

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Testes para avaliação do vigor de sementes de milho superdoce**

**Renata Oliveira Alvarenga**

**Dissertação apresentada para obtenção do título  
de Mestre em Ciências. Área de concentração:  
Fitotecnia**

**Piracicaba  
2009**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Renata Oliveira Alvarenga  
Engenheira Agrônoma**

**Testes para avaliação do vigor de sementes de milho superdoce**

Orientador:  
Prof. Dr. **JULIO MARCOS FILHO**

**Dissertação apresentada para obtenção do título  
de Mestre em Ciências. Área de concentração:  
Fitotecnia**

**Piracicaba  
2009**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Alvarenga, Renata Oliveira

Testes para avaliação do vigor de sementes de milho superdoce / Renata Oliveira  
Alvarenga. - - Piracicaba, 2009.  
72 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.  
Bibliografia.

1. Análise 2. Fitotecnia 3. Milho 4. Raiz primária 5. Sementes - Fisiologia I. Título

CDD 633.15  
A473t

**"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"**

**DEDICO**

A Deus, pela oportunidade de crescer em sabedoria.

Aos meus amados pais, Paulo e Cidinha, pelos constantes exemplos de fé,  
determinação, persistência e honestidade.

Aos meus queridos irmãos Nielsey, Neander e Rodrigo, pelo amor, carinho, amizade e  
incentivo.

Aos meus familiares, por fazerem parte da minha vida.



## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pela graça de alcançar mais uma vitória.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ) pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

Ao professor Julio Marcos Filho, pela orientação, confiança, paciência, amizade e pelo exemplo profissional.

Aos professores Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre e Sílvio Moure Cícero, pelos ensinamentos e pela amizade.

À Engenheira Agrônoma Helena M. C. P. Chamma, pela amizade, carinho, apoio e incentivo.

À CAPES pela bolsa de estudo concedida no primeiro ano do curso e, à FAPESP, pela concessão da bolsa durante o segundo ano do curso.

À empresa Dow AgroSciences, pela cessão das sementes.

Aos funcionários do laboratório, Adilson, Ticão, João e Zezé e aos secretários Rafael e Luciane, pela amizade e serviços prestados durante o curso.

Aos amigos do laboratório, Chiquinho, Vitinho, Tathi, Cris, Bruna, Nil, Taís, Fábio, Zé, Marcão, Roberta, Vanessa, Adrielle, Ana Lúcia, Mário e Fabrício, pela amizade, paciência, companheirismo e pelos bons momentos compartilhados.

Aos amigos, Márcio, Aninha, Tathi, Lore, Ka e Lu, pelo carinho, amizade, compreensão e incentivo. Obrigada por serem minha família aqui!

À bibliotecária Eliana e ao amigo Alex pela atenção e auxílio a mim dispensados.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.



## SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT .....	11
LISTA DE TABELAS .....	13
1 INTRODUÇÃO .....	17
2 DESENVOLVIMENTO.....	19
2.1 Revisão bibliográfica .....	19
2.1.1 Características das sementes de milho doce .....	19
2.1.2 Avaliação do potencial fisiológico de sementes .....	21
2.2 Material e métodos .....	27
2.2.1 Sementes .....	27
2.2.2 Avaliações do grau de umidade e do potencial fisiológico das sementes .....	28
2.2.2.1 Determinação do grau de umidade .....	28
2.2.2.2 Germinação.....	28
2.2.2.3 Primeira contagem de germinação.....	29
2.2.2.4 Velocidade de germinação .....	29
2.2.2.5 Envelhecimento acelerado (procedimento tradicional) .....	29
2.2.2.6 Envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS) .....	30
2.2.2.7 Teste de frio .....	30
2.2.2.8 Comprimento de plântulas.....	31
2.2.2.9 Emissão da raiz primária (protrusão).....	31
2.2.2.10 Emissão da raiz primária (plântulas com 2mm de comprimento) .....	31
2.2.2.11 Emergência de plântulas em campo .....	32
2.3 Procedimento estatístico .....	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
3.1 Primeira época de avaliação .....	35
3.1.1 Considerações gerais.....	45
3.2 Segunda época de avaliação .....	46
3.2.1 Considerações gerais.....	54
3.3 Terceira época de avaliação .....	55
3.3.1 Considerações finais .....	62

4 CONCLUSÕES.....	65
REFERÊNCIAS .....	66

## RESUMO

### Testes para avaliação do vigor de sementes de milho superdoce

A avaliação eficiente do potencial fisiológico é fundamental para a composição de programas de controle de qualidade de sementes. O objetivo da presente pesquisa foi avaliar a sensibilidade de diferentes procedimentos para diferenciar o vigor de amostras de sementes de milho superdoce, com ênfase no teste de emissão da raiz primária. Utilizaram-se sementes dos híbridos 'SWB 551' e 'SWB 585', cada um representado por seis lotes produzidos pela empresa Dow AgroSciences<sup>®</sup>. Avaliou-se a germinação e o vigor (primeira contagem de germinação, velocidade de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl, teste de frio, comprimento de plântulas, emergência de plântulas em campo e emissão da raiz primária). No teste de emissão da raiz primária, foram avaliados, a cada 12 horas, os efeitos de três temperaturas (15°C, 20°C e 25°C), utilizando-se dois critérios (protrusão da raiz primária e registro de plântulas com raiz primária de, pelo menos, 2mm de comprimento). Concluiu-se que o teste de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional) é considerado adequado para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de milho superdoce. O teste de emissão da raiz primária a 15°C, quando são computadas plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento, também permite diferenciar lotes de sementes de milho superdoce quanto ao vigor.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; Análise de sementes; Potencial fisiológico; Germinação; Raiz primária



## ABSTRACT

### Tests for evaluation of supersweet corn seed vigor

The assessment of physiological potential is essential to compose seed quality control programs. This research was carried to verify the sensibility of different tests to evaluate the supersweet corn seed vigor, focusing on the protrusion of primary root test. Seeds of hybrids 'SWB 551' and 'SWB 585' produced by Dow AgroSciences® each represented by six lots were used. The evaluation of the physiological potential was achieved by germination and vigor tests (germination first count, speed of germination, traditional and saturated salt accelerated aging, cold test, seedling length, field seedling emergence and protrusion of primary root). In the protrusion of primary root test interpretation was performed every 12 hours at 15°C, 20°C or 25°C by two criteria (primary root protrusion and seedlings at 2 mm root stage). Results indicated that the traditional accelerated aging test is appropriate to assess supersweet corn seed vigor. The protrusion of primary root test at 15°C, when seedlings at 2 mm root stage are computed, also allows to rank supersweet corn seed lots according to vigor level.

Keywords: *Zea mays* L.; Seed analysis; Physiological potential; Germination; Primary root



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Esquema da análise da variância para os testes realizados em laboratório.....	33
Tabela 2 - Esquema da análise da variância para os testes realizados em campo.....	33
Tabela 3 - Valores médios do grau de umidade inicial (GU), grau de umidade após envelhecimento acelerado tradicional (GU-EAT), grau de umidade após envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (GU-EASS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), percentagem (EPC) e índice de velocidade (IVE) de emergência de plântulas em campo, provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'.....	36
Tabela 4 - Valores médios do grau de umidade inicial (GU), grau de umidade após envelhecimento acelerado tradicional (GU-EAT), grau de umidade após envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (GU-EASS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), percentagem (EPC) e índice de velocidade (IVE) de emergência de plântulas em campo, provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585'.....	37
Tabela 5 - Resultados dos testes de frio (TF), envelhecimento acelerado tradicional (EAT), envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS), comprimento da raiz primária (RP), comprimento da parte aérea (PA) e comprimento de plântulas (PL) provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'.....	39
Tabela 6 - Resultados dos testes de frio (TF), envelhecimento acelerado tradicional (EAT), envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS), comprimento da raiz primária (RP), comprimento da parte aérea (PA) e comprimento de plântulas (PL) provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585'.....	39
Tabela 7 - Índices médios de precocidade de emissão da raiz primária a 15°C (ERP 15°C), 20°C (ERP 20°C) e 25°C (ERP 25°C), considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1) e plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'.....	42
Tabela 8 - Índices médios de precocidade de emissão da raiz primária a 15°C (ERP 15°C), 20°C (ERP 20°C) e 25°C (ERP 25°C), considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1) e plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585'.....	43
Tabela 9 - Percentagens médias de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste a 20°C e a 25°C, considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1), e a 25°C, considerando plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'.....	44

- Tabela 10 - Percentagens médias de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste a 20°C e a 25°C, considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1), e a 25°C, considerando plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585' ..... 44
- Tabela 11 - Valores médios do grau de umidade inicial (GU), grau de umidade após envelhecimento acelerado tradicional (GU-EAT), grau de umidade após envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (GU-EASS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), percentagem (EPC) e índice de velocidade (IVE) de emergência de plântulas em campo, provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551' ..... 47
- Tabela 12 - Valores médios do grau de umidade inicial (GU), grau de umidade após envelhecimento acelerado tradicional (GU-EAT), grau de umidade após envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (GU-EASS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), percentagem (EPC) e índice de velocidade (IVE) de emergência de plântulas em campo, provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585' ..... 47
- Tabela 13 - Resultados dos testes de frio (TF), envelhecimento acelerado tradicional (EAT), envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS), comprimento da raiz primária (RP), comprimento da parte aérea (PA) e comprimento de plântulas (PL) provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551' ..... 49
- Tabela 14 - Resultados dos testes de frio (TF), envelhecimento acelerado tradicional (EAT), envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS), comprimento da raiz primária (RP), comprimento da parte aérea (PA) e comprimento de plântulas (PL) provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585' ..... 49
- Tabela 15 - Índices médios de precocidade de emissão da raiz primária a 15°C (ERP 15°C), 20°C (ERP 20°C) e 25°C (ERP 25°C), considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1) e plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551' ..... 51
- Tabela 16 - Índices médios de precocidade de emissão da raiz primária a 15°C (ERP 15°C), 20°C (ERP 20°C) e 25°C (ERP 25°C), considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1) e plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585' ..... 52
- Tabela 17 - Percentagens médias de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste a 20°C e a 25°C, considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1), e a 25°C, considerando plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551' ..... 53

- Tabela 18 - Percentagens médias de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste a 20°C e a 25°C, considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1), e a 25°C, considerando plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585' .....54
- Tabela 19 - Valores médios do grau de umidade inicial (GU), grau de umidade após envelhecimento acelerado tradicional (GU-EAT), grau de umidade após envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (GU-EASS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), percentagem (EPC) e índice de velocidade (IVE) de emergência de plântulas em campo, provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551' .....55
- Tabela 20 - Valores médios do grau de umidade inicial (GU), grau de umidade após envelhecimento acelerado tradicional (GU-EAT), grau de umidade após envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (GU-EASS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), percentagem (EPC) e índice de velocidade (IVE) de emergência de plântulas em campo, provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585' .....56
- Tabela 21 - Resultados dos testes de frio (TF), envelhecimento acelerado tradicional (EAT), envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS), comprimento da raiz primária (RP), comprimento da parte aérea (PA) e comprimento de plântulas (PL) provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551' .....57
- Tabela 22 - Resultados dos testes de frio (TF), envelhecimento acelerado tradicional (EAT), envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS), comprimento da raiz primária (RP), comprimento da parte aérea (PA) e comprimento de plântulas (PL) provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585' .....58
- Tabela 23 - Índices médios de precocidade de emissão da raiz primária a 15°C (ERP 15°C), 20°C (ERP 20°C) e 25°C (ERP 25°C), considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1) e plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551' .....59
- Tabela 24 - Índices médios de precocidade de emissão da raiz primária a 15°C (ERP 15°C), 20°C (ERP 20°C) e 25°C (ERP 25°C), considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1) e plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585' .....60
- Tabela 25 - Percentagens médias de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste a 20°C e a 25°C, considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1), e a 25°C, considerando plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551' .....61

Tabela 26 - Percentagens médias de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste a 20°C e a 25°C, considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1), e a 25°C, considerando plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585' ..... 62

## 1 INTRODUÇÃO

O milho doce é classificado como milho especial e destina-se exclusivamente ao consumo humano. Nos Estados Unidos e Canadá é considerado uma das hortaliças mais populares, sendo tradicionalmente consumido *in natura* (BORDALLO et al., 2005). No Brasil, a produção de milho doce é voltada em sua maioria para a indústria de conservas por meio de contratos realizados diretamente entre as empresas e os produtores rurais.

