herméticas de baixo peso unitário, já que o milho doce também é considerado como olerícola.

Pelo exposto, a embalagem das sementes, além de preservar a qualidade fisiológica, também é necessária para a identificação da semente, já que na embalagem consta, entre outras características, o nome do produtor, a espécie, a cultivar e/ou híbrido, o peso e qualidade física e fisiológica, sendo assim classificadas e separadas em lotes, facilitando sua identificação.

2.5 Reguladores de crescimento

A cada safra vai se aprimorando o uso de novas tecnologias com o intuito de incrementar a produção na cultura do milho, incluindo o uso crescente de sementes melhoradas associado a pacotes tecnológicos para aperfeiçoar o desempenho no campo.

Técnicas que induzam a melhora da germinação e vigor são importantes para aumentar o potencial de desempenho das sementes e, por conseguinte, a uniformidade das plantas em condições de campo (ARAGÃO et al., 2001). A qualidade da semente é alcançada durante o processo de produção, devendo ser conservada até o momento da semeadura, garantindo um alto potencial de

emergência de plântulas em campo e ganho em produtividade (SILVA et al., 2008).

A aplicação de reguladores de crescimento via semente já está sendo explorada comercialmente. Esses reguladores são definidos como substâncias naturais ou sintéticas que podem ser aplicadas diretamente nas plantas, em sementes e no solo, com a finalidade de incrementar a produção e melhorar a qualidade de sementes. Entre as várias alterações os reguladores de crescimento influenciam o metabolismo protéico, podendo aumentar a taxa de síntese de enzimas envolvidas no processo de germinação das sementes (MCDONALD; KHAN, 1983) e ainda no enraizamento, floração, frutificação e senescência de plantas (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Para atuar, os reguladores devem estar em quantidades suficientes, interagirem com as proteínas receptoras, para serem reconhecidos e capturados por cada um dos grupos de células (SALISBURY; ROSS, 1994). Segundo Castro e Vieira (2001), as classes de reguladores vegetais reconhecidas são as auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores e inibidores, e o etileno.

Bewley e Black (1985) reportaram sobre a presença de hormônios na semente, sendo sua ação relacionada com o crescimento do embrião. Dentre os hormônios presentes nas sementes, o de mais largo espectro de atuação são as giberelinas.

As giberelinas têm papel chave na germinação de sementes, estando envolvidas tanto na superação da dormência como no controle de hidrólise das reservas, pela indução da síntese de novo da α -amilase, enzima responsável pela hidrólise do amido (LEVITT, 1974; TAIZ; ZEIGER, 2004). As giberelinas também estimulam a divisão e alongamento celular e atuam também em conjunto com a auxina, promovendo maior crescimento do caule de certas plantas (CASTRO; GONÇALVES; DEMÉTRIO, 1985). Dentre as várias

giberelinas, o GA₃, disponível comercialmente, vem sendo o regulador mais utilizado em sistemas biológicos (ARTECA, 1996).

A ação das giberelinas (GA₃) ou do ácido giberélico no processo germinativo é bem conhecida. Segundo Metivier (1979), as mesmas atuam no controle da hidrólise do tecido de reserva para o fornecimento de energia ao embrião, promovendo, de acordo com Salisbury e Ross (1992) o alongamento celular, fazendo com que a radícula se desenvolva através do endosperma ou tegumento.

A embebição de sementes em substrato contendo solução com substâncias promotoras de crescimento consiste em uma técnica bastante conhecida há vários anos. Tem sido demonstrado que os efeitos benéficos deste tratamento permanecem mesmo após a secagem das sementes (ROSSETO et al., 2000).

Rood e Larsen (1988) verificaram que sementes do milho híbrido, CM7 X CM49 apresentavam germinação mais rápida, maiores concentrações endógenas de GA₃ e maior atividade de α -amilase que as linhagens parentais. Foi demonstrado que a atividade de α -amilase em cultivares de milho doce *shrunken-2* (*sh2*) é muito baixa (SANWO; DEMANSON, 1993). Esse fato pode afetar negativamente a germinação das sementes já que o amido é a principal substância de reserva em sementes de milho doce. Sanwo e DeManson (1994) demonstraram que a aplicação de giberelina exógena induziu um aumento da atividade de α -amilase em sementes de milho doce *sh2*.

Aragão et al. (2003) observaram que doses de GA₃ tiveram um ligeiro efeito favorável na germinação quando comparada ao tratamento testemunha em sementes de milho doce. Esses tratamentos proporcionaram acréscimos na germinação na ordem de 10% aproximadamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Aragão et al. (2001), trabalhando com sementes novas de milho doce.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras/MG, entre os meses de junho/2009 e março/2010.

3.1 Material genético

Foram utilizadas sementes de milho doce produzidas na safra 2008/09, da cultivar SWB585, proveniente da empresa Dow Agro Sciences S.A. Essa cultivar é um híbrido simples do tipo superdoce, de ciclo precoce, com grão de coloração creme e textura tenra, recomendada para uso em conserva, consumo *in natura* e industrial. As sementes foram provenientes de lotes classificados em peneiras 18/64" de duas formas: chata e redonda (um saco de 60.000 sementes de cada forma), tratados com uma mistura de produtos químicos usada comercialmente pela empresa, sendo os ingredientes ativos: Fludioxonil, Metalaxil-M, Pirimifós-metilico e Deltametrina.

3.2 Detalhes experimentais

No início, as sementes disponíveis foram divididas em três partes e cada parte foi colocada para embeber em ácido giberélico (GA₃) em soluções com água destilada nas concentrações de 0, 10 e 20 mg l⁻¹ durante 6 horas; em seguida foram secadas em temperatura ambiente até atingir aproximadamente 12% de umidade. A seguir cada parte foi dividida pela metade, e cada metade foi acondicionada em sacos de plástico 006 impermeáveis, embaladas a vácuo (pressão de 0,1 atm) e em embalagem permeável de sacos de papel kraft duplo (80 g/saco aproximadamente), conformando quatro experimentos: semente

redonda embalada a vácuo, semente redonda embalada em papel, semente chata embalada a vácuo e semente chata embalada em papel. Essas sementes nas suas respectivas embalagens foram mantidas em dois ambientes: em câmara fria com temperatura controlada de 10 °C e em sala de armazenagem com temperatura controlada de 25 °C. As sementes foram avaliadas em cinco épocas (0, 60, 120, 180 e 240 dias).

3.2.1 Avaliação das sementes

Inicialmente foi feito uma avaliação do teor de umidade das sementes em cada tratamento. Essa avaliação foi feita pelo método da estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas, utilizando-se duas repetições. Os resultados foram expressos em porcentagem, em base úmida.

Em cada época foram feitas avaliações das sementes utilizando as determinações que são descritas a seguir.

O teste de germinação foi conduzido em papel germitest umedecido com água equivalente a 2,5 vezes seu peso seco, com quatro repetições de 50 sementes, em germinador a 30 °C durante sete dias. Foi feita uma primeira leitura aos quatro dias e a leitura final aos sete dias, sendo contadas e classificadas as plântulas em: normais, anormais e sementes mortas, e o resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais.

No teste de condutividade elétrica, foram pesadas 50 sementes de cada tratamento, colocadas em copos de plástico contendo 75 ml de água destilada e mantidas em câmara BOD com temperatura constante de 25 °C, por 24 horas. Após esse período, procedeu-se à leitura da condutividade elétrica da solução em um condutivímetro. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de sementes (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Para o teste de envelhecimento acelerado, as sementes de cada tratamento foram submetidas a 72 horas de permanência em incubadora tipo BOD, nas condições próprias do teste (100% UR do ar, 41 °C), sendo posteriormente colocadas para germinar conforme descrição do teste de germinação.

Para a determinação do índice de velocidade de emergência (IVE) foi realizada a semeadura em bandejas plásticas contendo uma mistura de areia mais terra na proporção de 2:1, ajustando-se a umidade do substrato para 60% da capacidade de campo (INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA, 1995), utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes por tratamento e o teste foi conduzido em câmara de germinação ajustada a 25 °C, em regime alternado de luz e escuro (12 horas). A partir do início da emergência, foram feitas avaliações diárias, computando o número de plântulas emergidas (maior que 1 cm) até a estabilização do estande. O cálculo do índice de velocidade de emergência foi efetuado usando-se a expressão proposta por Maguire (1962).

O teste de frio foi conduzido em caixas plásticas, com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento e, como substrato, foi utilizada uma mistura de duas partes de areia e uma de terra, ajustando-se a umidade do substrato para 60% da capacidade de campo. Logo após as caixas foram colocadas em câmara fria a 10 °C por sete dias; após esse período, as caixas foram levadas a um germinador regulado a 30 °C, onde permaneceram por sete dias, avaliou-se o percentual de plântulas normais emergidas.

Na realização do teste de massa seca de plântula (raiz e parte aérea), primeiro foram semeadas em caixas plásticas, com quatro repetições, as 50 sementes para cada tratamento e, utilizado como substrato, uma mistura de duas partes de areia e uma de terra, ajustando-se a umidade do substrato para 60% da capacidade de campo; depois as caixas foram levadas a um germinador regulado a 30 °C, onde permaneceram por sete dias antes da avaliação final. As amostras

foram colocadas separadas por repetições e por parte (aérea e raiz) em sacos de papel, e a seguir, postas para secar em estufa termoelétrica regulada a 80 °C, durante 24 horas. Após esse período, as amostras foram retiradas da estufa e colocadas para esfriar em dessecador, e posteriormente foram pesadas em balança de precisão, determinando os pesos de matéria seca total da parte aérea e da raiz das plântulas normais da repetição, expressados em gramas.

3.2.2 Delineamento estatístico

Para cada experimento foi utilizado o delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial (2 x 3 x 5), correspondente aos dois ambientes, às três doses de GA3 e às cinco épocas de avaliações, com quatro repetições. Foram realizadas análises de variância conjunta considerando os tipos de semente (chata e redonda) separadamente e envolvendo os dois tipos de embalagens. Para as comparações entre os fatores quantitativos, épocas de armazenamento e doses de giberelina, foram realizadas análises de regressão. Para comparação das médias dos dois ambientes de armazenamento e dos dois tipos de embalagens, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. A análise dos dados foi realizada por meio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Sementes chatas

De maneira geral não houve diferenças significativas entre os dois tipos de embalagens avaliados, exceto quando as sementes foram avaliadas pelo teste de frio. Quando comparados os dois ambientes de armazenamento, as épocas de avaliação e a interação desses fatores houve efeito na qualidade fisiológica das sementes avaliadas em todos os testes realizados (Tabela 1).

Verificou-se resposta significativa quando as sementes foram submetidas às três doses de ácido giberélico em quase todos os testes, menos no Teste de Frio. Também foi observado não significância nos testes realizados na interação entre ambientes x doses de giberelina, exceto no peso de matéria seca na raiz. A interação doses de giberelina x épocas de avaliação, teve valores estatísticos significativos em cinco dos testes efetuados. A interação ambientes x doses de GA₃ x épocas, foi significativa quando avaliados o peso de matéria seca na parte aérea e na raiz.