Com a expansão do mercado desse tipo de milho para a indústria de enlatamento e maior preocupação com sua qualidade, algumas instituições governamentais ou privadas vêm desenvolvendo programas de melhoramento para a produção de híbridos adaptáveis ao clima de cada região de cultivo.

Para o bom estabelecimento da cultura do milho doce, assim como para o de qualquer espécie, é imprescindível a utilização de sementes de alta qualidade. No entanto, as sementes de milho doce apresentam características que contribuem para seu baixo potencial fisiológico, como, por exemplo, o baixo teor de amido e a alta quantidade de açúcares no endosperma, a alta sensibilidade aos danos durante a embebição, a fragilidade do sistema de membranas após a secagem e a sensibilidade ao ataque de fungos patogênicos. Dessa maneira, a avaliação eficiente da germinação e do vigor de sementes constitui etapa importante do processo de produção de sementes de milho doce.

O potencial fisiológico das sementes é avaliado rotineiramente em laboratório por meio do teste de germinação, conduzido em condições próximas às ideais. Desse modo, lotes com germinação semelhante podem apresentar desempenhos distintos em campo, quando as condições se desviam das mais adequadas. Assim, os testes de vigor surgiram visando à complementação das informações obtidas no teste de germinação. As empresas produtoras e as instituições oficiais têm incluído esses testes em programas internos de controle de qualidade e/ou para a garantia da qualidade das sementes destinadas à comercialização (MARCOS FILHO, 2001).

Devido à carência de estudos específicos sobre os testes de vigor de sementes de milho superdoce, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência de

diferentes testes, com ênfase ao teste de emissão da raiz primária, procurando obter informações que possam indicar opções para utilização em programas de controle de qualidade.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Revisão bibliográfica

#### 2.1.1 Características das sementes de milho doce

A principal diferença entre o milho doce e o milho comum é a presença de genes mutantes que bloqueiam a conversão de açúcares em amido no endosperma, conferindo o caráter doce. Vários genes já foram identificados e são empregados comercialmente, sendo o *shrunken-2* (*sh2*), pertencente ao grupo do milho superdoce, um dos mais utilizados no Brasil, principalmente por retardar a perda de água, o que propicia um maior período de colheita e por apresentar um alto teor de açúcar nas cariopses (FREITAS, 2007).

Dois grupos de milho doce são identificados com base no teor de açúcares das sementes: os chamados doces, com 9 a 14% de açúcares e 30 a 35% de amido e os superdoces, com cerca de 25% de açúcares e 15% a 25% de amido; já as sementes de milho comum apresentam em torno de 3% de açúcares e entre 60% a 70% de amido (FREITAS, 2007; SILVA, 1994).

Em relação ao milho comum, as sementes de milho superdoce geralmente possuem menor germinação e vigor, sendo estabelecido 60% o padrão mínimo de germinação para a comercialização dessas sementes (BRASIL, 2005).

O baixo potencial fisiológico dos mutantes, como os portadores do gene *sh2*, pode ser devido ao baixo conteúdo de carboidratos totais no endosperma (CREECH, 1965). Uma vez que os carboidratos são os principais componentes de reserva armazenados no endosperma do milho, a hidrólise do amido resulta em energia (ATP), a qual é usada para síntese de proteínas e ácidos nucléicos. Se a quantidade de amido no endosperma é baixa, então a fonte de ATP pode ser reduzida e, conseqüentemente, a germinação e o vigor podem ser afetados (STYER; CANTLIFFE; HANNAH, 1980).

A relação estreita entre a emergência de plântulas em campo e a concentração de amido em sementes de milho doce foi verificada por Douglas, Juvik e Splittstoesser (1993). No entanto, esses autores observaram a existência de relação negativa quando

a emergência de plântulas em campo foi associada ao teor de açúcar presente nas sementes; isto também foi observado por Azanza, Bar-Zur e Juvik (1996).

Os efeitos provocados pelo tipo e quantidade de reservas do endosperma podem ser limitantes não apenas à germinação, mas interferir na deterioração da semente, na produção e translocação de fotoassimilados e, indiretamente, afetar a produção de grãos (TREAT; TRACY, 1994). Entretanto, não está esclarecido se o baixo vigor das sementes de milho doce, principalmente as do grupo superdoce, é devido ao menor teor de amido no endosperma ou se o embrião é, por si mesmo, geneticamente incapaz de exibir um alto vigor (WANN, 1980).

Considerando que o gene *sh2* somente é expresso no endosperma, Styer e Cantliffe (1984) verificaram que o embrião de sementes de milho superdoce *sh2* pode ser disfuncional em relação ao metabolismo de carboidratos ou à sua utilização. Verificaram que, quando desenvolvidos em meio de cultura, embriões excisados de sementes contendo o gene *sh2* apresentaram menor germinação e comprimento de plântulas que os componentes de sementes contendo os genes *bt1*, *su* e de sementes de milho normal. Esses resultados não foram coerentes com os obtidos por Wann (1980) que, em estudo semelhante, não encontrou diferenças significativas no comprimento da parte aérea.

A alta sensibilidade aos danos durante a embebição também é um dos fatores que contribuem para o desempenho deficiente de sementes de milho doce. Em pesquisa realizada com sementes de milho superdoce *sh2*, foi verificado que, na germinação sob a influência de polietilenoglicol (PEG), ocorreram injúrias quando houve absorção rápida de água e benefícios quando a hidratação foi mais lenta (CHERN; SUNG, 1991). Styer e Cantliffe (1983), analisando as taxas de embebição de sementes de milho doce, constataram que as sementes contendo o gene *sh2* apresentaram uma taxa de embebição mais intensa do que aquelas contendo o gene *su*, talvez devido ao maior potencial osmótico apresentado pelas sementes *sh2*.

O desempenho inferior das sementes de milho doce ainda pode ser atribuído à fragilidade do sistema de membranas após a secagem, à cristalização de açúcares no interior das células do endosperma e à presença de espaços vazios entre a camada de aleurona e o pericarpo, que tornam o pericarpo frágil e sensível a danos físicos e à

invasão por patógenos (GUISCHEM et al., 2001; DOUGLAS; JUVIK; SPLITTSTOESSER, 1993).

Diante de todas as características que determinam o baixo potencial fisiológico das sementes de milho doce, torna-se imprescindível a avaliação eficiente da germinação e do vigor dessas sementes.

### **2.1.2 Avaliação do potencial fisiológico de sementes**

O potencial fisiológico das sementes é avaliado rotineiramente pelo teste padrão de germinação. Os resultados desse teste apresentam alto grau de confiabilidade para analistas e para produtores de sementes, sob os aspectos de reprodutibilidade dos resultados e como parâmetro para a fiscalização do comércio. No entanto, o mesmo pode não ocorrer quando se trata da utilização de lotes para a semeadura em campo ou durante o armazenamento (MARCOS FILHO, 2001). À medida que as condições ambientais se desviam das mais adequadas para o estabelecimento das plântulas ou para o armazenamento das sementes, é provável que a percentagem de emergência de plântulas seja inferior à da germinação determinada em laboratório (MARCOS FILHO, 1999). Diante disso, surgiram os testes de vigor, como forma de complementação às informações obtidas no teste de germinação (ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA, 1983).

Várias foram as tentativas iniciais para a conceituação de vigor de sementes. Dentre elas, destacam-se as estabelecidas pela ISTA, em 1977, e pela AOSA, em 1979, onde a idéia central de ambas indica que o vigor compreende “um conjunto de características da semente que determinam o potencial para a emergência e o rápido desenvolvimento de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições de ambiente” (MARCOS FILHO, 2001); mais recentemente, foi acrescentada a expressão “em lotes com germinação comercialmente aceitável” (TEKRONY, 2003), pois lotes com baixo poder germinativo são naturalmente pouco vigorosos. Assim, a estimativa do comportamento das sementes pode ser mais eficiente quando as informações sobre o vigor são obtidas pela combinação de testes que avaliam diferentes aspectos, pois é muito difícil que apenas um teste indique, com certa precisão, o potencial de

desempenho das sementes expostas a variadas situações (TEKRONY, 2003; MARCOS FILHO, 2005).

Os testes de vigor baseados no desempenho de plântulas são classificados como testes fisiológicos (McDONALD, 1975), procurando determinar atividade fisiológica específica, cuja manifestação depende do vigor. Muitos desses testes podem ser conduzidos em campo, condição que dificulta a padronização, mas também podem ser conduzidos em laboratório, onde há maior possibilidade do controle de fatores como temperatura, umidade e luz, favorecendo, assim, a padronização (NAKAGAWA; VANZOLINI, 2007).

De acordo com a AOSA (1983), testes conduzidos em laboratório apresentam vantagens importantes, pois são baratos, relativamente rápidos, não requerem equipamentos especiais nem treinamento tecnológico adicional. Dentre esses testes, encontram-se a velocidade e a primeira contagem de germinação, considerados testes de fácil execução, uma vez que a coleta de dados pode ser efetuada no próprio teste de germinação.

O teste de velocidade de germinação baseia-se no princípio de que lotes que apresentam maior velocidade de germinação são mais vigorosos (NAKAGAWA, 1999). Em levantamento realizado no Brasil, Vieira, Bittencourt e Panobianco (2003), verificaram que alguns laboratórios de instituições oficiais utilizam o teste de velocidade de germinação para avaliar o vigor de sementes de cenoura e de pepino. Quanto às sementes de milho doce, não foram encontrados relatos na literatura sobre a utilização desse teste. Com o mesmo princípio, o teste de velocidade de emergência de plântulas também é classificado como um teste fisiológico. Resultados satisfatórios com o uso desse teste foram obtidos para avaliação do vigor de sementes de milho (ANDREOLI et al., 2002) e de milho doce (GUISCEM; NAKAGAWA; ZUCARELI, 2002; CAMARGO; CARVALHO, 2008).

O teste de primeira contagem de germinação também avalia, indiretamente, a velocidade desse processo, de tal forma que, quanto maior o número de plântulas normais computadas, maior será o vigor do lote (NAKAGAWA, 1999). Trabalhando com sementes de milho superdoce (cultivar BR 400), Guiscem, Nakagawa e Zucareli (2002) verificaram a eficiência desse teste na diferenciação dos lotes quanto ao vigor; porém, a

mesma eficiência não foi constatada por Santos et al. (2002), trabalhando com sementes do mesmo cultivar.

Ainda em relação aos testes fisiológicos, destaca-se o teste de comprimento de plântulas. Nesse teste, é realizada a determinação do comprimento médio das plântulas normais ou de suas partes, tendo em vista que as amostras que apresentam os maiores valores médios são as mais vigorosas (NAKAGAWA, 1999).

A eficiência do teste de comprimento de plântulas foi verificada na avaliação do potencial fisiológico de sementes de milho doce (WANN, 1980; STYER; CANTLIFFE; HANNAH, 1980; STYER; CANTLIFFE, 1983; 1984) e de milho (TEIXEIRA; CICERO; DOURADO NETO, 2006; AVILA; BRACCINI; SCAPIM, 2007).

Hampton e TeKrony (1995) e Vanzolini et al. (2007) verificaram que, na detecção de diferenças sutis no potencial fisiológico de lotes de sementes de soja, o teste tem maior sensibilidade quando, para a obtenção do comprimento médio das plântulas e de suas partes, é considerado o número de sementes colocadas para germinar e não somente o número de plântulas mensuradas.

Apesar das vantagens apresentadas pelos testes que se baseiam no desenvolvimento de plântulas, de um modo geral, esses podem ser considerados menos sensíveis para detectar diferenças de vigor, quando comparados aos que avaliam a tolerância a estresses (MARCOS FILHO, 2005).

Verificando a eficiência de diferentes métodos para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de milho, Fratin (1987) concluiu que, dentre os utilizados, o teste de frio com utilização de terra e o de envelhecimento acelerado são os mais eficientes, visando à identificação do potencial de emergência das plântulas, do potencial de armazenamento das sementes e da separação de lotes em diferentes níveis de vigor.

O teste de frio foi inicialmente desenvolvido para avaliar o efeito do tratamento de sementes com fungicidas (WOODSTOCK, 1976). Posteriormente, passou a ser considerado como um teste de vigor, avaliando a resposta de amostras de sementes submetidas à combinação de baixa temperatura, alto grau de umidade do substrato e, se possível, agentes patogênicos. Dois tipos de estresse predominam nesse teste, pois a temperatura subótima dificulta a atuação de mecanismos de reparo, permitindo a

perda de solutos celulares, devido à configuração do sistema de membranas, enquanto a atividade de microrganismos exerce efeito prejudicial ao desempenho das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Variações da metodologia para a condução do teste de frio foram relatadas por vários autores (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO; HENNING, 1991; CICERO; VIEIRA, 1994; DIAS; BARROS, 1995), embora a maioria das análises seja conduzida utilizando-se a metodologia de “terra em caixa”. No entanto, Caseiro e Marcos Filho (2000), comparando quatro métodos para a condução do teste de frio em sementes de milho, concluíram que o procedimento em bandeja oferece maior facilidade para padronização e permite a obtenção de resultados mais consistentes do que o teste com “terra” em caixas, inclusive quanto à relação com a emergência de plântulas em campo.

Embora existam diversos trabalhos empregando o teste de frio para avaliação do vigor de sementes de várias espécies, os estudos com relação aos aspectos metodológicos e sua utilização têm se concentrado em sementes de milho comum (BARROS et al., 1999). No entanto, pesquisas têm demonstrado a sensibilidade desse teste na separação de lotes de sementes de milho doce em diferentes níveis de vigor (NASCIMENTO; PESSOA; BOITEUX, 1994; SANTOS et al., 2002; ARAUJO et al., 2002; CAMARGO; CARVALHO, 2008). Por outro lado, os resultados obtidos por Gomes Junior (2009), mostraram que há possibilidade desse teste promover efeitos muito drásticos, embora permita a diferenciação de lotes de milho superdoce quanto ao vigor.

Outro teste de resistência a estresse é o de envelhecimento acelerado, reconhecido como um dos mais populares para avaliação do vigor de sementes de várias espécies, sendo capaz de proporcionar informações com alto grau de consistência (TEKRONY, 1995). Foi desenvolvido com a finalidade de estimar o potencial de armazenamento de sementes, mas pode fornecer informações sobre o potencial de emergência das plântulas em campo. Nesse teste, considera-se que lotes de sementes de alto vigor mantêm sua viabilidade quando submetidos, durante curtos períodos de tempo, a condições severas de temperatura e umidade relativa do ar (DELOUCHE; BASKIN, 1973).

Há relatos na literatura constando indicações de sucesso do teste de envelhecimento acelerado na avaliação do vigor de sementes de milho doce

(HAMPTON; TEKRONY, 1995; SANTOS et al., 2002) e de milho (HAMPTON; TEKRONY, 1995; MIGUEL; MARCOS FILHO, 2002; TEIXEIRA; CICERO; DOURADO NETO, 2006; ÁVILA; BRACCINI; SCAPIM, 2007).

Em alguns trabalhos com sementes de hortaliças, o teste de envelhecimento acelerado tem revelado resultados pouco consistentes. Uma das razões pode ser a rápida absorção de água, resultando em grau de deterioração mais intenso, com redução mais drástica da germinação (POWELL; MATTHEWS, 1981; PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 1998; RODO; PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2000). Por esse motivo, alternativas têm sido estudadas para a condução desse teste, como, por exemplo, a substituição dos 40 mL de água por igual volume de solução saturada de NaCl, KCl ou NaBr; isto permite a obtenção de umidades relativas inferiores às verificadas no envelhecimento tradicional, fazendo com que a absorção de água pelas sementes ocorra em menor intensidade e de forma mais lenta e uniforme, culminando em menor intensidade de deterioração e menor variação entre os resultados (JIANHUA; McDONALD, 1996; PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001).

A eficiência do teste de envelhecimento acelerado com o uso de solução saturada de sal na diferenciação de lotes quanto ao nível de vigor, foi constatada para sementes de várias espécies; porém, poucas são as informações obtidas para sementes de milho doce (BENNETT; EVANS; GRASSBAUGH, 2001).

Além dos testes já citados, o teste de emissão da raiz primária, apesar de pouco estudado, é um teste de simples execução e promissor para detectar diferenças no vigor de lotes de sementes de milho (TOLEDO et al., 1999; MATTHEWS; KHAJEH-HOSSEINI, 2006).

A precocidade de emissão da raiz primária, embora não permita a avaliação da plântula de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), mostrou-se interessante para estimar o vigor de sementes de milho, uma vez que associa a quantidade de sementes que emitem a raiz primária à velocidade do processo de germinação (TOLEDO et al., 1999). Vale ressaltar que uma das consequências da deterioração é a redução da velocidade de germinação e da taxa de crescimento das plântulas, sendo que as alterações desses parâmetros ocorrem em

ritmo acelerado e antes que se verifique redução do número de plântulas normais (SPEARS, 1995).

Verificando a relação existente entre a taxa de germinação de sementes de milho e a emergência e crescimento das plântulas em campo, Matthews e Khajeh-Hosseini (2006), conduziram o teste de emissão da raiz primária a 13°C e a 20°C, utilizando-se dois critérios (protrusão da raiz primária e raiz primária com, no mínimo, 2mm de comprimento) para avaliação das plântulas. Os resultados obtidos foram relacionados positivamente com a emergência de plântulas em campo e com o crescimento das plântulas, e negativamente, com a variação no crescimento das plântulas, ou seja, os lotes que originaram plântulas menores e desuniformes foram os que apresentaram germinação e emergência mais lentas.

Posteriormente, mediante o teste de emissão da raiz primária, Matthews e Khajeh-Hosseini (2007) constataram que diferenças no vigor entre lotes de sementes de milho resultam de períodos de atraso, entre o início da embebição e a protrusão da raiz primária, para permitir o restabelecimento metabólico de sementes mais deterioradas; verificaram ainda que o atraso na germinação de sementes menos vigorosas afeta diretamente o crescimento da plântula. A sensibilidade do teste de emissão da raiz primária também foi observada por Pereira et al. (2008), avaliando o potencial fisiológico de sementes de 22 genótipos de milho doce.

Para sementes de outras espécies, há pesquisas que relatam a possível utilização do teste de emissão da raiz primária como um teste de vigor. Em sementes peliculizadas de tomate, a avaliação da precocidade de emissão da raiz primária (após 56, 72 e 96h) mostrou-se promissora na separação dos lotes quanto ao vigor (MARTINELLI-SENEME et al., 2004); porém, MARTINS et al. (2006) trabalhando com a mesma espécie obtiveram resultados inconsistentes para esse teste. Já para sementes de couve-brócolos, o teste de emissão da raiz primária (56 horas após a semeadura) foi um dos mais sensíveis na diferenciação do vigor dos lotes avaliados, apresentando maior eficiência que a emergência de plântulas em substrato (MARTINS et al., 2002).

Diante da dificuldade enfrentada pelos produtores de milho superdoce, em relação ao baixo potencial fisiológico das sementes, torna-se fundamental a avaliação eficiente da germinação e do vigor dessas sementes. Como são poucas as informações

sobre a eficiência dos testes de vigor em sementes de milho superdoce, há necessidade de aprofundar os estudos nessa área.

## **2.2 Material e métodos**

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP/ESALQ), em Piracicaba/SP. O período experimental incluiu avaliações do desempenho de sementes de milho superdoce em três épocas distintas, com intervalos aproximadamente trimestrais, entre dezembro de 2008 a agosto de 2009. A condução de três épocas teve como objetivo verificar a consistência dos resultados.

### **2.2.1 Sementes**

Utilizaram-se dois híbridos de milho superdoce (*sh2*), ‘SWB 551’ e ‘SWB 585’, fornecidos pela empresa Dow AgroSciences<sup>®</sup>, cada um representado por seis lotes de sementes tratadas com fungicida e inseticida. Como a empresa não tinha disponibilidade de lotes de cada híbrido com potenciais fisiológicos diferentes, foi necessário efetuar o envelhecimento artificial de parte das sementes recebidas, para obtenção de materiais com variações no vigor. O uso de lotes de sementes envelhecidas artificialmente é justificável porque permite o controle mais preciso de variáveis, pois as diferenças no potencial fisiológico das sementes avaliadas são menos dependentes do histórico dos lotes.