Os coeficientes de variação (CV) variam de 8,22 a 19,78%, o que comprova a boa precisão experimental. No peso de matéria seca da raiz foram encontrados os mais elevados valores de CV, devido a um maior valor do QM erro que representa uma maior variância entre as médias dos tratamentos, que provavelmente seja causada pela metodologia usada na amostragem.

Pelo teste de frio foram detectadas diferenças no vigor das sementes em função das embalagens; a qualidade fisiológica das sementes embaladas em saco plástico impermeável a vácuo foi melhor que as das sementes embaladas em saco de papel permeável com valor de aproximadamente 2% superior no vigor (Tabela 2).

Tabela 1 Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental (CV) e média geral envolvendo dois ambientes, três doses de GA₃ e cinco épocas de avaliação nos testes de germinação, envelhecimento acelerado, teste frio, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência (IVE), peso de matéria seca (MS) na parte aérea e na raiz, em sementes de milho doce de forma chata acondicionadas em dois tipos de embalagens.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios						
		Teste de Germinação	Envelhec. Acelerado	Teste Frio	Condutiv. Elétrica	IVE	Peso MS aérea	Peso MS raiz
Embalagens	1	8,067	79,350	256,267*	13,848	4,469	0,00001	0,045
A (Ambientes)	1	4335,000**	20350,417**	25626,667**	2901,835**	302,110**	2,295**	3,935**
G (Doses GA ₃)	2	635,417**	309,050**	3,800	129,013**	4,711*	0,091**	0,547**
T (Épocas)	4	1247,475**	9343,058**	5992,892**	480,729**	1778,556**	1,217**	17,865**
A * G	2	36,050	67,617	65,867	10,939	0,814	0,011	0,211*
A * T	4	1032,375**	4174,875**	3864,458**	341,937**	45,798**	0,693**	1,360**
G * T	8	87,062*	287,321**	69,217	29,937	3,299*	0,021**	0,414**
A * G * T	8	24,737	98,637	59,283	29,748	0,476	0,018*	0,116*
Erro	196	40,850	53,605	51,104	17,706	1,541	0,008	0,055
CV (%)		8,22	11,56	11,12	15,44	10,88	11,29	19,78
Média geral		77,783	63,325	64,300	27,248	11,411	0,777	1,187

** : significativo a 1%; * : significativo a 5%.

Tabela 2 Médias de germinação no teste de frio (%) de sementes de milho superdoce de forma chata em dois tipos de embalagens.

Embalagens	Médias
Impermeável a vácuo	65,33 a
Permeável	63,27 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Esse resultado está de acordo com os resultados obtidos com semente de carambola (OLIVEIRA et al., 2009), abóbora (BEE; BARROS, 1999), feijão e trigo (AGUIRRE; PESKE, 1991) e amendoim (O'DOWD; DOBIE, 1983), cujos autores verificaram a viabilidade do armazenamento a vácuo. Por outro lado, New (1988) relata que o acondicionamento de semente de soja e milho a vácuo pode resultar em ganhos pouco significativos, o que torna a técnica não recomendável para uso comercial em larga escala. Isto também foi explicitado por Condé e Garcia (1995) com sementes do capim-andropógon, quando, embora embalagens de polietileno conservassem melhor em condições ambientais, não foram constatadas diferenças significativas quanto à eficiência de diferentes tipos de embalagens. A influência das embalagens impermeáveis na preservação da qualidade fisiológica das sementes foi constatada em sementes de gergelim por Azevedo et al. (2003) e em sementes de tomate por Oliveira et al. (2003).

A forma da semente no presente trabalho pode ter influenciado no resultado, já que segundo Fiala (1981) a forma da semente, decorrente da posição da semente na espiga, pode influir nos resultados de avaliação da qualidade fisiológica pelo Teste de Frio, já que esse fator, aliados a outros, como a herança genética, danos mecânicos, condições fisiológicas das sementes, influirão na germinação em solos frios e úmidos.

Na comparação de médias, entre os dois ambientes de armazenamento, foi constatado que o armazenamento em ambiente de câmara fria a 10 °C sempre proporcionou melhor qualidade fisiológica às sementes quando comparado com as sementes armazenadas em temperatura ambiente (Tabela 2). Este fato evidencia que a temperatura no ambiente de armazenamento, associado à umidade relativa do ar, diretamente relacionada com o conteúdo de umidade das sementes, são fatores ambientais que afetam a manutenção da qualidade durante o armazenamento (DELOUCHE et al., 1973; HARRINGTON, 1973; ROOS, 1986). De uma maneira geral, as elevações de temperatura e de umidade relativa do ar correspondem a elevações das perdas qualitativas no produto armazenado (BOSSER, 1982).

Tabela 3 Resultados médios obtidos na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce de forma chata em dois ambientes de armazenamento.

Ambientes	Médias dos Testes						
	G	EA	F	CE	IVE	MSA	MSR
10 °C	82,03 a	72,53 a	74,63 a	23,77 a	12,53 a	0,87 a	1,31 a
25 °C	73,53 b	54,12 b	53,97 b	30,72 b	10,29 b	0,68 b	1,06 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

G) Teste de germinação (%); EA) envelhecimento acelerado (%); F) teste frio (%); CE) condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$); IVE) índice de velocidade de emergência; MSA) matéria seca da parte aérea (g) e, MSR) matéria seca da raiz (g).

Na avaliação do efeito das doses de ácido giberélico na qualidade fisiológica das sementes (Figura 1) cinco das seis determinações apresentaram tendência quadrática semelhante. Assim, doses maiores de 20 mg.l^{-1} de ácido giberélico promovem melhor desempenho fisiológico quando comparadas com a dose menor de GA_3 .

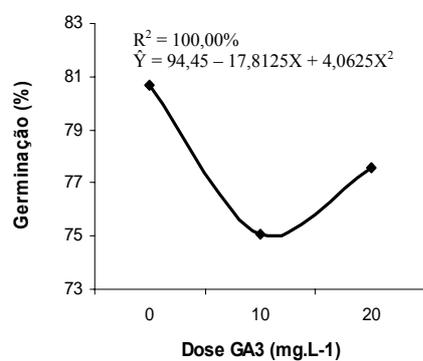
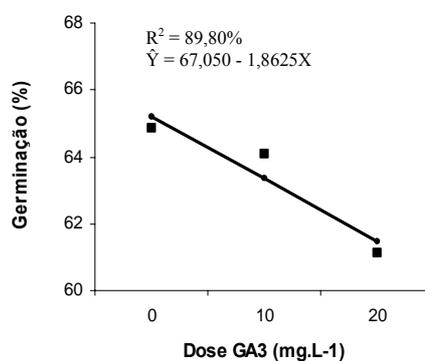
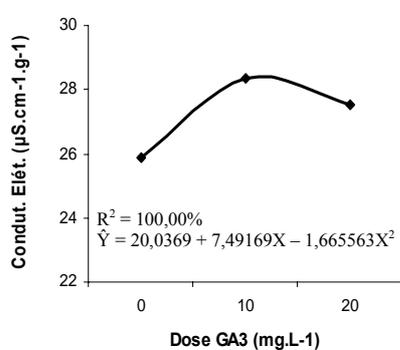
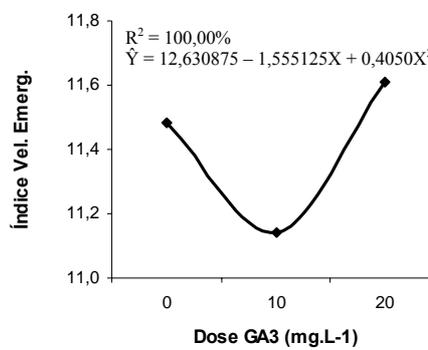
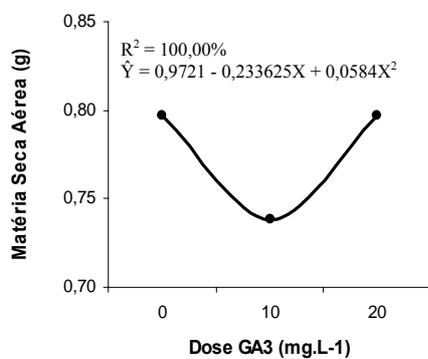
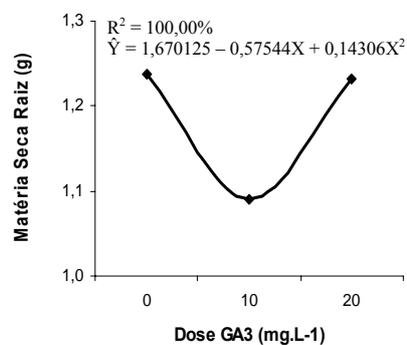
**Teste de Germinação****Teste de Envelhecimento Acelerado****Teste de Condutividade Elétrica****Índice de Velocidade de Emergência****Peso da Matéria Seca Parte Aérea****Peso da Matéria Seca Raiz**

Figura 1 Representação gráfica das equações de regressão na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce de forma chata, em função de três doses de ácido giberélico.

No teste de envelhecimento acelerado pode se observar que as sementes diminuíram linearmente a germinação, na medida em que se aumentavam as doses de giberelina. Isto pode ter ocorrido devido ao GA₃ aplicado, que com o decorrer do tempo, vai perdendo o seu efeito na semente e, ao mesmo tempo pode acelerar a deterioração, resultando em prejuízos ao potencial fisiológico das sementes (MARCOS FILHO, 2005). Este autor, também afirma que o teste de envelhecimento acelerado é, dentre os disponíveis, um dos mais sensíveis e eficientes para a avaliação do vigor de sementes de diversas espécies.

O resultado do teste de envelhecimento acelerado também confirma que as sementes de milho doce ao apresentar menor vigor são mais sensíveis na redução da qualidade fisiológica frente a situações adversas. Silva et al. (2008) em experimento com sementes de milho constataram que, sob condições de estresses a utilização de bioestimulantes (com presença de giberelina) parece reduzir a qualidade fisiológica das sementes. Estes resultados contrariam a teoria de Khan (1978), ao afirmar que o uso de compostos químicos biologicamente ativos, como reguladores de crescimento, pode cessar ou diminuir o impacto de fatores adversos durante o processo de germinação das sementes.

O efeito de maiores doses de GA₃ não foi benéfico, porque além de promover a deterioração das sementes, concentrações maiores de ácido giberélico podem ter provocado algum efeito inibitório no alongamento celular. Isto foi observado na cultura do algodoeiro por Vieira e Santos (2005). Sousa et al. (2002) também não observaram efeito positivo da aplicação do GA₃ na germinação de sementes de porta-enxertos de cítricos, excluindo a hipótese do uso deste produto no processo de formação de mudas. Paixão-Santos et al. (2003) concluíram que o uso de GA₃ não foi eficiente na indução e na aceleração de germinação de sementes de sempre-viva-de-mucugê.

Nos gráficos apresentados na Figura 1, verifica-se que existe resposta quadrática na aplicação gradativa de doses de giberelina. Com a

dose de 10 mg l⁻¹ existe redução na qualidade fisiológica das sementes. Quando a dose foi de 20 mg l⁻¹, houve melhora da performance fisiológica das sementes, mostrando uma tendência que nos permite afirmar que, provavelmente até certo ponto, com doses crescentes de ácido giberélico pode-se obter melhor qualidade fisiológica em sementes de milho doce. Resultados semelhantes foram observados por Aragão et al. (2003), quando doses de 50 e 100 mg l⁻¹ de GA₃ tiveram um ligeiro efeito favorável na germinação em sementes de milho super doce, quando comparada ao tratamento testemunha, sendo que esses tratamentos proporcionaram acréscimos na germinação na ordem de 11% e 10%, respectivamente, ao mesmo tempo, doses maiores apresentaram declínio da qualidade fisiológica das sementes.

Aragão et al. (2001), também obtiveram efeitos similares, trabalhando com sementes de milho doce com poder germinativo de 75%. Aumentos crescentes na concentração de ácido giberélico, também promoveram aumentos na porcentagem de germinação de sementes de braquiário (VIEIRA; SILVA; BARROS, 1998) e arroz (BEVILAQUA; PESKE; SANTOS-FILHO, 1993). Em sementes de alface, colocadas para germinar em condições de escuro a 20 °C, o ácido giberélico estimulou a germinação das mesmas, quando submetidas a concentrações de 25; 50; 100 e 200 mg l⁻¹ (CUNHA; CASALI, 1989). Leonel, Modesto e Rodrigues (1994) também conseguiram bons resultados com a aplicação de 50 mg.l⁻¹ em sementes de *Citrus amblycarpa* Ochse (72% de germinação), porém os tratamentos com 100 mg l⁻¹ e 250 mg l⁻¹ não se mostraram benéficos, sendo inferiores à testemunha (68,75% de germinação).

A interação ambientes de armazenamento x doses de giberelina, foi significativa para o peso de matéria seca na raiz (Figura 2). Quando as sementes foram avaliadas no ambiente da câmara fria (10 °C) verificou-se melhor qualidade fisiológica na dose de 20 mg l⁻¹ de ácido giberélico. Já para sementes armazenadas a 25 °C não mostrou o mesmo efeito. Sanwo e DeManson (1994) demonstraram que quando fizeram aplicação de ácido

giberélico exógeno induziram o aumento da atividade de α -amilase em sementes de milho doce *sh2*, promovendo maior vigor. Aragão et al. (2001) verificaram melhor desempenho no vigor das sementes, na primeira contagem da germinação, na massa de matéria fresca da parte aérea e no índice de velocidade de emergência e melhor emergência final de plântulas normais em areia em sementes tratadas com GA3 (100 mg l⁻¹).

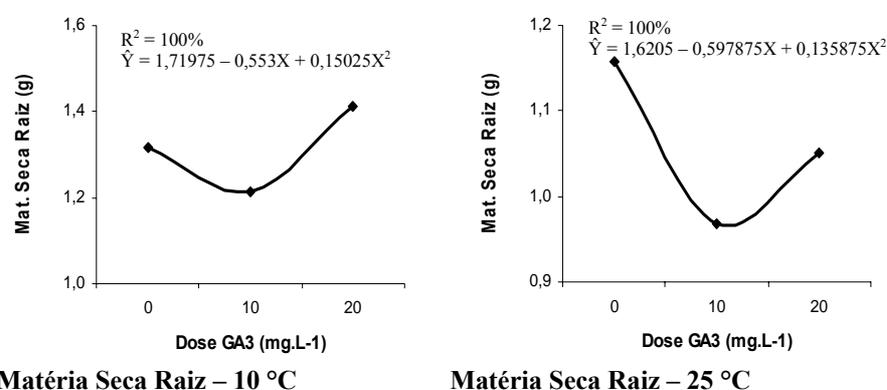


Figura 2 Representação gráfica das equações de regressão na qualidade fisiológica em sementes de milho superdoce de forma chata, em função da interação de três doses de ácido giberélico e dois ambientes de armazenamento.

A determinação do peso da matéria seca da plântula (parte aérea e raiz) é uma maneira para se avaliar o crescimento da planta, onde se consegue determinar, com certa precisão, a transferência de matéria seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário (NAKAGAWA, 1999). Assim, as amostras que apresentam os maiores pesos médios de matéria seca de plântula são as mais vigorosas, ou seja, são oriundas de lotes de sementes mais vigorosas.

Nas representações gráficas das equações de regressão envolvendo as épocas de avaliação em cada ambiente de armazenamento para os testes

realizados, foi constatada significância da interação ambiente x épocas (Figuras 3 e 4).

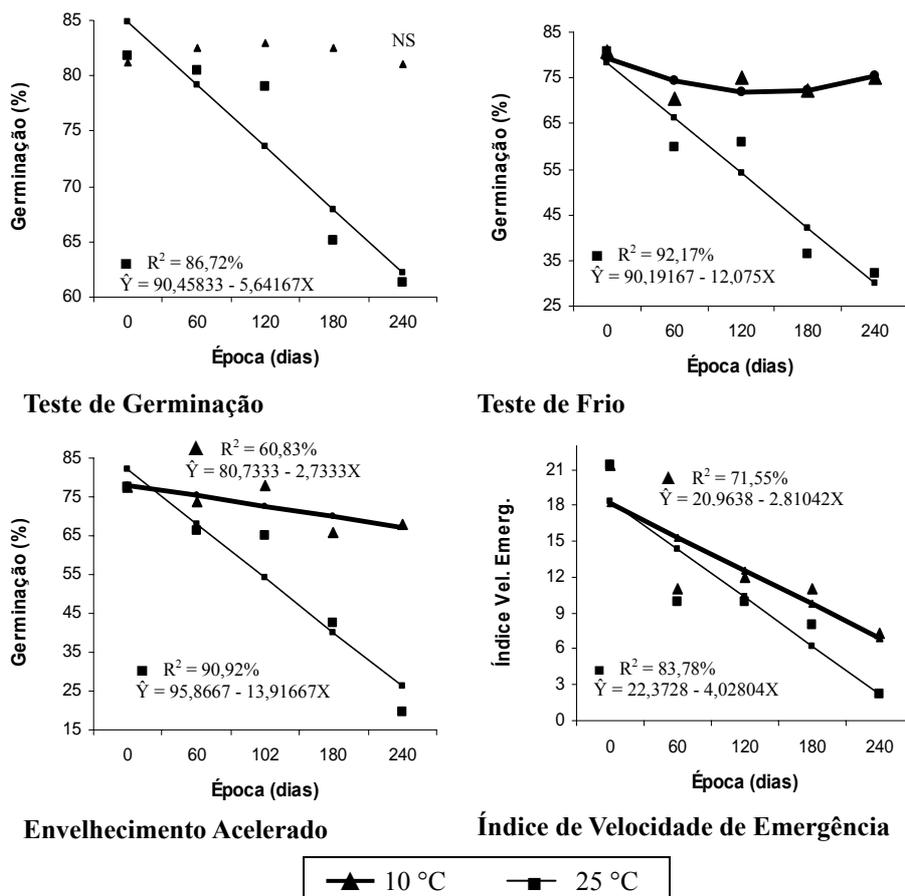


Figura 3 Representação gráfica das equações de regressão para os testes de germinação e vigor em sementes de milho superdoce de forma chata, em função da interação de cinco épocas de avaliação e dois ambientes de armazenamento.

Não apresentaram resposta significativa quando foram efetuados os testes de germinação (Figura 3) e de condutividade elétrica (Figura 4) a temperatura de 10 °C (câmara fria), o que confirma que a qualidade fisiológica das sementes de milho doce é mais bem preservada quando

armazenadas em ambiente com temperatura controlada, o que também foi confirmado por Camargo e Carvalho (2008).

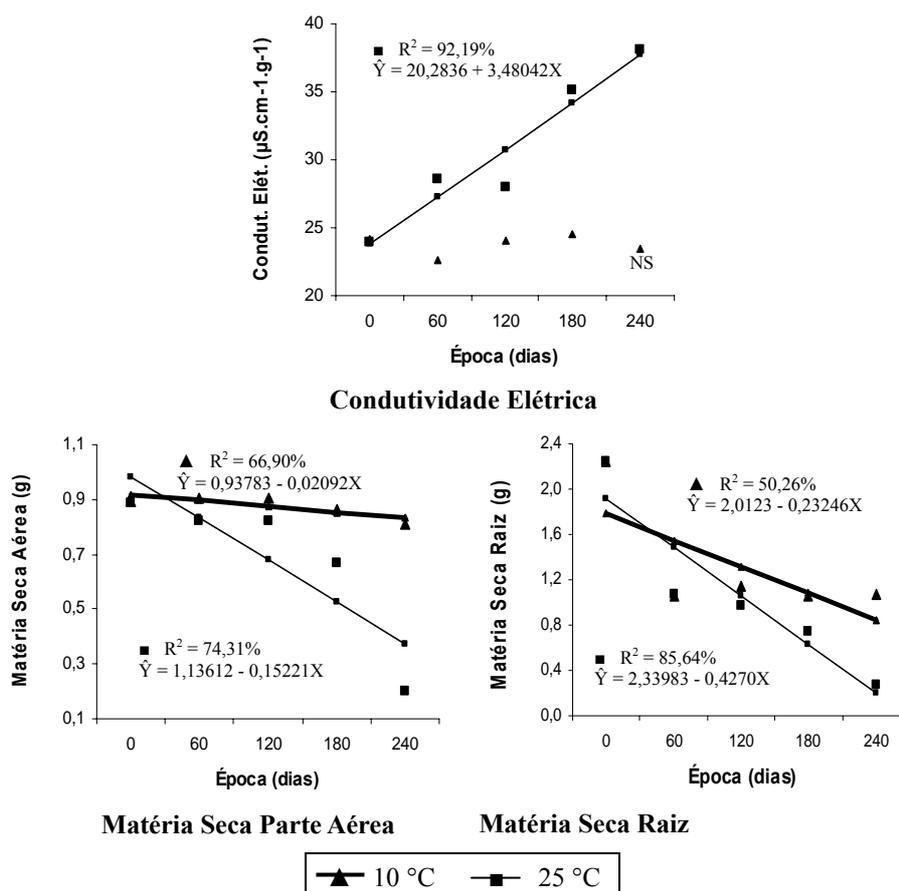


Figura 4 Representação gráfica das equações de regressão para os testes de vigor em sementes de milho superdoce de forma chata, em função da interação de cinco épocas de avaliação e dois ambientes de armazenamento.