Para o híbrido SWB 551 foram recebidos dois lotes de sementes com 1,3 kg (lote 1) e 8,7 kg (lote 2), respectivamente. O lote 1 foi mantido sem alterações e, o segundo (lote 2), dividido em quatro partes; três delas foram envelhecidas artificialmente a 41°C durante 24, 48 e 72 h, constituindo os lotes 3, 4 e 5, respectivamente. O sexto lote (lote 6) foi obtido mediante a mistura de 250,0 g do lote 2 com 170,0 g do lote 3, com base nos resultados de testes preliminares para avaliação do potencial fisiológico.

Por outro lado, a empresa também disponibilizou apenas um lote de sementes do híbrido SWB 585, tornando necessária a obtenção de outros cinco lotes. Diante disso, o lote recebido (lote 7) foi dividido em quatro partes; três delas foram envelhecidas artificialmente a 41°C durante 12, 24 e 48 h, constituindo os lotes 8, 9 e 10, respectivamente. O lote 11 foi obtido mediante a mistura de 290,0 g do lote 7 com 292,0 g do lote 8 e o lote 12 misturando-se 408,0 g do lote 7 com 175,0g do lote 9, também com base em resultados de testes preliminares.

Após o envelhecimento e cuidadosa homogeneização dos lotes de cada híbrido, as sementes foram colocadas para secar, a temperatura ambiente, até atingirem teores de água próximos aos iniciais. Em seguida, as sementes de cada lote foram colocadas em sacos de papel e armazenadas em câmara seca (20°C e 50% de umidade relativa do ar), onde permaneceram durante todo o período experimental.

O procedimento para o preparo dos lotes foi efetuado previamente a cada uma das três épocas de avaliação.

## **2.2.2 Avaliações do grau de umidade e do potencial fisiológico das sementes**

### **2.2.2.1 Determinação do grau de umidade**

Efetuada antes da instalação dos diferentes testes e após o envelhecimento acelerado (procedimento tradicional e com solução saturada de NaCl), nas três épocas, pelo método da estufa a 105°C ( $\pm 3$  °C), durante 24 horas (BRASIL, 1992), com duas repetições para cada lote. Os resultados foram expressos em percentagem média (base úmida) por lote.

### **2.2.2.2 Germinação**

Teste conduzido com quatro repetições de 50 sementes por lote, em rolos de papel-toalha umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel, a 25°C, por sete dias. As avaliações foram efetuadas aos quatro e sete dias após a semeadura, de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de

Sementes (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em percentagem média de plântulas normais para cada lote.

### **2.2.2.3 Primeira contagem de germinação**

Constou do registro da percentagem média de plântulas normais para cada lote, no quarto dia após a sementeira do teste de germinação (item 2.2.2.2).

### **2.2.2.4 Velocidade de germinação**

Determinada durante a condução do teste de germinação (item 2.2.2.2), mediante contagens diárias das plântulas normais até a estabilização dos dados. O índice de velocidade de germinação foi obtido de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n} \quad (01)$$

onde:

IVG = índice de velocidade de germinação;

$G_1, G_2, G_n$  = número de plântulas normais computadas na primeira, segunda,..., e última contagens, respectivamente;

$N_1, N_2, N_n$  = número de dias decorridos entre a sementeira e a primeira, segunda,..., e última contagens, respectivamente.

Os resultados foram expressos em índices médios de velocidade de germinação para cada lote.

### **2.2.2.5 Envelhecimento acelerado (procedimento tradicional)**

Conduzido utilizando-se caixas de plástico (11,0 x 11,0 x 3,0 cm) como compartimentos individuais (mini-câmaras), possuindo em seu interior suportes para apoio de uma tela metálica, onde as sementes foram distribuídas de maneira a formar

camada simples. No interior de cada caixa foram adicionados 40 ml de água. As caixas foram tampadas e mantidas em câmara de envelhecimento (tipo B.O.D.) regulada a 41°C, durante 72 horas. Após esse período, foi conduzido o teste de germinação conforme descrito no item 2.2.2.2, sendo a avaliação realizada aos quatro dias após a semeadura. Foi determinado, também, o grau de umidade (item 2.2.2.1) das sementes após o período de envelhecimento acelerado, visando avaliação da uniformidade das condições do teste.

#### **2.2.2.6 Envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS)**

Foi conduzido conforme procedimento descrito para o teste de envelhecimento acelerado tradicional (item 2.2.2.5); porém, substituiu-se o volume de água adicionado às caixas por 40 mL de solução saturada de NaCl, visando proporcionar ambiente com 76% de umidade relativa, de acordo com metodologia proposta por Jianhua e McDonald (1996). Após o envelhecimento, foi avaliado o grau de umidade das sementes, conforme mencionado em 2.2.2.5.

#### **2.2.2.7 Teste de frio**

Foram utilizadas bandejas de plástico (34 x 23 x 7cm) com 1 kg de “terra” (mistura de terra e areia). Em cada bandeja foram distribuídas duas repetições de 50 sementes, em seguida cobertas com 1 kg do mesmo substrato. A disponibilidade de água do substrato foi ajustada para 70% da sua capacidade de retenção. A água utilizada foi previamente resfriada a 10°C. Para reduzir a evaporação, as bandejas foram protegidas com saco de plástico e, em seguida, transferidas para câmara fria, a 10°C, por sete dias. Após esse período, as bandejas foram mantidas em germinador a 25°C, sendo a contagem das plântulas normais realizada cinco dias após (CASEIRO; MARCOS FILHO, 2000).

### **2.2.2.8 Comprimento de plântulas**

Para avaliação do comprimento de plântulas o substrato foi preparado da mesma forma descrita para o teste de germinação (item 2.2.2.2), sendo utilizadas quatro repetições de 20 sementes por lote. As sementes foram distribuídas no terço superior do papel-toalha, no sentido longitudinal, sendo posicionadas com a extremidade da radícula voltada para a parte inferior do papel. Os rolos foram mantidos em germinador a 25°C, por quatro dias.

Ao final desse período, com auxílio de uma régua graduada em milímetros, foram determinados os comprimentos da raiz primária, da parte aérea e total das plântulas consideradas normais. O comprimento médio da plântula e de suas partes foi obtido somando as medidas tomadas de cada plântula normal, em cada repetição, e dividindo pelo número total de sementes avaliadas (HAMPTON; TEKRONY, 1995). Os resultados foram expressos em mm, com uma casa decimal (NAKAGAWA, 1999).

### **2.2.2.9 Emissão da raiz primária (protrusão)**

Para a condução desse teste, utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes de cada lote, distribuídas em folhas de papel-toalha umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel e mantidas em germinadores regulados a 15°C, 20°C e 25°C. A cada 12 horas foi computado o número de plântulas que emitiram raiz primária (protrusão), constituindo o critério 1. Posteriormente, foi calculado o índice de precocidade de emissão da raiz primária, de acordo com fórmula proposta por Maguire (1962) para o cálculo da velocidade de germinação. Adicionalmente, calculou-se a percentagem média de plântulas de cada lote que emitiram raiz primária 36 horas (a 20°C) e 24 e 36 horas (a 25°C) após a instalação do teste.

### **2.2.2.10 Emissão da raiz primária (plântulas com 2mm de comprimento)**

Foi conduzida conforme procedimento descrito em 2.2.2.9; porém, a cada 12 horas foi computado o número de plântulas que emitiram raiz primária com, no mínimo,

2mm de comprimento (critério 2). De maneira semelhante, foi calculado o índice de precocidade de emissão da raiz primária; calculou-se, também, a percentagem média de plântulas de cada lote que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste conduzido a 25°C.

#### **2.2.2.11 Emergência de plântulas em campo**

Conduzida mediante delineamento blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela foi representada por uma linha de 4m de comprimento, onde foram distribuídas 50 sementes espaçadas entre si de 8cm, em sulcos com cerca de 7cm de profundidade, cobertos com, aproximadamente, 3cm de terra. O espaçamento entre linhas foi de 40cm. Aos 14 dias após a semeadura foi avaliada a emergência de plântulas, registrando-se a percentagem média de plântulas emersas para cada lote.

A velocidade de emergência de plântulas foi obtida de forma semelhante à velocidade de germinação (item 2.2.2.4), sendo computadas diariamente as plântulas emersas até o décimo quarto dia após a semeadura. O índice de velocidade de emergência também foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

### **2.3 Procedimento estatístico**

Os dados obtidos em cada época, foram analisados separadamente. Para os testes realizados em laboratório, a análise estatística foi efetuada de acordo com delineamento inteiramente casualizado (Tabela 1). Para o teste de emergência de plântulas em campo foi adotado o delineamento blocos ao acaso (Tabela 2).

As análises da variância foram realizadas separadamente para cada híbrido e, as médias, comparadas pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). Para execução da análise estatística utilizou-se o software *Statistical Analyses System* (SAS).

Tabela 1 - Esquema da análise da variância para os testes realizados em laboratório

Causas de variação	GL
Lotes	5
Resíduo	18
Total	23

Tabela 2 - Esquema da análise da variância para os testes realizados em campo

Causas de variação	GL
Lotes	5
Blocos	3
Resíduo	15
Total	23



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Primeira época de avaliação

Os dados referentes ao grau de umidade das sementes dos híbridos SWB 551 e SWB 585 encontram-se nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

De acordo com Marcos Filho, Cicero e Silva (1987) a uniformização do teor de água das sementes antes da avaliação do potencial fisiológico é imprescindível para a padronização de procedimentos e obtenção de resultados consistentes. Nesta época, as sementes apresentaram teor de água inicial entre 8,3% e 9,5% e, após o teste de envelhecimento acelerado tradicional, variaram de 30,0% a 31,5% e de 29,6% a 31,6%, respectivamente, para os lotes dos híbridos SWB 551 e SWB 585. Após o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, a variação foi de 11,9% a 12,7% e de 11,8% a 12,6%, respectivamente. Assim, esse parâmetro não afetou o comportamento das sementes durante os testes conduzidos, visto que as variações estavam dentro de limites toleráveis, ou seja, 2 a 3 pontos percentuais.

Ao mesmo tempo, também não houve influência em resultados de testes que envolviam a determinação da velocidade de germinação ou de emergência de plântulas. Sabe-se que as sementes mais úmidas, dentro de limites, podem apresentar germinação mais rápida, o mesmo ocorrendo com o desenvolvimento inicial das plântulas (MARCOS FILHO, 2005).

Para o híbrido SWB 551, as análises da variância dos dados obtidos indicaram efeitos significativos de lotes para todos os testes conduzidos. O lote 1 foi identificado como o de pior desempenho em todos os testes conduzidos; porém, houve variações quanto à indicação de um dos lotes como o mais vigoroso, pois, na maioria dos testes, essa posição foi ocupada pelos lotes 2 ou 6 (Tabelas 3, 5, 7 e 9).