As sementes de milho doce são consideradas como problemáticas, principalmente em relação à sua tolerância ao armazenamento e ao baixo vigor da semente (AZANZA; BAR-ZUR; JUVIK, 1996). Isto ocorre devido essas sementes serem mais sujeitas aos danos exógenos e características indesejáveis da textura do endosperma (GUISCHEM et al., 2001; STYER; CANTLIFFE, 1983).

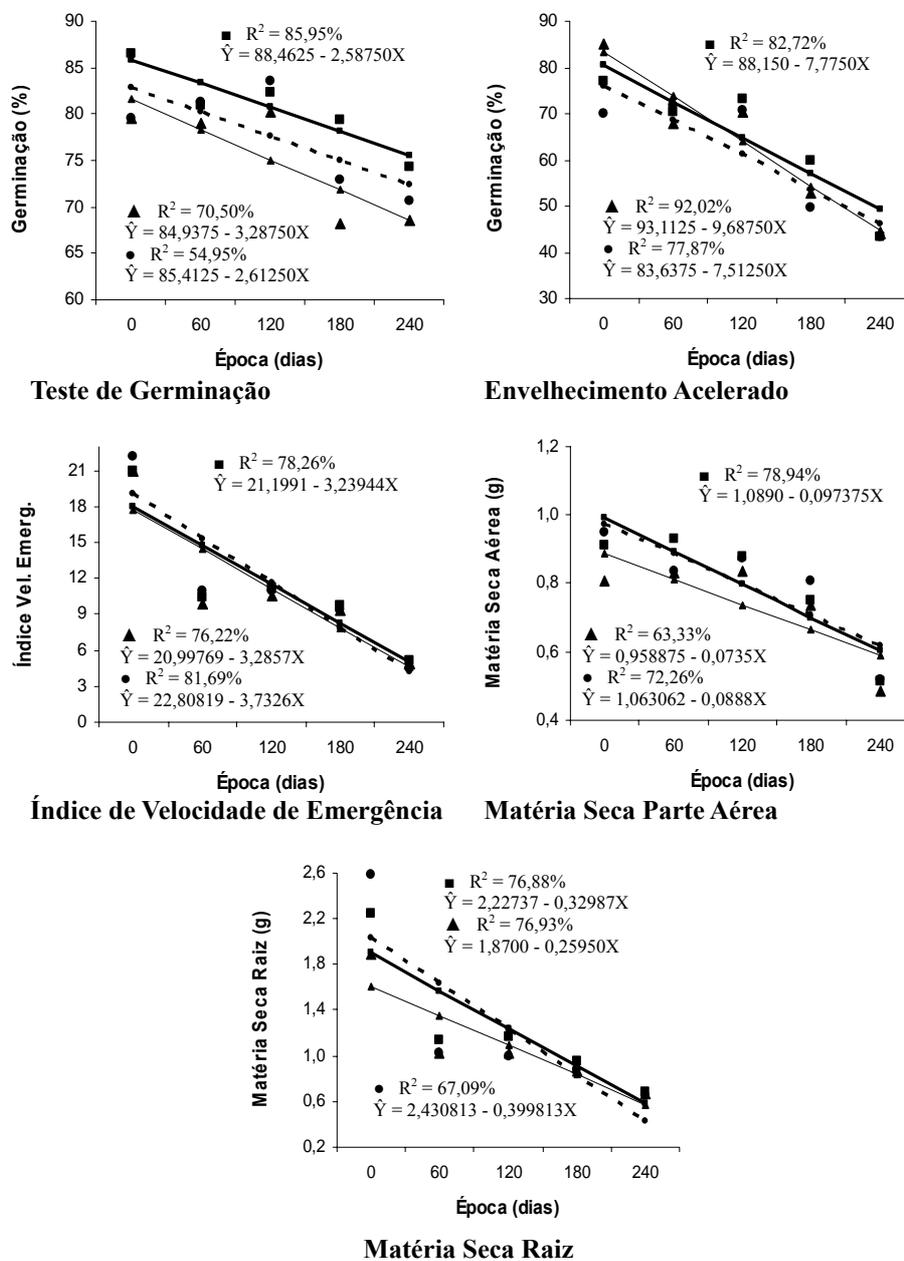
Coimbra et al. (2009) verificaram que a performance de sementes de um híbrido de milho superdoce, foi decrescendo com o tempo de armazenamento (0-16 meses), principalmente quando foi avaliada a emergência de plântulas em campo. Quando foram realizados testes de vigor em sementes de milho doce em temperatura ambiente (25 °C) foi constatado, que houve diminuição da qualidade fisiológica, o que não aconteceu quando avaliadas em câmara fria (ARAÚJO et al., 2006).

Quando realizado o teste de condutividade elétrica em ambiente refrigerado não houve diferença estatística nas épocas de avaliação, devido, provavelmente ao fato de que esse teste não seja um bom indicador da intensidade do processo de deterioração de sementes armazenadas a baixas temperaturas. Isso foi comprovado por Panobianco, Vieira e Perecin (2007) e por Ferguson (1988) com sementes de ervilha e soja, respectivamente.

Já nos testes em que as sementes foram submetidas a condições adversas severas (Testes de Frio e Envelhecimento Acelerado), observou-se que a queda na qualidade fisiológica das sementes foi bem mais expressiva quando avaliadas no ambiente de 25 °C. Isto confirma que as sementes de milho doce são mais suscetíveis à perda de vigor quando submetidas a condições de estresses.

Quando foi avaliada a interação entre épocas de avaliação x doses de GA₃ constataram-se pelo desdobramento que houve efeito significativo em cinco dos testes de vigor realizados (Figura 5). Pode-se observar claramente que a qualidade fisiológica das sementes vai decrescendo linearmente em todos os testes, independentemente das doses de giberelina aplicadas.

Assim, em três testes, a aplicação de uma das duas doses mais altas de giberelina proporcionou melhora da qualidade fisiológica das sementes quando comparado com a ausência de GA₃.



■ 0 mg L⁻¹ GA₃; ▲ 10 mg L⁻¹ GA₃; -●- 20 mg L⁻¹ GA₃

Figura 5 Representação gráfica das equações de regressão na qualidade fisiológica em sementes de milho superdoce de forma chata, em função da interação de cinco épocas de avaliação e três doses de ácido giberélico.

O efeito das doses de GA₃ foi verificado somente nas duas primeiras épocas de avaliação (0 - 60 dias) e demonstram que o fitohormônio, independente das doses, tem incidência positiva sobre o desempenho das sementes de milho doce quando sejam utilizadas imediatamente, após a aplicação da giberelina, ou até no máximo 60 dias depois.

Estes resultados também foram encontrados em outros trabalhos; Aragão et al. (2001) observaram que a aplicação do GA₃ proporcionou melhor germinação e melhor uniformidade nas plântulas emergidas em areia, o que produziu o efeito favorável na velocidade e na porcentagem de germinação, com consequente reflexo na qualidade das plântulas de milho super doce.

Também foi verificado que a ausência de giberelina promoveu melhor desempenho das sementes nas últimas épocas de avaliação que aquelas que tiveram aplicação das outras duas doses. Isto, outra vez, confirma que o fitohormônio exógeno vai perdendo eficácia se a semente não é utilizada imediatamente após a sua aplicação, e produz deterioração na semente, comprometendo o seu potencial fisiológico (MARCOS FILHO, 2005).

Pela análise de variância foi verificada significância estatística na interação tripla entre épocas de armazenamento x ambientes de armazenamento x doses de GA₃ para o peso de matéria seca na parte aérea e na raiz. Pelos gráficos apresentados nas Figuras 6 e 7 verifica-se que a dose de 20 mg l⁻¹ de GA₃ promoveu melhor desempenho das sementes de milho doce na primeira época de avaliação (0 dias) em três das quatro avaliações.

Segundo Nakagawa (1999) são consideradas sementes vigorosas aquelas que proporcionam maior transferência de matéria seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, na fase de germinação, originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de matéria.

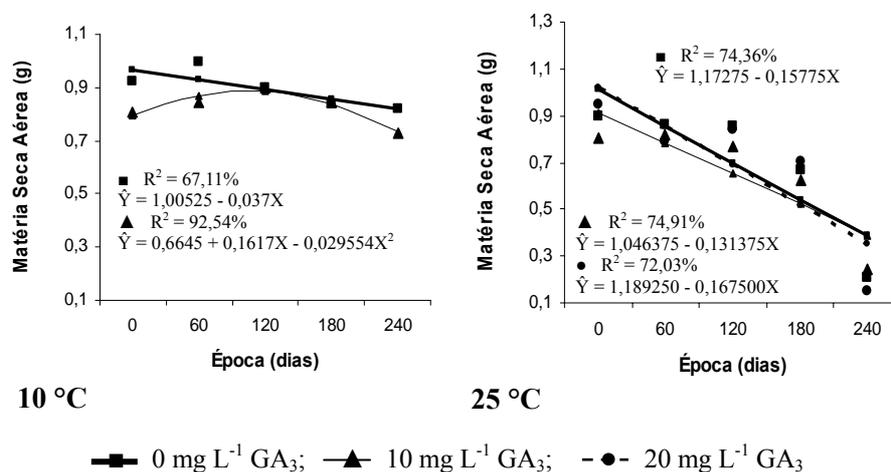


Figura 6 Representação gráfica das equações de regressão na avaliação do peso de matéria seca na parte aérea em sementes de milho superdoce de forma chata, em função da interação de cinco épocas de avaliação, dois ambientes de armazenamento e três doses de ácido giberélico.

O peso de matéria seca tem a capacidade de encontrar diferenças em vigor de sementes devidas a diversos fatores, como genótipo, tamanho da semente e outros (ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA, 1983). Ao mesmo tempo, são considerados menos sensíveis para detectar diferenças de vigor, quando comparados aos outros testes, como os de Condutividade Elétrica, Envelhecimento Acelerado e de Frio (NAKAGAWA, 1999).

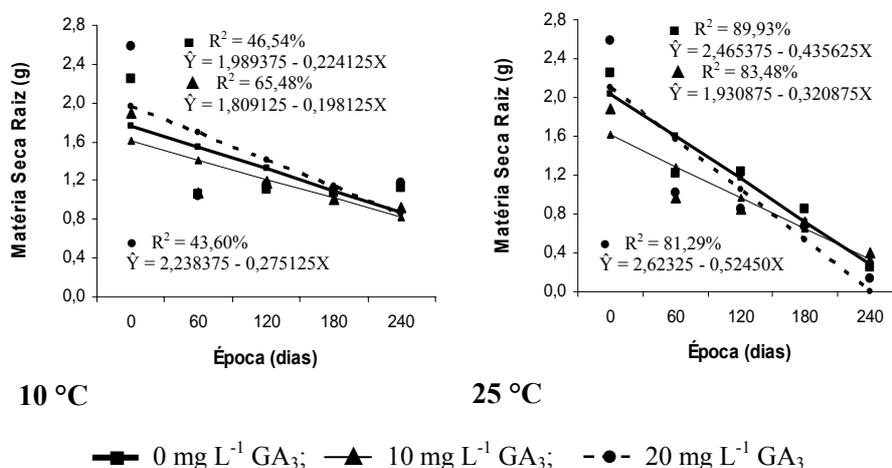


Figura 7 Representação gráfica das equações de regressão na avaliação do peso de matéria seca na raiz em sementes de milho superdoce de forma chata, em função da interação de cinco épocas de avaliação, dois ambientes de armazenamento e três doses de ácido giberélico.

Espera-se que seja possível melhorar ainda mais o bom desempenho agrônomo, associado à qualidade fisiológica de sementes de milho doce. Para superar os problemas fisiológicos encontrados em sementes de milho doce, atualmente, novas cultivares têm sido criadas. Tais cultivares, além de certas características agrônômicas, produzem sementes com qualidade fisiológica e grãos com características industriais desejáveis.

4.2 Semente redonda

Apenas quando foi realizado o teste de condutividade elétrica foram verificadas diferenças estatísticas entre as embalagens testadas. Como foi observado nas sementes chatas, o desempenho fisiológico das sementes redondas quando foram comparados os dois ambientes de armazenamento, as cinco épocas e a interação destes fatores apresentaram resposta significativa em todas as avaliações efetuadas (Tabela 3).

Em quatro testes houve resposta significativa ao uso do fitorregulador, também se observou significância na interação ambiente x doses de giberelina, unicamente quando avaliado o peso de matéria seca da raiz e a condutividade elétrica das sementes.

Na tabela 3, se observa que a interação doses de giberelina x épocas apresentou efeito significativo em todas as avaliações realizadas, excetuando o peso de matéria seca da parte aérea.

Os coeficientes de variação (CV) verificados na Tabela 3 oscilam entre 6,74 a 19,98%, resultados semelhantes aos constatados em sementes chatas, os testes de germinação e de peso de matéria seca na raiz foram encontrados os menores e maiores valores de CV respectivamente, devido a um maior valor do QM erro que representa uma maior variância entre as médias dos tratamentos.

Quando testados os dois tipos de embalagens, estes apresentaram diferenças significativas quando foi avaliada a condutividade elétrica das sementes. Os resultados mostraram que as sementes quando acondicionadas em embalagem permeável (papel) apresentaram melhor desempenho fisiológico (Tabela 4).

Tabela 4 Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental (CV) e média geral envolvendo dois ambientes, três doses de GA₃ e cinco épocas de avaliação nos testes de germinação, envelhecimento acelerado, teste frio, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência (IVE), peso de matéria seca (MS) na parte aérea e na raiz, em sementes de milho doce de forma redonda acondicionadas em dois tipos de embalagens.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios						
		Teste de Germinação	Envelhec. Acelerado	Teste Frio	Condutiv. Elétrica	IVE	Peso MS aérea	Peso MS raiz
Embalagens	1	1,350	98,817	68,267	487,350**	2,544	0,004	0,163
A (Ambientes)	1	1430,817**	14446,017**	16533,600**	4284,150**	106,787**	2,604**	3,444**
G (Doses GA ₃)	2	0,516	779,266**	116,217	446,429**	49,459**	0,004	0,519**
T (Épocas)	4	774,108**	12492,750**	4786,167**	1395,431**	1519,225**	2,354**	17,380**
A * G	2	39,817	32,267	123,950	447,237**	0,468	0,004	0,248*
A * T	4	512,858**	4890,016**	2849,433**	1442,869**	41,787**	2,354**	0,771**
G * T	8	62,433*	116,913*	187,529**	546,997**	33,345**	0,004	0,447**
A * G * T	8	47,733	41,704	49,096	175,659**	0,472	0,004	0,046
erro	196	29,426	55,065	43,598	36,665	2,066	0,004	0,060
CV (%)		6,74	11,93	9,90	19,23	12,85	7,21	19,98
Média geral:		80,442	62,208	66,667	31,483	11,187	0,896	1,229

** : significativo a 1%; * : significativo a 5%.

Tabela 5 Médias de germinação no teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de milho superdoce de forma redonda em dois tipos de embalagens.

Embalagens	Médias
Impermeável a vácuo	32,91 a
Permeável	30,06 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O melhor desempenho fisiológico das sementes de forma redonda quando embaladas em sacos de papel, pode ser devida ao fato de que em todos os experimentos as sementes foram acondicionadas com teor de umidade em torno dos 12%, e, segundo alguns autores, recomenda-se que a semente de milho doce seja armazenada com teores de umidade inferiores aos usados para sacos de papel, e que foi testado com sucesso em sementes de cereais (HENNING et al., 2001a, b; MELO; NAKAGAWA; CAVARIANI, 2001). Pessoa (1996) recomenda que as sementes de milho doce sejam secadas até 13% para o armazenamento em embalagem permeável e 8% para embalagem hermética. Isto também é confirmado por Delouche e Potts (1974), que afirmaram que embalagens herméticas, como os sacos de plástico à prova de umidade, requerem que a umidade das sementes seja reduzida ainda mais para obtenção de uma boa armazenagem (10% ou menos para os cereais). Daí que o teste de condutividade elétrica pode ser influenciado pelo grau de umidade inicial (LOEFFLER; TEKRONY; EGLI, 1988; VIEIRA et al., 2002), e também pelo tamanho da semente (DESWAL; SHEORAN, 1993; LOEFFLER; TEKRONY; EGLI, 1988; TAO, 1978).

Outro fator que poderia ter influenciado no resultado está relacionado com o dano mecânico que a semente pode ter sofrido, já que tem sido recomendado que a amostra de sementes deva ser selecionada para a avaliação de condutividade. Essa seleção envolve a remoção de sementes com danos mecânicos no tegumento ou injuriadas por insetos e/ou patógenos (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999). Nesse sentido, Tao (1978) verificou que a presença de duas sementes mecanicamente danificadas em uma amostra de 25 sementes aumentou significativamente a condutividade em relação à amostra com sementes sem injúrias.

Quando comparados os dois ambientes de armazenamento foi constatado novamente, que o armazenamento em ambiente de câmara fria a 10 °C sempre proporcionou melhor desempenho às sementes, isso para todas as avaliações propostas (Tabela 4).

Araújo, Silva e Corrêa (2000), estudando os efeitos imediatos e latentes da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem na qualidade fisiológica de sementes de milho doce, verificaram que o armazenamento por um período de 12 meses em câmara fria proporcionou menor perda de germinação e vigor das sementes, em relação ao armazenamento em condições ambientais. Resultados semelhantes foram verificados por Fessel et al. (2006) com sementes de milho armazenadas sob diferentes temperaturas, sendo que, com exceção do armazenamento a 10 °C, em outros ambientes houve redução no vigor das sementes. Fessel et al. (2010) e Panobianco, Vieira e Perecin (2007) mostraram que em sementes de soja e ervilha, as melhores condições fisiológicas ao longo de tempo armazenado foram mantidas no ambiente de 10 °C (câmara fria).

Tabela 6 Resultados médios obtidos na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce de forma redonda em dois ambientes de armazenamento.

Ambientes	Médias dos Testes						
	G	EA	F	CE	IVE	MSA	MSR
10 °C	82,88 a	69,97 a	74,97 a	27,26 a	11,85 a	1,00 a	1,35 a
25 °C	78,00 b	54,45 b	58,37 b	35,71 b	10,52 b	0,79 b	1,11 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

G) Teste de germinação (%); EA) envelhecimento acelerado (%); F) teste frio (%); CE) condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$); IVE) índice de velocidade de emergência; MSA) matéria seca da parte aérea (g) e, MSR) matéria seca da raiz (g).

Na avaliação do efeito das doses de GA_3 (Figura 8), constatou-se que na avaliação da condutividade elétrica e do peso de matéria seca da raiz houve decréscimo linear na qualidade fisiológica das sementes na medida em que aumenta as doses do hormônio vegetal, isto pode ser devido a que o fitorregulador nas doses avaliadas não tem efeito nenhum sobre as sementes de milho doce, e ao contrário, promove a aceleração no processo da perda de qualidade fisiológica das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

O teste de envelhecimento acelerado apresenta tendência quadrática, já que houve efeito negativo com a dose de 10 mg l^{-1} , mas, com doses maiores poderia se obter, potencialmente, melhor condição fisiológica das sementes, o que já foi discutido anteriormente.

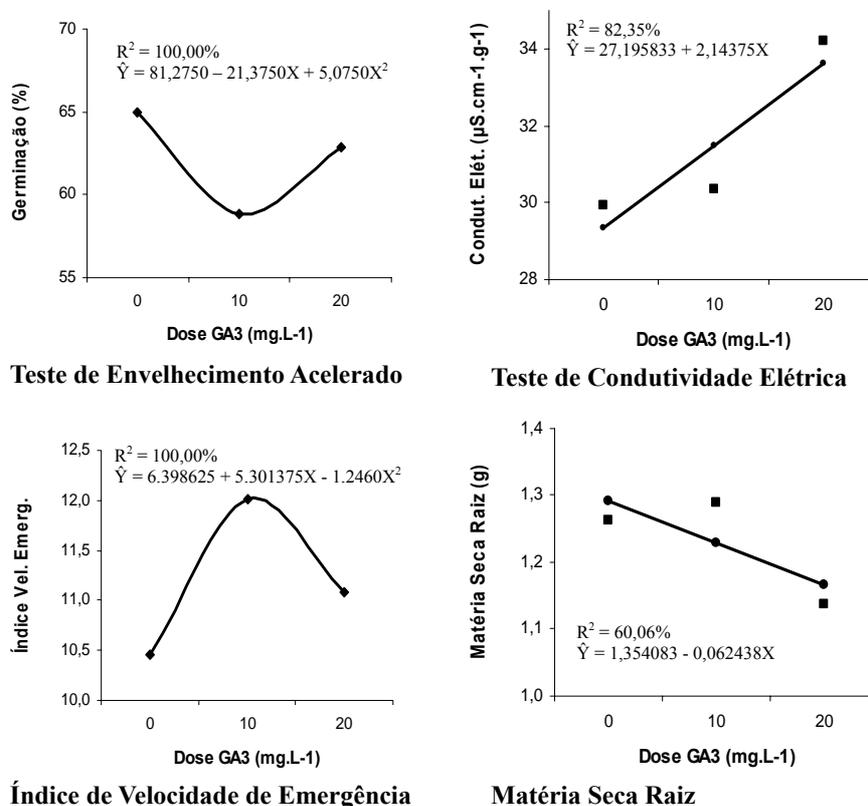


Figura 8 Representação gráfica das equações de regressão na qualidade fisiológica em sementes de milho superdoce de forma redonda, em função de três doses de ácido giberélico.