Tabela 3 - Valores médios do grau de umidade inicial (GU), grau de umidade após envelhecimento acelerado tradicional (GU-EAT), grau de umidade após envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (GU-EASS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), percentagem (EPC) e índice de velocidade (IVE) de emergência de plântulas em campo, provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'

Lotes	GU	GU-EAT	GU-EASS	G	PCG	IVG	EPC	IVE
	..... % .....						%	
1	8,3	30,9	12,4	72B	33C	7,8B	60B	4,8C
2	8,7	31,5	12,5	91A	71AB	11,7A	84A	7,2A
3	9,1	31,5	11,9	91A	77A	12,0A	82A	6,7AB
4	9,4	30,0	12,5	86A	71AB	11,4A	77A	6,1B
5	9,4	31,3	12,7	86A	68B	11,4A	81A	6,7AB
6	9,5	31,1	12,4	93A	67B	11,9A	78A	6,5AB
CV (%)				6,7	6,7	5,3	7,3	7,3

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Os resultados apresentados na Tabela 3, não destacaram a superioridade de algum dos lotes nos testes de germinação, velocidade de germinação e percentagem de emergência de plântulas em campo; porém, quando se avaliou a velocidade de emergência de plântulas, o lote 2 foi indicado como o mais vigoroso. Embora o teste de velocidade de germinação não tenha identificado o lote de melhor desempenho, verificou-se tendência para superioridade dos lotes 3 e 6. A observação referente ao comportamento do lote 3 foi confirmada no teste de primeira contagem de germinação que avalia, indiretamente, a velocidade de germinação. Segundo Nakagawa (1999), a primeira contagem de germinação frequentemente é mais sensível para identificar diferenças de vigor entre lotes do que a velocidade de germinação.

Avaliando o potencial fisiológico de sementes de milho doce, em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem, Guissem, Nakagawa e Zucarelli (2002) verificaram que dentre os testes conduzidos, o teste de primeira contagem de germinação foi um dos mais eficientes.

Tabela 4 - Valores médios do grau de umidade inicial (GU), grau de umidade após envelhecimento acelerado tradicional (GU-EAT), grau de umidade após envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (GU-EASS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), percentagem (EPC) e índice de velocidade (IVE) de emergência de plântulas em campo, provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585'

Lotes	GU	GU-EAT	GU-EASS	G	PCG	IVG	EPC	IVE
	..... % .....						%	
7	8,6	30,2	12,3	89A	63AB	10,8AB	82A	6,8AB
8	8,9	31,6	11,8	90A	64A	11,0AB	76A	6,2AB
9	9,0	31,0	12,5	91A	62AB	11,3AB	74A	5,9B
10	9,2	29,7	12,6	88A	50B	10,5B	74A	6,1AB
11	8,5	29,6	12,5	90A	62AB	11,5AB	78A	6,3AB
12	8,4	29,8	12,3	90A	70A	11,8A	84A	7,0A
CV (%)				4,9	12,7	6,0	8,5	9,0

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Em relação ao híbrido SWB 585 (Tabela 4), os valores referentes às percentagens de germinação e de emergência de plântulas em campo não diferenciaram os lotes. Sendo o teste de germinação realizado sob condições ótimas de temperatura e umidade, a coerência entre os resultados desses testes pode ser explicada pelas condições favoráveis de ambiente ocorridas durante a condução do teste de emergência de plântulas. O mesmo foi verificado por Vanzolini et al. (2007) trabalhando com sementes de soja, também sob condições ambientais favoráveis.

Entretanto, os testes de primeira contagem e velocidade de germinação detectaram o pior desempenho do lote 10 e identificaram o maior vigor do lote 12, acompanhado pelo lote 8 no teste de primeira contagem de germinação. A semelhança entre os resultados desses testes é explicável, uma vez que o teste de primeira contagem avalia, indiretamente, a velocidade de germinação. Fessel et al. (2003), avaliando os atributos físico, fisiológico e sanitário de sementes de milho durante o beneficiamento, verificaram resultados semelhantes para os testes de primeira contagem e velocidade de germinação.

O melhor desempenho do lote 12 também foi manifestado na determinação da velocidade de emergência de plântulas; ainda neste teste, o lote 9 foi identificado como

o menos vigoroso, embora o valor numérico (5,9) tenha sido próximo do verificado para o lote 10 (6,1).

A importância da temperatura na manifestação de processos fisiológicos das sementes pode ser verificada examinando-se os resultados dos testes de frio e envelhecimento acelerado (Tabelas 5 e 6). Para ambos os híbridos avaliados, observou-se que os valores numéricos obtidos no teste de frio foram relativamente baixos. Provavelmente, o estresse causado pela baixa temperatura foi responsável pelos resultados observados pois, nessa condição, as sementes encontram maior dificuldade para reorganização das membranas durante a embebição (MARCOS FILHO, 2005). Entretanto, para o híbrido SWB 551, esse teste, assim como todos os outros, identificou o lote 1 como o de menor vigor. Para o híbrido SWB 585, verificou-se o pior desempenho do lote 12, discordando dos resultados da velocidade de germinação e de emergência de plântulas, onde este lote foi indicado como o mais vigoroso (Tabela 4). Assim, quando os efeitos de condições estressantes são mais drásticos, é mais difícil a separação de lotes quanto ao vigor.

Gomes Junior (2009), trabalhando com sementes do híbrido de milho superdoce SWB 551, verificou que o teste de frio foi o mais sensível para identificar perdas de vigor associadas a injúrias mecânicas; porém, esse teste também originou valores numéricos relativamente baixos. Assim, há possibilidade de que ambos os genótipos avaliados na presente pesquisa apresentem baixa tolerância a temperaturas reduzidas (10°C), contribuindo para a severidade do teste de frio aqui constatada.

Por outro lado, a utilização de temperatura e umidade relativa elevadas nos testes de envelhecimento acelerado, permitiu a separação dos lotes de ambos os híbridos em diferentes níveis de vigor, sem provocar efeitos drásticos. Isto pode indicar que os genótipos utilizados são menos sensíveis a temperaturas elevadas do que à temperatura mais baixa. Esse fato é importante porque, em certos casos, a sensibilidade do genótipo a condições específicas de ambiente (temperatura, disponibilidade hídrica, por exemplo) pode ser mais evidente que as diferenças de vigor entre lotes de sementes e, com isso, mascarar os resultados obtidos.

Tabela 5 - Resultados dos testes de frio (TF), envelhecimento acelerado tradicional (EAT), envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS), comprimento da raiz primária (RP), comprimento da parte aérea (PA) e comprimento de plântulas (PL) provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'

Lotes	TF	EAT	EASS	Plântulas (mm)		
				RP	PA	PL
	..... % .....					
1	11B	44D	22C	33,3B	11,4C	44,6C
2	34A	79AB	82A	81,0A	25,8B	106,7AB
3	35A	75ABC	73B	89,7A	27,2AB	116,9AB
4	31A	67C	76AB	80,3A	23,5B	103,8B
5	25A	70BC	81A	88,3A	26,6AB	114,9AB
6	34A	80A	78AB	100,0A	32,0A	132,0A
CV (%)	24,3	8,2	6,8	17,2	14,6	16,1

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Tabela 6 - Resultados dos testes de frio (TF), envelhecimento acelerado tradicional (EAT), envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS), comprimento da raiz primária (RP), comprimento da parte aérea (PA) e comprimento de plântulas (PL) provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585'

Lotes	TF	EAT	EASS	Plântulas (mm)		
				RP	PA	PL
	..... % .....					
7	39A	69A	72A	64,5AB	28,6A	93,2A
8	37A	51B	74A	60,3AB	25,0AB	85,2AB
9	42A	53B	61C	72,7A	27,3AB	100,0A
10	35AB	33C	70AB	43,2B	18,5B	61,6B
11	34AB	55B	63BC	76,1A	28,7A	104,8A
12	26B	61AB	77A	56,7AB	25,6AB	82,3AB
CV (%)	16,9	16,8	8,0	21,6	24,0	21,7

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Para o híbrido SWB 551 (Tabela 5), observou-se desempenho superior do lote 6 no teste de envelhecimento acelerado tradicional e dos lotes 2 e 5, no teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl. Esse destaque para o lote 2 também ocorreu quanto à velocidade de emergência de plântulas (Tabela 3). Quanto ao híbrido SWB 585 (Tabela 6), verificou-se no teste tradicional de envelhecimento acelerado o melhor desempenho do lote 7 e, o pior, do lote 10; entretanto, o teste com solução saturada de NaCl destacou o lote 9 como o menos vigoroso, apresentando

coerência com a identificação do lote de menor vigor pela velocidade de emergência de plântulas (Tabela 4).

Resultados distintos foram obtidos por Gomes Junior (2009), o qual avaliando o potencial fisiológico de sementes de milho superdoce, submetidas a injúrias mecânicas, constatou que o teste de envelhecimento acelerado tradicional não permitiu a identificação consistente de perdas de vigor das sementes, de acordo com o número de impactos. Por outro lado, a eficiência desse teste foi verificada por Santos et al. (2002), utilizando as temperaturas de 45°C e 42°C durante 24 e 72 horas, respectivamente; nessas condições, houve diferenciação de lotes de sementes de milho superdoce em diferentes níveis de vigor.

Na avaliação dos dois híbridos, o teste de comprimento de plântulas ou de suas partes também foi eficiente na separação dos lotes quanto ao vigor (Tabelas 5 e 6). Os resultados do híbrido SWB 551 mostraram o melhor desempenho do lote 6 quando se determinou o comprimento da parte aérea (PA) e das plântulas (PL). Embora na avaliação do comprimento da raiz primária (RP) não tenha sido identificado um dos lotes como o mais vigoroso, observou-se uma tendência para a superioridade do lote 6. Esses resultados concordaram com os obtidos no teste de envelhecimento acelerado tradicional (Tabela 5). Da mesma forma, avaliando o vigor de lotes de sementes de milho, Teixeira, Cicero e Dourado Neto (2006) verificaram resultados coerentes entre os testes de comprimento de plântulas e de envelhecimento acelerado tradicional.

Em relação ao híbrido SWB 585, os resultados do teste de comprimento de plântulas (RP, PA e PL) revelaram o pior desempenho do lote 10, mostrando coerência com a identificação do lote menos vigoroso nos testes de primeira contagem de germinação, velocidade de germinação e envelhecimento acelerado tradicional (Tabelas 4 e 6). Ainda nesse teste, o lote 11 foi identificado como o mais vigoroso, acompanhado pelo lote 9 na avaliação do comprimento da raiz primária (RP), pelo lote 7 na avaliação do comprimento da parte aérea (PA) e pelos lotes 7 e 9 na avaliação do comprimento de plântulas (PL), verificando-se, assim, tendência para a superioridade do lote 11.

Na Tabela 7 são apresentados os resultados do teste de emissão da raiz primária para o híbrido SWB 551. De uma maneira geral, para todas as temperaturas e

critérios utilizados, o lote 2 foi o que apresentou melhor desempenho. Verificou-se que, no teste de emissão da raiz primária a 25°C, quando foram computadas plântulas com raízes de, pelo menos, 2mm de comprimento (critério 2), os lotes 2 e 6 foram identificados como os mais vigorosos; porém, quando se avaliou a protrusão da raiz primária (critério 1), observou-se tendência para a superioridade do lote 6. Quando os testes foram conduzidos a 15°C e a 20°C, o lote 2 foi o que apresentou melhor desempenho considerando-se os dois critérios. Esses resultados confirmaram a superioridade do lote 2 quanto à velocidade de emergência de plântulas (Tabela 3). Essa coerência talvez seja devida ao fato da temperatura de 25°C ser mais adequada para a germinação de sementes de milho superdoce do que 15°C e 20°C; assim, provavelmente as sementes mais vigorosas superaram com maior eficiência essa relativa adversidade na temperatura. Essa mesma situação pode ter sido verificada no teste de emergência de plântulas, pois a ocorrência de condições menos favoráveis, como variações na temperatura, pode ser prejudicial. De acordo com Marcos Filho (1986) e Carvalho e Nakagawa (2000) as sementes mais vigorosas germinam sob ampla variação de temperatura, ao passo que as mais deterioradas são menos tolerantes a possíveis desvios em relação ao nível ótimo. De maneira semelhante, Matthews e Khajeh-Hosseini (2006) verificaram associações estreitas entre a emissão da raiz primária (protrusão da raiz primária ou quando as plântulas apresentavam raiz primária com, no mínimo, 2mm de comprimento) e o tempo médio de emergência de plântulas em campo; os lotes de sementes de milho que emitiram mais rapidamente a raiz primária, também apresentaram emergência mais rápida de plântulas.

Tabela 7 - Índices médios de precocidade de emissão da raiz primária a 15°C (ERP 15°C), 20°C (ERP 20°C) e 25°C (ERP 25°C), considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1) e plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'

Lotes	ERP 15°C		ERP 20°C		ERP 25°C	
	Critério 1	Critério 2	Critério 1	Critério 2	Critério 1	Critério 2
1	2,7C	2,5D	6,8C	6,3C	12,0B	10,3C
2	6,3A	5,0A	12,0A	10,1A	16,5A	14,6A
3	4,8B	4,4B	11,4AB	9,2B	16,1A	13,6B
4	4,6B	4,6AB	10,7B	8,8B	15,9A	13,8AB
5	5,0B	3,8C	10,8B	9,3B	16,4A	13,5B
6	5,1B	3,8C	11,2B	9,2B	16,9A	14,5A
CV (%)	9,7	7,9	4,3	5,9	5,0	4,3

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Em relação ao híbrido SWB 585, os resultados dos testes de emissão da raiz primária encontram-se na Tabela 8. No teste de emissão da raiz primária a 15°C (critério 1), o lote 10 foi identificado como de desempenho inferior; porém, de acordo com o critério 2, além da identificação do lote 10 como o de pior desempenho, o lote 12 foi destacado como o mais vigoroso, concordando com os resultados de velocidade de germinação (Tabela 4). Esta semelhança pode ser explicada pelo fato desses testes se basearem em avaliações iniciais do desenvolvimento das plântulas.

Quando o teste foi conduzido a 20°C (critério 1), observou-se o desempenho superior do lote 11 em relação aos lotes 8, 9 e 10; no entanto, conforme o critério 2, o lote 11 foi superior aos lotes 9 e 10. Esse melhor desempenho do lote 11 concordou com a tendência para a superioridade deste lote observada no teste de comprimento de plântulas (Tabela 6). Quando se avaliou a emissão da raiz primária a 25°C (critério 2), o pior desempenho foi verificado para os lotes 10 e 12 e o melhor para o lote 8; porém, quando a interpretação foi efetuada conforme o critério 1, observou-se apenas tendência para superioridade e inferioridade dos lotes 8 e 10, respectivamente.

Tabela 8 - Índices médios de precocidade de emissão da raiz primária a 15°C (ERP 15°C), 20°C (ERP 20°C) e 25°C (ERP 25°C), considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1) e plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585'

Lotes	ERP 15°C		ERP 20°C		ERP 25°C	
	Critério 1	Critério 2	Critério 1	Critério 2	Critério 1	Critério 2
7	5,2A	4,7BC	8,6AB	7,6AB	11,7A	10,7AB
8	5,3A	4,9AB	7,6B	7,2ABC	12,6A	11,6A
9	5,5A	4,6BC	7,9B	6,5C	11,9A	10,9AB
10	4,2B	4,3C	7,7B	6,6BC	11,1A	10,5B
11	5,6A	5,0AB	9,1A	7,9A	11,9A	10,7AB
12	5,3A	5,2A	8,4AB	7,6AB	12,0A	10,2B
CV (%)	9,7	5,9	7,5	9,6	7,6	5,7

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Com relação à percentagem de plântulas que emitiram raiz primária 24 horas após a instalação do teste, os resultados obtidos para os dois híbridos não permitiram a diferenciação consistente dos lotes quanto ao vigor, em nenhuma das três épocas de avaliação. Assim, como esse parâmetro não foi considerado eficiente para avaliação do potencial fisiológico dos lotes estudados, os dados não foram apresentados.

Para o híbrido SWB 551, os resultados referentes à percentagem de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste, encontram-se na Tabela 9. Observou-se que apenas o teste conduzido a 20°C permitiu a identificação do lote de melhor desempenho (lote 2), apresentando coerência com os resultados obtidos para o índice de precocidade de emissão da raiz primária (Tabela 7).

Tabela 9 - Percentagens médias de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste a 20°C e a 25°C, considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1), e a 25°C, considerando plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'

Lotes	Critério 1 (%)		Critério 2 (%)
	20°C	25°C	25°C
1	0C	52B	20B
2	21A	85A	65A
3	13B	81A	53A
4	10B	79A	61A
5	12B	81A	55A
6	11B	88A	64A
CV (%)	46,2	6,9	14,7

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Na Tabela 10 são apresentados os resultados da percentagem de plântulas que emitiram raiz primária após 36 horas, para o híbrido SWB 585. Verificou-se que a separação dos lotes em diferentes níveis de vigor também ocorreu somente quando esse teste foi conduzido a 20°C, onde o lote 7 apresentou desempenho superior aos lotes 8, 9 e 10. Esses resultados não confirmaram os obtidos para o índice de precocidade de emissão da raiz primária, onde o lote 11 superou os lotes 8, 9 e 10 (Tabela 8).

Tabela 10 - Percentagens médias de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste a 20°C e a 25°C, considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1), e a 25°C, considerando plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585'

Lotes	Critério 1 (%)		Critério 2 (%)
	20°C	25°C	25°C
7	4A	29A	15A
8	1B	27A	19A
9	0B	29A	14A
10	0B	22A	11A
11	3AB	31A	18A
12	3AB	29A	15A
CV (%)	128,1	23,3	34,1

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Como pode ser observado para os dois híbridos, a percentagem de plântulas que emitiram raiz primária permitiu a identificação do lote mais vigoroso apenas quando o teste foi conduzido a 20°C. Provavelmente essa temperatura causou algum estresse às sementes, permitindo, assim, que as mais vigorosas se destacassem. Em geral, dependendo da sua condição fisiológica, a semente apresenta resposta diferenciada quando colocada para germinar sob temperaturas abaixo da ótima (DIAS; ALVARENGA, 1999).

### **3.1.1 Considerações gerais**

Diante dos resultados obtidos na primeira época de testes para o híbrido SWB 551, verificou-se que os testes de envelhecimento acelerado tradicional, de comprimento de plântulas e da parte aérea foram comparáveis quanto à identificação dos lotes de melhor (lote 6) e pior desempenho (lote 1). Da mesma forma, os testes de velocidade de emergência de plântulas em campo e emissão da raiz primária, a 15°C (critérios 1 e 2) e a 20°C (critérios 1 e 2), considerando os índices de precocidade de emissão da raiz primária e, também, a percentagem de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste, a 20°C, produziram informações semelhantes quanto à indicação dos lotes mais (lote 2) e menos vigorosos (lote 1).

Para o híbrido SWB 585, verificou-se que os testes de velocidade de germinação e de emissão da raiz primária a 15°C (critério 2) identificaram, de maneira semelhante, os lotes de melhor (lote 12) e pior (lote 10) desempenho. Devido à semelhança acentuada do potencial fisiológico dos lotes de sementes desse híbrido, houve maior variação quanto à identificação do lote mais vigoroso. Assim, vale ressaltar que o teste de envelhecimento acelerado tradicional também identificou o lote 10 como o menos vigoroso, porém, destacando o lote 7 como o de melhor desempenho.

Considerando ambos os híbridos avaliados, verificou-se, durante a primeira época de avaliação, que os testes de envelhecimento acelerado tradicional e emissão da raiz primária a 15°C (critério 2), demonstraram maior sensibilidade para a separação dos lotes em diferentes níveis de vigor, identificando tanto o mais vigoroso como o de pior desempenho.

### 3.2 Segunda época de avaliação

Os resultados da determinação do grau de umidade das sementes dos híbridos SWB 551 e SWB 585 encontram-se nas Tabelas 11 e 12, respectivamente. As sementes apresentaram teor de água inicial entre 8,7% e 9,9%. Após o envelhecimento acelerado tradicional, esses valores variaram de 29,7% a 31,8% e de 30,1% a 32,7%, respectivamente, para as sementes dos híbridos SWB 551 e SWB 585; após o envelhecimento acelerado em presença de solução saturada de NaCl, a variação foi de 11,6% a 12,7%. Assim como na primeira época de testes, o grau de umidade não afetou o comportamento das sementes dos dois híbridos nos testes aqui conduzidos.

As análises da variância dos dados obtidos para o híbrido SWB 551 (Tabela 11), revelaram diferenças significativas entre lotes, para todos os parâmetros avaliados. De maneira semelhante à primeira época de avaliação, o lote 1 foi destacado como o menos vigoroso em todos os testes conduzidos e, os lotes 2 e/ou 6, foram identificados como os mais vigorosos, em praticamente todos os testes (Tabelas 11, 13, 15 e 17).

Diferentemente da primeira época de avaliação, a percentagem de germinação, velocidade de germinação e percentagem de emergência de plântulas em campo, para as sementes do híbrido SWB 551 (Tabela 11), permitiram a identificação do lote de melhor desempenho (lote 6); entretanto, quanto à primeira contagem de germinação, verificou-se apenas tendência para a superioridade desse lote. O desempenho superior do lote 6 também foi constatado quanto à velocidade de emergência de plântulas, porém, acompanhado pelo lote 2, que havia sido apontado como o mais vigoroso na primeira época de testes.