Foi verificado na avaliação do índice de velocidade de emergência que os tratamentos com doses de ácido giberélico quando comparados com o tratamento sem GA₃ apresentaram valores maiores, o que demonstra que as doses aplicadas no experimento promovem resposta positiva em sementes redondas provocando melhor qualidade fisiológica. A presença do ácido giberélico certamente concorreu para a promoção da velocidade de germinação e

conseqüentemente maiores Índices de Velocidade de emergência, que confirma os resultados obtidos por Prado Neto et al. (2007) em jenipapeiro.

Os resultados obtidos na condutividade elétrica e no peso de matéria seca da raiz na interação ambientes x doses de GA₃ (Figura 9) foram significativos quando avaliadas no ambiente de temperatura ambiente (25 °C), o que novamente evidencia que o vigor das sementes de milho doce cai de maneira mais expressiva quando armazenadas nesse ambiente. A dose de 10 mg l⁻¹ pode ter contribuído para o alongamento celular o que proporcionou plântulas com raízes de peso total maiores.

De uma maneira geral, as elevações de temperatura e de umidade relativa do ar correspondem a elevações das perdas qualitativas no produto armazenado, diretamente relacionado com o vigor das sementes. Estas perdas, relacionadas diretamente com as decorrências metabólicas que as alterações no ambiente podem promover, têm, ligações com os estímulos proporcionados à atividade de bactérias, fungos e insetos associados às sementes (BOSSER, 1982).

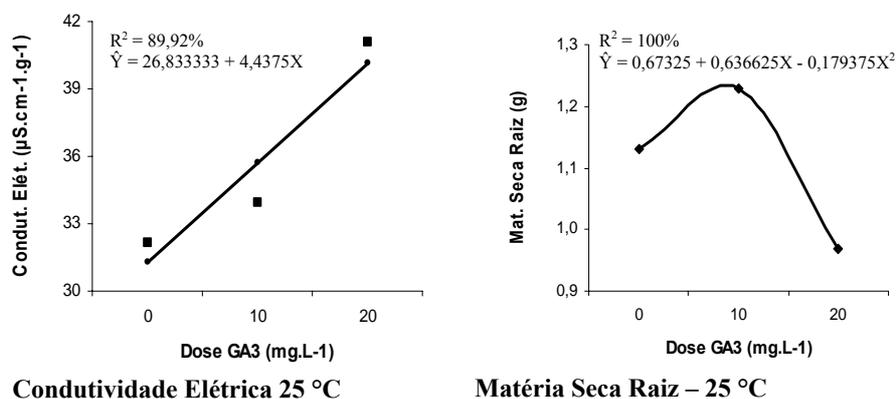


Figura 9 Representação gráfica das equações de regressão na avaliação da qualidade fisiológica em sementes de milho superdoce de forma redonda, em função da interação de três doses de ácido giberélico e dois ambientes de armazenamento.

O controle da temperatura e umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento, principalmente da umidade relativa do ar (câmara seca), favorecem a conservação da qualidade das sementes de milho híbrido (BILIA et al., 1994).

Na interação ambiente de armazenamento x épocas de avaliação foi verificado resposta significativa na maioria das avaliações realizadas em ambas as temperaturas de armazenamento (Figuras 10 e 11).

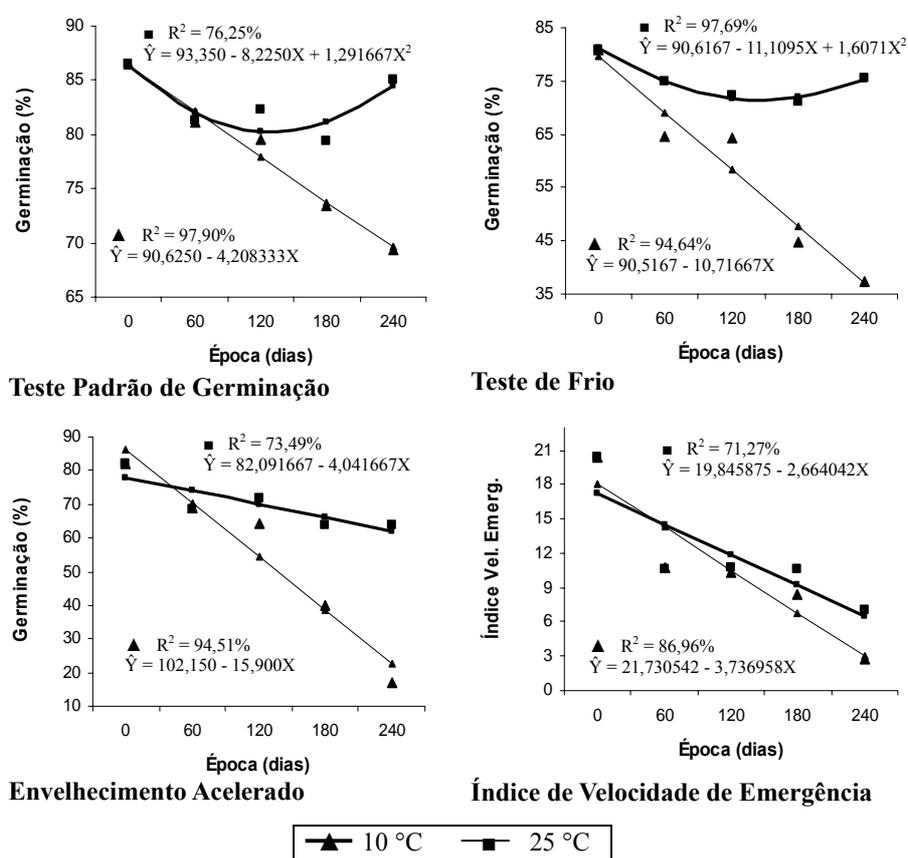


Figura 10 Representação gráfica das equações de regressão para quatro testes de germinação e vigor em sementes de milho superdoce de forma redonda, em função da interação de cinco épocas de avaliação e dois ambientes de armazenamento.

Não houve resposta significativa quando foram efetuados os testes de Condutividade Elétrica e de Peso de Matéria Seca da Parte Aérea à temperatura de 10 °C, sendo mais bem preservado o potencial fisiológico das sementes em temperatura refrigerada, o que foi corroborado por Camargo e Carvalho (2008).

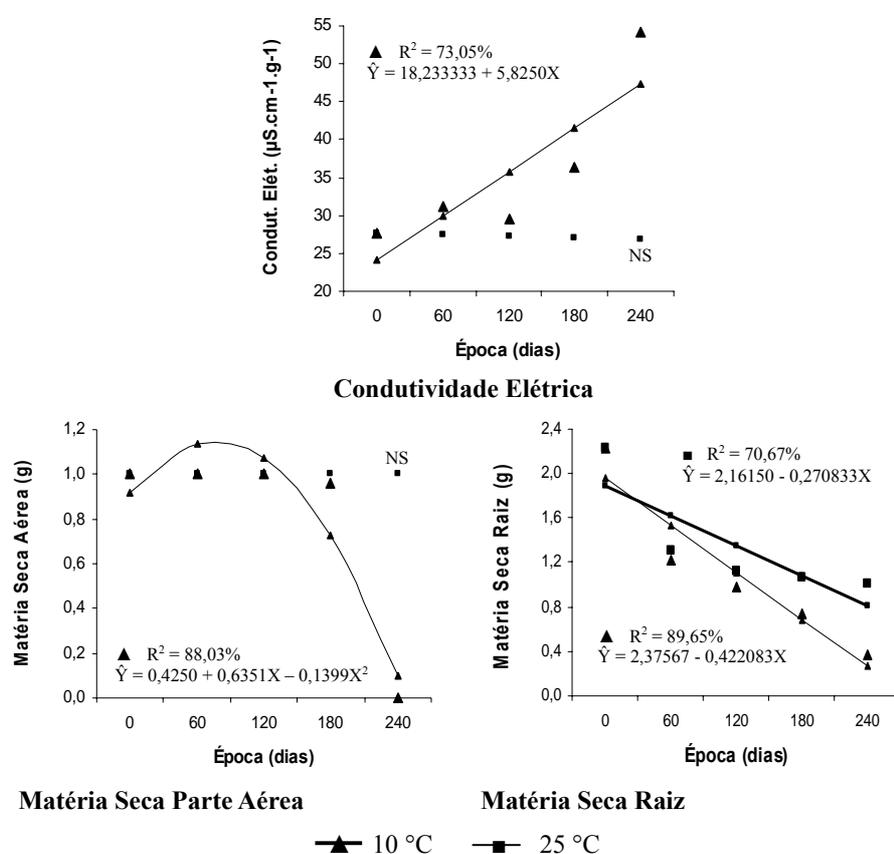


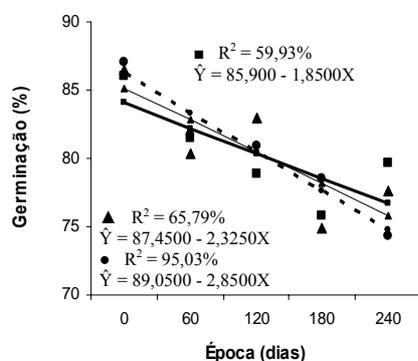
Figura 11 Representação gráfica das equações de regressão para três testes de vigor em sementes de milho superdoce de forma redonda, em função da interação de cinco épocas de avaliação e dois ambientes de armazenamento.

Panobianco, Vieira e Perecin (2007) e Ferguson (1988) trabalhando com outras espécies comprovaram que o Teste de Condutividade Elétrica não é muito confiável como indicador no declínio do vigor das sementes quando armazenadas em câmara fria, o que pode ter acontecido, provavelmente, no presente experimento com sementes de forma redonda.

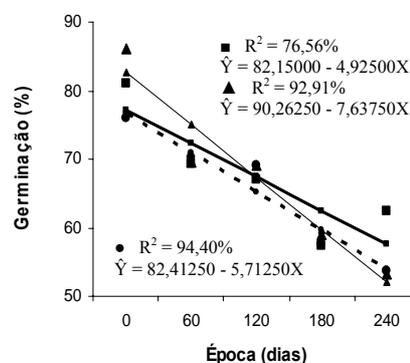
A queda drástica do potencial fisiológico das sementes, quando submetidas a condições adversas severas (Testes de Frio e Envelhecimento Acelerado) e no ambiente de 25 °C, corrobora para que as sementes de milho doce sejam bem mais suscetíveis a diminuir o vigor quando submetidas a condições de estresses severos.

Na Figura 12 pode se observar que houve efeito significativo na maioria dos testes de vigor na interação dupla (épocas de armazenamento x doses de GA₃). Os resultados confirmam o efeito estimulatório no processo germinativo quando aplicadas em sementes, ativando o crescimento vegetativo do embrião, mobilizando as reservas do endosperma e no enfraquecimento da camada de endosperma que circunda o embrião, favorecendo assim seu crescimento (TAIZ; ZEIGER, 1991).