Tabela 11 - Valores médios do grau de umidade inicial (GU), grau de umidade após envelhecimento acelerado tradicional (GU-EAT), grau de umidade após envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (GU-EASS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), percentagem (EPC) e índice de velocidade (IVE) de emergência de plântulas em campo, provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'

Lotes	GU	GU-EAT	GU-EASS	G	PCG	IVG	EPC	IVE
	..... % .....						%	
1	8,7	31,7	11,6	68C	53B	9,2C	56C	5,0C
2	9,1	30,0	12,2	91AB	79A	13,5AB	88AB	8,7A
3	9,7	31,8	11,9	90AB	79A	13,1AB	81B	7,4B
4	9,3	30,6	12,7	88B	74A	12,6B	83AB	7,7B
5	9,9	29,7	12,6	89B	78A	13,0AB	82AB	7,8B
6	9,4	31,2	12,4	97A	83A	14,1A	89A	8,6A
CV (%)				5,1	8,3	6,4	6,0	6,1

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Tabela 12 - Valores médios do grau de umidade inicial (GU), grau de umidade após envelhecimento acelerado tradicional (GU-EAT), grau de umidade após envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (GU-EASS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), percentagem (EPC) e índice de velocidade (IVE) de emergência de plântulas em campo, provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585'

Lotes	GU	GU-EAT	GU-EASS	G	PCG	IVG	EPC	IVE
	..... % .....						%	
7	8,8	30,6	12,1	89A	76A	12,4A	79A	7,2A
8	9,4	32,7	11,9	86A	71A	12,1A	75A	6,9A
9	9,2	30,1	11,9	88A	72A	12,2A	76A	6,9A
10	9,1	30,5	11,6	87A	67A	11,9A	75A	6,9A
11	9,0	31,2	11,7	84A	74A	11,8A	79A	7,1A
12	9,0	30,8	11,8	82A	72A	11,8A	73A	6,7A
CV (%)				6,1	10,0	6,7	9,9	10,2

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Em relação ao híbrido SWB 585 (Tabela 12), não houve variação significativa entre os lotes quanto à percentagem e velocidade de germinação, primeira contagem de germinação e percentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo. Assim como na primeira época, verificou-se que, neste híbrido, o potencial fisiológico

dos lotes era mais próximo, dificultando a identificação de diferentes níveis de vigor. Segundo Marcos Filho (1999), a manifestação do vigor das sementes responde diretamente à influência do meio ambiente e, portanto, testes baseados no desenvolvimento de plântulas, como primeira contagem e velocidade de germinação, podem não apresentar sensibilidade suficiente para acusar diferenças pouco acentuadas no potencial fisiológico.

Em pesquisa realizada com sementes de milho superdoce, Coimbra (2007) verificou que os resultados dos testes de germinação e de emergência de plântulas em campo, não permitiram a identificação de diferenças de vigor entre os lotes avaliados.

Quanto aos testes de resistência a estresse, os resultados obtidos no teste de frio confirmaram a provável sensibilidade dos dois híbridos (principalmente do SWB 551) à baixa temperatura, observada na época anterior (Tabelas 13 e 14). No entanto, para o híbrido SWB 551, o teste separou lotes em diferentes níveis de vigor, identificando o lote 1 como o menos vigoroso, confirmando o resultado obtido na primeira época de avaliação, e o lote 2, como o mais vigoroso. Esses resultados forneceram informações semelhantes às de Santos et al. (2002), mas discordaram dos obtidos por Coimbra (2007), onde o teste de frio não permitiu a identificação dos lotes de milho superdoce de melhor e pior desempenho.

Em relação ao teste de envelhecimento acelerado tradicional, os resultados foram semelhantes aos obtidos na primeira época de testes, para ambos os híbridos. Para o híbrido SWB 551, o lote 6 foi identificado novamente como o de melhor desempenho, porém, acompanhado pelo lote 2 (Tabela 13). Já para o híbrido SWB 585, o pior desempenho foi novamente apresentado pelo lote 10; entretanto, verificou-se apenas tendência para a superioridade do lote 7 (Tabela 14). Observou-se que os resultados do teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, permitiram a identificação do lote de pior desempenho apenas para o híbrido SWB 551 (lote 1), como mostram as Tabelas 13 e 14. Isso pode ter acontecido em função das sementes absorverem água em menor intensidade e mais lentamente, propiciando menor taxa de deterioração e, com isso, resultados mais uniformes, não causando estresse suficiente que permitisse a separação dos lotes em diferentes níveis de vigor. Resultados semelhantes foram obtidos por Coimbra (2007), onde o teste de

envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl não detectou diferenças significativas entre lotes de sementes de milho superdoce.

Tabela 13 - Resultados dos testes de frio (TF), envelhecimento acelerado tradicional (EAT), envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS), comprimento da raiz primária (RP), comprimento da parte aérea (PA) e comprimento de plântulas (PL) provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'

Lotes	TF	EAT	EASS	Plântulas (mm)		
				RP	PA	PL
	..... % .....					
1	3D	43C	27B	88,5C	29,3B	117,8D
2	17A	82A	80A	134,5A	43,4A	177,9A
3	8CD	75AB	79A	107,4B	33,2B	140,5CD
4	11BC	71B	75A	111,0B	36,6AB	147,5BC
5	8CD	70B	73A	116,0B	37,2AB	153,1BC
6	14AB	80A	75A	125,1AB	42,4A	167,5AB
CV (%)	34,8	7,7	11,2	9,7	13,7	10,3

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Tabela 14 - Resultados dos testes de frio (TF), envelhecimento acelerado tradicional (EAT), envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS), comprimento da raiz primária (RP), comprimento da parte aérea (PA) e comprimento de plântulas (PL) provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585'

Lotes	TF	EAT	EASS	Plântulas (mm)		
				RP	PA	PL
	..... % .....					
7	33A	67A	72A	82,7AB	30,3AB	113,0AB
8	33A	61A	73A	76,7B	29,3ABC	106,0B
9	23A	60A	69A	85,4AB	32,3AB	117,6AB
10	27A	46B	73A	61,8C	23,9C	85,7C
11	26A	64A	74A	94,9A	34,4A	129,2A
12	29A	60A	68A	72,8BC	27,7BC	100,4BC
CV (%)	21,4	11,6	7,4	11,1	13,3	11,1

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

As Tabelas 13 e 14, também apresentam os resultados referentes ao teste de comprimento de plântulas (RP, PA e PL) para os híbridos SWB 551 e SWB 585, respectivamente.

Diferindo da primeira época, os resultados obtidos para o híbrido SWB 551, destacaram o melhor desempenho do lote 2, quando foi avaliado o comprimento da raiz primária (RP) e das plântulas (PL); este lote também foi identificado como o mais vigoroso na avaliação do comprimento da parte aérea (PA), porém, acompanhado pelo lote 6, o qual apresentou desempenho superior aos demais na primeira época de testes. Assim, como na primeira época, os resultados desse teste apresentaram coerência com os obtidos no teste de envelhecimento acelerado tradicional (Tabela 13). Concordância entre os resultados desses testes também foi observada por Ávila, Braccini e Scapim (2007), ao verificarem a eficiência do teste de comprimento de plântulas, sob estresse hídrico, na avaliação do potencial fisiológico de sementes de milho.

Para o híbrido SWB 585 (Tabela 14), os valores referentes ao comprimento de plântulas (RP, PA e PL) identificaram novamente o lote 10 como o de pior desempenho; ainda nesse teste, o lote 11 foi destacado como o mais vigoroso, confirmando a tendência indicada na primeira época de avaliação.

Os resultados do teste de emissão da raiz primária, para o híbrido SWB 551, são apresentados na Tabela 15. De maneira semelhante à primeira época de testes, para as determinações conduzidas a 15°C (critérios 1 e 2) e a 20°C (critérios 1 e 2), o lote 2 apresentou melhor desempenho, acompanhado pelos lotes 4 ou 6. Já no teste conduzido a 25°C (critério 1), diferentemente da época anterior, houve identificação dos lotes mais vigorosos (lotes 2 e 6); quando foram computadas plântulas com raiz primária de, pelo menos, 2mm de comprimento, apenas o lote 2 foi destacado como de melhor desempenho.

Como pode ser observado, o teste de emissão da raiz primária apresentou sensibilidade na detecção de diferenças de vigor entre os lotes de sementes do híbrido SWB 551, pois os resultados mostraram coerência com os obtidos em praticamente todos os outros testes conduzidos. Toledo et al. (1999) verificaram que o teste de emissão da raiz primária foi eficiente quando sementes de milho foram distribuídas em rolo de papel-toalha, pois permitiu a mesma classificação de lotes proporcionada pela primeira contagem de germinação, teste de frio com terra e emergência de plântulas em campo.

Tabela 15 - Índices médios de precocidade de emissão da raiz primária a 15°C (ERP 15°C), 20°C (ERP 20°C) e 25°C (ERP 25°C), considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1) e plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'

Lotes	ERP 15°C		ERP 20°C		ERP 25°C	
	Critério 1	Critério 2	Critério 1	Critério 2	Critério 1	Critério 2
1	1,8C	1,8C	4,7C	4,8C	10,2C	7,6C
2	4,9A	3,7A	8,9A	8,1A	16,1A	13,6A
3	3,9B	3,0B	7,9AB	7,0B	14,8AB	12,4AB
4	5,0A	3,7A	8,3AB	8,1A	14,8AB	12,1B
5	4,3AB	3,0B	7,4B	6,6B	14,2B	12,1B
6	4,2B	3,2AB	8,8A	6,9B	16,0A	12,7AB
CV (%)	11,6	14,0	10,2	7,7	6,3	6,8

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Na Tabela 16 encontram-se os resultados do teste de emissão da raiz primária para o híbrido SWB 585. Assim como na primeira época, na condução do teste a 15°C (critérios 1 e 2) verificou-se o pior desempenho do lote 10; no entanto, o melhor desempenho foi constatado para o lote 7 (critério 2), diferindo dos resultados obtidos na época anterior. O desempenho superior do lote 7 também foi detectado quando se avaliou a emissão da raiz primária a 20°C (critérios 1 e 2), discordando da primeira época; porém, houve confirmação do lote 9 (critério 2) e do lote 8 (critério 1) como os menos vigorosos. Diferentemente da primeira época, na avaliação do teste conduzido a 25°C (critério 1), foi possível a identificação do lote mais vigoroso (lote 12); ainda nesse teste, o lote 10 apresentou pior desempenho, confirmando a tendência apresentada na primeira época de avaliação. Quanto à emissão da raiz primária, conforme o critério 2, não foi possível identificar, nesta época, os lotes de melhor e pior desempenho.

Como as diferenças entre o potencial fisiológico das sementes do híbrido SWB 585 eram mais estreitas, vale ressaltar que, nesta época, o teste de emissão da raiz primária foi um dos poucos que permitiu a diferenciação dos lotes quanto ao vigor, apresentando, em geral, informações semelhantes às proporcionadas pelos testes de envelhecimento acelerado tradicional e comprimento de plântulas (RP, PA e PL), quanto à identificação do lote menos vigoroso. Matthews e Khajeh-Hosseini (2007)

verificaram que os resultados referentes ao teste de emissão da raiz primária foram relacionados aos obtidos para o comprimento da parte aérea de plântulas de milho; assim, as sementes que apresentaram maior atraso na germinação, originaram plântulas com parte aérea menos desenvolvida.