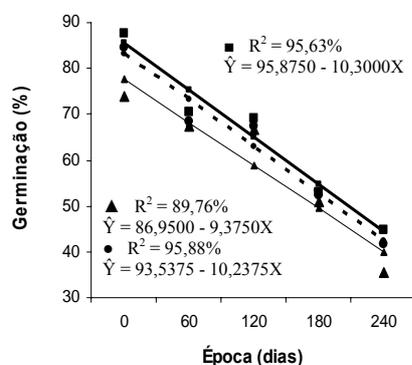
Assim, foi verificado que em cinco das seis avaliações que tiveram resposta significativa as doses de giberelina promoveram melhor desempenho das sementes, também até os 60 dias da aplicação do hormônio, posteriormente o hormônio perde eficácia. Esse fato reflete de que a giberelina produz um efeito contrário ao acelerar o processo de deterioração das sementes comprometendo seu potencial fisiológico (MARCOS FILHO, 2005).



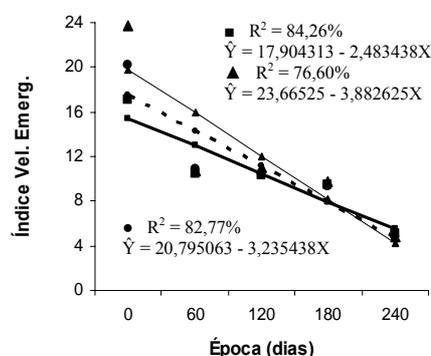
Teste Padrão de Germinação



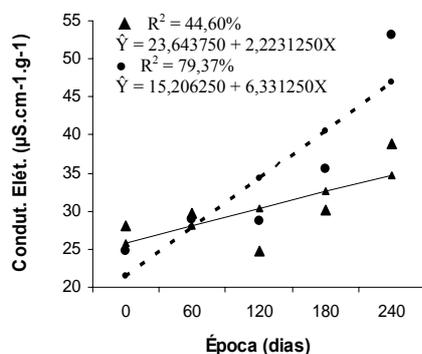
Teste de Frio



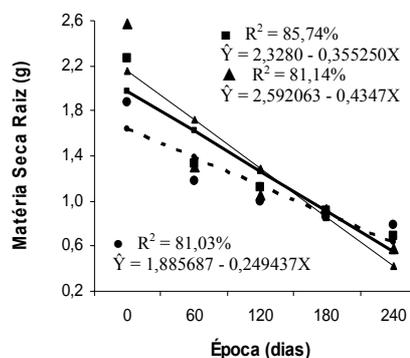
Envelhecimento Acelerado



Índice de Velocidade de Emergência



Condutividade Elétrica



Matéria Seca Raiz

—■— 0 mg L⁻¹ GA₃; —▲— 10 mg L⁻¹ GA₃; -●- 20 mg L⁻¹ GA₃

Figura 12 Representação gráfica das equações de regressão na avaliação da qualidade fisiológica em sementes de milho superdoce de forma redonda, em função da interação de cinco épocas de armazenamento e três doses de ácido giberélico.

No teste de Condutividade Elétrica (Figura 13) para a interação tripla (ambiente x dose x época), observa-se que a dose de 20 mg l⁻¹ de ácido giberélico no início do experimento melhorou o potencial fisiológico das sementes, o que evidencia que as sementes têm resposta imediata à aplicação do fitoregulador, mas com o passar do tempo estas vão se deteriorando e o efeito benéfico é cada vez menor.

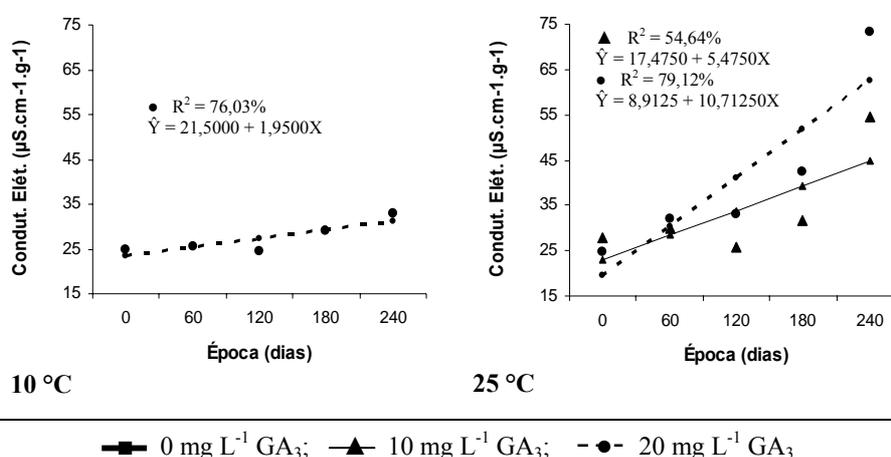


Figura 13 Representação gráfica das equações de regressão na condutividade elétrica em sementes de milho superdoce de forma redonda, em função da interação de cinco épocas de armazenamento, dois ambientes de armazenamento e três doses de ácido giberélico.

O valor da condutividade elétrica, medido em função da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes, está, por sua vez, diretamente relacionado à integridade das membranas celulares (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999). O processo de deterioração das sementes já é iniciado com o processo de secagem natural ou induzido, porque as membranas celulares sofrem um processo de desorganização estrutural, estando tanto mais

desorganizadas quanto menor for o teor de água na semente (BEWLEY, 1986), perdendo assim, temporariamente, a sua integridade organizacional (SIMON; RAJA HARUM, 1972). Também, é sabido, que membranas mal estruturadas, desorganizadas e danificadas por fatores, como o armazenamento prolongado, estão, geralmente, associadas ao processo de deterioração da semente (BEWLEY; BLACK, 1985; DELOUCHE; BASKIN, 1973) e, portanto, reduzindo o vigor da semente (AOSA, 1983).

A indústria sementeira no Brasil está sendo cada vez mais exigente com os seus próprios padrões de produção (% mínimos de germinação e pureza genética, por exemplo), o que permite ao produtor contar com semente de maior qualidade fisiológica, levando a refletir maiores níveis produtivos, e, principalmente, um produto final de maior qualidade.

5 CONCLUSÕES

Tanto as embalagens permeáveis como as embalagens impermeáveis não influenciam no vigor das sementes de milho doce.

Quando armazenadas sob condições de câmara fria (10 °C) as sementes de milho doce preservam melhor sua qualidade fisiológica que quando armazenadas em temperatura ambiente (25 °C).

O ácido giberélico perde efeito sobre o desempenho das sementes com o decorrer do tempo de armazenamento.

O armazenamento provoca a deterioração constante no desempenho de sementes de milho doce, independente das doses de giberelina aplicadas nas sementes ou do ambiente de armazenamento.

REFERÊNCIAS

AGUIRRE, R.; PESKE, S. T. Required bean seed moisture content for hermetic storage. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 19, n. 1, p. 117-122, 1991.

ANDRADE, R. V. et al. Efeito da forma e do tamanho da semente no desempenho no campo de dois genótipos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 19, n. 1, p. 62-65, 1997.

ANDREOLI, C.; KHAN, A. A. Improving seedling emergence of papaya, *Carica papaya* L., by combining matriconditioning and gibberellin treatment. **HortScience**, Stanford, v. 28, n. 7, p. 708-709, 1993.

ANDREOLI, C.; KHAN, A. A. Matriconditioning integrated with gibberellic acid to hasten seed germination and improve stand establishment of pepper and tomato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1953-1958, 1999.

ARAGÃO, C. A. et al. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 43-48, 2003.

ARAGÃO, C. A. et al. Fitorreguladores na germinação de sementes e no vigor de plântulas de milho doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 62-67, 2001.

ARAÚJO, E. F. et al. Armazenabilidade de sementes de milho doce submetidas a diferentes métodos de debulha. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 65-71, 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.

ARAÚJO, R. F. et al. Conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L.) despulpado e não despulpado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 71-78, 2008.

ARTECA, R. D. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Chapman & Hall, 1996. 332 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, 1983. 88 p. (Contribution, 32).

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, n. 1, p. 7-18, 1996.

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

BARBIERI, V. H. B. et al. 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.

BATISTELLA FILHO, F.; VITTI MORO, F.; CARVALHO, N. M. Relationships between physical, morphological, and physiological characteristics of seeds developed at different positions of the ear of two maize (*Zea mays* L.) hybrids. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 30, n. 1, p. 97-106, 2002.

BEE, R. A.; BARROS, A. C. S. A. Sementes de abóbora armazenadas em condições de vácuo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 120-126, 1999.

BEVILAQUA, G. A. P.; PESKE, S. T.; SANTOS-FILHO, B. G. Desempenho de sementes de arroz irrigado tratadas com regulador de crescimento: I. efeito na emergência a campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 75-80, 1993.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1985. 367 p.

BEWLEY, J. D. Membrane changes in seeds as related to germination and the perturbations resulting from deterioration in storage. In: MCDONALD JÚNIOR, M. B.; NELSON, C. J. (Ed.). **Physiology of seed deterioration**. Madison: CSSA, 1986. p. 27-45.

BILIA, D. A. C. et al. Comportamento de sementes de milho híbrido durante o armazenamento sob condições variáveis de temperatura e umidade relativa do ar. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 153-157, jan./abr. 1994.

BOSSER, F. Conservação dos cereais e outros produtos granulados por meio de resfriamento. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE ARMAZENAGEM, 3., 1978, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Companhia Paranaense de Silos e Armazéns, 1982. p. 48-54.

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.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 326 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 429 p.

CARVALHO, N. M. Vigor de sementes. In: CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R. (Coord.). **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 207-223.

CASTRO, P. R. C.; GONÇALVES, M. B.; DEMÉTRIO, C. G. B. Efeito dos reguladores vegetais na germinação de sementes. **Anais da Esalq**, Piracicaba, v. 42, n. 2, p. 449-468, 1985.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Ed. Agropecuária, 2001. 132 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, dez. 2009.

CONDÉ, A. dos R.; GARCIA, J. Armazenamento e embalagem de sementes de forrageira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 111, p. 44-49, 1984.

CONDÉ, A. dos R.; GARCIA, J. Efeito do tipo de embalagem sobre a conservação das sementes do capim andropógon (*Andropogon gayanus*). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 145-148, 1995.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SILVA, G. H. da. **Milho**: cultivares para 2010/2011. 2010. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>>. Acesso em: 28 mar. 2011.

CUNHA, R.; CASALI, W. D. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 121-132, 1989.

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

DELOUCHE, J. C. et al. Storage of seed in subtropical and tropical regions. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 3, p. 671-700, 1973.

DELOUCHE, J. C.; POTTS, H. C. **Programa de sementes: planejamento e implantação**. 2. ed. Brasília: Agiplan, 1974. 118 p.

DESWAL, D. P.; SHEORAN, I. S. A simple method for seed leakage measurement: applicable to single seeds of any size. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 21, n. 1, p. 179-185, 1993.

DOUGLAS, S. K.; JUVIK, J. A.; SPLITTSTOESSER, W. E. Sweet corn seedling emergence and variation in kernel carbohydrate reserves. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 21, n. 3, p. 433-445, 1993.

FERGUSON, J. M. **Metabolic and biochemical changes during the early stages of soybean seed deterioration**. 1988. 138 p. Thesis (Ph.D.)—University of Kentucky, Lexington, 1988.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Programas e Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FESSEL, S. A. et al. Electrical conductivity testing of corn seeds as influenced by temperature and period of storage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 10, p. 1551-1559, out. 2006.

FESSEL, S. A. et al. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 207-214, 2010.

FIALA, F. Cold test. In: PERRY, D. A. (Ed.). **Handbook of vigour test methods**. Zurich: International Seed Testing Association, 1981. p. 28-36.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 1992. 273 p.

FORNASIERI FILHO, D.; CASTELLANE, P. D.; DECARO, S. Competição de cultivares de milho doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 20-22, 1988.

GRISI, P. U.; SANTOS, C. M. Influência do armazenamento, na germinação das sementes de girassol. **Horizonte Científico**, Uberlândia, v. 1, n. 7, p. 1-14, 2007.

GUISCHEM, J. M. et al. Fungos associados a sementes de milho doce das cultivares BR 400 (bt), BR 441 (su) e BR 402 (SU). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 247, 2001.

GUISCHEM, 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, v. 24, n. 1, p. 220-228, 2002.

HARRINGTON, J. F. Packaging seed for storage and shipment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 3, p. 701-709, 1973.

HARRINGTON, J. F. Problems of seed storage. In: HEYDECKER, W. (Ed.). **Seed ecology**. Nottingham: Pennsylvania State University, 1972. p. 251-263.

HENNING, A. A. et al. Embalagem de sementes de soja para armazenamento em regiões tropicais e subtropicais. **Informativo Abrates**, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 88, set. 2001a.

HENNING, A. A. et al. Qualidade da semente de soja armazenada em embalagens plásticas impermeáveis em diferentes ambientes, na região de Balsas, MA. **Informativo Abrates**, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 69, set. 2001b.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. Zürich, 1995. 117 p.

JAMES, E. Preservation of seeds stocks. In: NORMAN, A. G. (Ed.). **Advances in agronomy**. London: Academic, 1967. v. 19, p. 87-106.

JUSTICE, O. L.; BASS, L. N. **Principles and practices of seed storage**. Washington: Dept. of Agriculture, Science and Education Administration, 1978. 289 p. (Agriculture Handbook, 506).

KHAN, A. A. Incorporation of bioactive chemicals into seeds to alleviate environmental stress. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 83, n. 2, p. 2255-2264, 1978.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 15-50, 1991.

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

LEONEL, S.; MODESTO, J. C.; RODRIGUES, J. D. Influência de fitoreguladores e nitrato de potássio na germinação de sementes e no crescimento de porta-enxertos de *Citrus amblycarpa*. **Science in Agricultura**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 252-259, 1994.

LEVITT, J. **Introduction to plant physiology**. 2nd ed. Saint Louis: The C.V. Mosby Company, 1974. 447 p.

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v. 12, n. 1, p. 37-53, 1988.

LOPES, H. M.; SOUZA, C. M. Efeitos da giberelina e da secagem no condicionamento osmótico sobre a viabilidade e o vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 181-189, 2008.

MACHADO, J. A. **Melhoramento genético do milho doce (*Zea mays* L.)**. 1980. 78 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1980.

MAGGIO, M. A. **Acúmulo de massa seca e extração de nutrientes por plantas de milho doce híbrido “Tropical”**. 2006. 47 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)–Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2006.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKY, F. C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 3, p. 1-24.

MARTINELLI-SENEME, A.; ZANOTTO, M. D.; NAKAGAWA, J. Efeitos da forma e do tamanho na qualidade de sementes de milho, cultivar AL-34. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 232-238, 2000.

MARTINS, C. C. et al. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 96-101, 2002.

MCDONALD, M. D.; KHAN, A. A. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. **Agronomy Journal**, Madison, v. 2, n. 75, p. 111-114, 1983.

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, J. V. R.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Armazenamento de semente de piaçaveira (*Attalea funifera* Mart. - Arecaceae) em diferentes ambientes e tipos de embalagens. **Informativo Abrates**, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 74, 2001.

METIVIER, J. R. Dormência e germinação. In: FERRI, M. G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1979. v. 2, p. 343-392.

MORENO-MARTINEZ, E. et al. Effect of seed shape and size on germination of corn (*Zea mays* L.) stored under adverse conditions. **Seed Science and Technology**, Zurique, v. 26, n. 2, p. 439-448, 1998.

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

NASCIMENTO, W. M.; PESSOA, H. B. S.; BOITEUX, L. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce submetidas a diferentes processos de colheita, debulha e beneficiamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 8, p. 1211-1214, 1994.

NEW, J. H. Studies on vacuum packing of seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 16, n. 3, p. 715-723, Dec. 1988.

O'DOWD, E. T.; DOBIE, P. Reducing viability losses in open seed stores in tropical climates. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 11, p. 57-75, 1983.

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.

OLIVEIRA, J. A. et al. Efeito de diferentes materiais de peletização na deterioração de sementes de tomate durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 20-27, 2003.

OLIVEIRA, M. T. R. de et al. Qualidade fisiológica e potencial de armazenamento de sementes de carambola. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 236-244, 2009.

PAIXÃO-SANTOS, J. et al. Germinação in vitro de *Syngonanthus mucugensis* Giulietti. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v. 3, n. 1/2, p. 120-124, 2003.

PALIWAL, R. L. Tipos de maíz. In: PALIWAL, R. L. et al. (Ed.). **El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción**. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2001. p. 39-44.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D.; PERECIN, D. Electrical conductivity as an indicator of pea seed aging of stored at different temperatures. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 64, n. 2, p. 119-124, 2007.

PARENTONI, S. N. et al. Milho doce. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 165, p. 17-22, 1990.

PEREIRA, A. F. et al. Caracteres agrônômicos e nutricionais de genótipos de milho doce. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 104-112, jan./fev. 2009.

PESKE, S. Embalagem para sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 7, n. 2, mar./abr. 2003. Disponível em: <http://www.seednews.inf.br/portugues/seed72/print_artigo72.html>. Acesso em: 10 mar. 2011.

PESSOA, H. B. S. V. Produção de sementes genéticas de milho doce (*Zea mays* var. *sacharata*, L.): um exemplo com a cultivar superdoce. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 62-72, 1996.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289 p.

PRADO NETO, M. et al. Germinação de sementes de jenipapeiro submetidas à pré-embebição em regulador e estimulante vegetal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 693-698, maio/jun. 2007.

RAYMOND, A. **Producción de semillas de plantas hortícolas**. Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 330 p.

RIBEIRO, D. M. V. **Adequação do teste de condutividade elétrica de massa e individual para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1999. 105 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)—Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

ROOD, S. B.; LARSEN, K. M. Gibberellins, amylase, and the onset of heterosis in maize seedlings. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 39, n. 199, p. 223-233, 1988.

ROOS, E. E. Precepts of successful 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).

ROSSETO, C. A. V. et al. Germinação de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryand) em função de tratamento pré-germinativo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 247-252, 2000.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia vegetal**. Mexico: Iberoamérica, 1994. 759 p.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4th ed. California: Wadsworth, 1992. 682 p.

SANWO, M. M.; DEMASON, D. A. Characteristics of α -amylase during germination of two high-sugar sweet corn cultivars of *Zea mays* L. **Plant Physiology**, Rockville, v. 99, n. 7, p. 1184-1192, 1993.

SANWO, M. M.; DEMASON, D. A. Gibberellic acid (GA₃)- induced enhancement of α -amylase activity in the aleurone of *shrunk-2* maize kernels. **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 81, n. 8, p. 987-996, 1994.

SAWAZAKI, E. et al. Milho verde: avaliação da resistência à lagarta da espiga, da espessura do pericarpo e outras características agronômicas. **Bragantia**, Campinas, v. 49, n. 2, p. 241-251, 1990.

SHIEH, W. J.; MCDONALD, M. B. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 10, n. 2, p. 307-313, 1982.

SILVA, J. B.; KARAN, D. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do milho. **O Ruralista**, Belo Horizonte, v. 32, n. 414, p. 5-9, 1994.

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

SILVA, T. T. de A. et al. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 840-846, maio/jun. 2008.

SILVA, W. R.; MARCOS FILHO, J. Influência do peso e do tamanho das sementes de milho sobre o desempenho no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 12, p. 1743-1750, 1982.

SIMON, E. W.; RAJA HARUN, R. M. Leakage during seed imbibition. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 23, n. 77, p. 1076-85, 1972.

SMITH, M. T.; BERJAK, P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccated seeds associated with mycoflora during storage. In: JAIME, K.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Basel-Hang Young, 1995. p. 701-746.

SOUZA, H. U. et al. Efeito do ácido giberélico sobre a germinação de sementes de porta-enxertos cítricos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 496-499, 2002.

SOUZA, I. R. P.; MAIA, A. H. N.; ANDRADE, C. L. T. **Introdução e avaliação de milho doce na região do baixo Paranaíba**. Teresina: Embrapa-CNPAP, 1990. 7 p.

SPINOLA, M. C. M.; CÍCERO, S. M.; MELO, M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado.

Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 263-270, 2000.

STYER, R. C.; CANTLIFFE, D. J. Relationship between environment during seed development and seed vigor of two endosperm mutant of corn. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 108, n. 5, p. 717-720, Sept. 1983.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Ethylene and abscisic acid. In: _____. **Plant physiology**. Redwood City: Cummings, 1991. p. 482-487.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 559 p.

TAO, J. K. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v. 3, n. 1, p. 10-18, 1978.

TEIXEIRA, F. F. et al. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 483-488, 2001.

TOSELLO, G. A. Milhos especiais e seu valor nutritivo. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. R. **Melhoramento e produção de milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 373-408.

TRACY, W. F. Sweet corn. In: HALLAUER, A. R. **Specialty corns**. Boca Raton: CRC, 1994. p. 147-187.

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

VIEIRA, E. L.; SANTOS, C. M. G. Efeito de bioestimulante no crescimento e desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 17, n. 3, p. 124-130, set./dez. 2005.

VIEIRA, H. D.; SILVA, R. F.; BARROS, R. S. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento sobre a germinação de sementes de Braquiário cv. Marandu. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 10, n. 2, p. 143-148, 1998.

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

VIEIRA, R. D. et al. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, set. 2002.

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

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. 778-781, 1983.

WOOD, D. W.; LONGDEN, D. C.; SCOTT, R. K. Seed size variation, its extent, source and significance in field crops. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 5, n. 2, p. 337-352, 1977.