Tabela 16 - Índices médios de precocidade de emissão da raiz primária a 15°C (ERP 15°C), 20°C (ERP 20°C) e 25°C (ERP 25°C), considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1) e plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585'

Lotes	ERP 15°C		ERP 20°C		ERP 25°C	
	Critério 1	Critério 2	Critério 1	Critério 2	Critério 1	Critério 2
7	4,7A	4,6A	7,5A	7,1A	10,4AB	9,0A
8	4,7A	3,5CD	6,5B	6,7AB	10,0AB	8,9A
9	4,0B	3,9BCD	6,9AB	6,0B	9,8AB	9,3A
10	4,2B	3,3D	6,7AB	6,4AB	9,0B	8,6A
11	4,9A	4,2AB	7,0AB	6,8AB	10,2AB	9,1A
12	4,9A	4,1ABC	6,7AB	7,0A	11,0A	9,3A
CV (%)	7,0	10,2	7,5	8,5	10,4	6,8

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Os dados referentes à percentagem de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste, são apresentados nas Tabelas 17 e 18, respectivamente, para os híbridos SWB 551 e SWB 585.

Em relação ao híbrido SWB 551, a percentagem de plântulas que emitiram raiz primária a 20°C identificou o lote 5 como o mais vigoroso, discordando da primeira época (lote 2) e, também, dos resultados obtidos para o índice de precocidade de emissão da raiz primária (Tabela 15). Diferentemente da época anterior, os testes conduzidos a 25°C (critérios 1 e 2), permitiram a identificação dos lotes de melhor desempenho, sendo destacados os lotes 2 e 6, quando se avaliou a protrusão da raiz primária (critério 1), e apenas o lote 2, quando foram computadas plântulas com raiz de, no mínimo, 2mm de comprimento (critério 2); esses resultados concordaram com os obtidos para o índice de precocidade de emissão da raiz primária (Tabela 15).

A sensibilidade do teste de emissão da raiz primária, a 25°C, conforme a percentagem e o índice de precocidade de emissão da raiz primária, também foi verificada por Pereira et al. (2008), avaliando o potencial fisiológico de sementes de 22 genótipos de milho doce.

Para o híbrido SWB 585 (Tabela 18), de maneira diferente à época anterior, a percentagem de plântulas que emitiram raiz primária a 25°C (critério 1) permitiu a identificação dos lotes de melhor (lotes 7 e 12) e pior (lote 10) desempenho, apresentando coerência com os resultados obtidos para o índice de precocidade de emissão da raiz primária (Tabela 16). Os testes conduzidos a 20°C e a 25°C (critério 2), não permitiram a diferenciação dos lotes quanto ao vigor.

Tabela 17 - Percentagens médias de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste a 20°C e a 25°C, considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1), e a 25°C, considerando plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'

Lotes	Critério 1 (%)		Critério 2 (%)
	20°C	25°C	25°C
1	0C	32C	5D
2	3ABC	76A	57A
3	4ABC	69AB	42BC
4	2BC	70AB	34C
5	7A	62B	36C
6	6AB	80A	45B
CV (%)	79,8	11,8	15,0

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Tabela 18 - Percentagens médias de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste a 20°C e a 25°C, considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1), e a 25°C, considerando plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585'

Lotes	Critério 1 (%)		Critério 2 (%)
	20°C	25°C	25°C
7	1A	20A	5A
8	1A	18AB	6A
9	1A	18AB	3A
10	0A	13B	5A
11	0A	18AB	6A
12	1A	24A	7A
CV (%)	204,0	25,1	61,2

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

### 3.2.1 Considerações gerais

Para o híbrido SWB 551, dentre os testes conduzidos na segunda época de avaliação, os de envelhecimento acelerado tradicional, precocidade de emissão da raiz primária a 15°C (critérios 1 e 2), a 20°C (critérios 1 e 2) e a 25°C (critério 2), comprimento da parte aérea (PA) e velocidade de emergência de plântulas, produziram informações semelhantes às obtidas na primeira época, confirmando o pior desempenho do lote 1 e o melhor dos lotes 2 ou 6.

Em relação ao híbrido SWB 585, assim como na primeira época de avaliação, os resultados dos testes conduzidos mostraram sensibilidade semelhante apenas para identificação do lote de pior desempenho. Assim, constatou-se que os testes de emissão da raiz primária a 15°C (critérios 1 e 2), comprimento de plântulas (RP, PA e PL) e envelhecimento acelerado tradicional, apresentaram resultados comparáveis aos obtidos na primeira época de testes, identificando o lote 10 como o menos vigoroso; dentre esses testes, apenas o de emissão da raiz primária a 15°C (critério 2) identificou o lote mais vigoroso em ambas as épocas, porém, de maneira distinta (lote 12 na primeira e lote 7 na segunda época).

Diante dos resultados obtidos para os híbridos SWB 551 e SWB 585, na primeira e na segunda época de avaliação, verificou-se maior sensibilidade do teste de emissão

da raiz primária a 15°C (critério 2) para avaliação do potencial fisiológico de sementes de milho superdoce.

### 3.3 Terceira época de avaliação

Os dados referentes ao grau de umidade das sementes dos híbridos SWB 551 e SWB 585 são apresentados nas Tabelas 19 e 20, respectivamente. As sementes apresentaram grau de umidade inicial entre 9,1% e 10,5% e, após o teste de envelhecimento acelerado tradicional, variaram de 28,8% a 31,0% e de 27,9% a 28,8%, respectivamente, para os lotes dos híbridos SWB 551 e SWB 585. Após o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, a variação foi de 11,2% a 12,5% e de 11,3% a 12,2%, respectivamente. Verifica-se que, assim como nas épocas anteriores, o teor de água não afetou o comportamento das sementes nos testes conduzidos.

Tabela 19 - Valores médios do grau de umidade inicial (GU), grau de umidade após envelhecimento acelerado tradicional (GU-EAT), grau de umidade após envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (GU-EASS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), percentagem (EPC) e índice de velocidade (IVE) de emergência de plântulas em campo, provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'

Lotes	GU	GU-EAT	GU-EASS	G	PCG	IVG	EPC	IVE
	..... % .....						%	
1	9,2	28,8	11,2	60B	37C	7,2B	54B	3,5C
2	9,6	31,0	12,0	87A	65A	11,3A	88A	6,1A
3	10,5	30,8	12,3	83A	55B	10,4A	86A	5,9AB
4	10,3	29,0	12,2	82A	61AB	10,4A	84A	5,8AB
5	10,5	30,4	12,5	86A	60AB	10,7A	79A	5,3B
6	9,4	29,6	11,7	87A	63AB	11,4A	84A	5,9AB
CV (%)				6,4	9,5	6,8	6,9	7,7

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Para o híbrido SWB 551 (Tabela 19), constatou-se novamente o pior desempenho do lote 1 em todos os testes conduzidos, confirmando os resultados da primeira e da segunda épocas de avaliação. Verificou-se ainda que, na terceira época, houve menor sensibilidade de alguns testes quanto à identificação do lote mais vigoroso. Assim, da mesma forma verificada na primeira época de avaliação, a percentagem e velocidade de germinação e a percentagem de emergência de plântulas em campo, não detectaram lote de melhor desempenho. No entanto, na primeira contagem de germinação e velocidade de emergência de plântulas, o lote 2 foi indicado como o mais vigoroso; desse modo, foram confirmados os resultados obtidos para a velocidade de emergência de plântulas, observados nas épocas anteriores.

Tabela 20 - Valores médios do grau de umidade inicial (GU), grau de umidade após envelhecimento acelerado tradicional (GU-EAT), grau de umidade após envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (GU-EASS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), percentagem (EPC) e índice de velocidade (IVE) de emergência de plântulas em campo, provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585'

Lotes	GU	GU-EAT	GU-EASS	G	PCG	IVG	EPC	IVE
	..... % .....						%	
7	9,1	28,7	11,9	83AB	58AB	10,4AB	84AB	5,5AB
8	10,3	28,5	11,9	89A	66A	11,4A	86A	5,6A
9	10,1	28,8	11,3	87A	62AB	11,0A	81AB	5,1B
10	10,2	28,5	11,5	79B	50B	9,5B	78B	5,1B
11	9,3	27,9	12,2	87A	65A	11,3A	83AB	5,4AB
12	9,2	28,7	11,6	86AB	61AB	11,1A	82AB	5,4AB
CV (%)				5,5	13,1	6,9	5,3	5,6

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Quanto ao híbrido SWB 585, a percentagem, primeira contagem e velocidade de germinação e a percentagem e velocidade de emergência de plântulas em campo, acusaram o pior desempenho do lote 10; a percentagem e velocidade de emergência de plântulas ainda destacaram o melhor desempenho do lote 8 (Tabela 20).

Em relação ao teste de frio (Tabelas 21 e 22), foi confirmada a sensibilidade do híbrido SWB 551 à baixa temperatura, pois os valores numéricos continuaram relativamente baixos. Ainda para este híbrido, o teste identificou, de maneira

semelhante à primeira e à segunda épocas, o lote menos vigoroso (lote 1); porém, destacou de maneira distinta os lotes mais vigorosos. Já para o híbrido SWB 585, os valores apresentados nesta época não foram tão baixos como os obtidos nas épocas anteriores. Assim, o teste permitiu a identificação dos lotes 8 e 10 como os de melhor e pior desempenho, respectivamente, concordando com os resultados referentes à percentagem de emergência de plântulas em campo (Tabela 20).

Quanto aos testes de envelhecimento acelerado tradicional e com uso de solução saturada de NaCl, para o híbrido SWB 551 (Tabela 21), os resultados obtidos destacaram o melhor desempenho do lote 2, apresentando coerência com os resultados da primeira contagem de germinação e velocidade de emergência de plântulas (Tabela 19). Esse desempenho superior do lote 2 confirmou os resultados obtidos nos testes de envelhecimento acelerado tradicional (segunda época) e com solução saturada de NaCl (primeira época).

Tabela 21 - Resultados dos testes de frio (TF), envelhecimento acelerado tradicional (EAT), envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS), comprimento da raiz primária (RP), comprimento da parte aérea (PA) e comprimento de plântulas (PL) provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'

Lotes	TF	EAT	EASS	Plântulas (mm)		
				RP	PA	PL
1	6C	41D	25E	33,8B	11,9B	45,7B
2	38B	80A	79A	69,4A	23,7A	93,1A
3	49A	65C	66C	64,5A	24,6A	89,1A
4	51A	61C	72B	60,0A	23,6A	83,6A
5	43B	59C	60D	62,9A	23,5A	86,4A
6	41B	72B	76AB	76,3A	28,4A	104,6A
CV (%)	10,3	7,3	6,2	25,8	28,1	26,1

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Tabela 22 - Resultados dos testes de frio (TF), envelhecimento acelerado tradicional (EAT), envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS), comprimento da raiz primária (RP), comprimento da parte aérea (PA) e comprimento de plântulas (PL) provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585'

Lotes	TF	EAT	EASS	Plântulas (mm)		
				RP	PA	PL
7	55AB	65A	63A	52,6ABC	20,4AB	72,9AB
8	65A	50CD	66A	57,1AB	20,2AB	77,3A
9	60AB	45DE	62AB	40,6BC	14,9B	55,5B
10	48B	38E	53B	37,5C	16,0B	53,4B
11	54AB	59AB	64A	56,7AB	24,2A	80,9A
12	54AB	53BC	67A	59,9A	22,8A	82,7A
CV (%)	15,3	10,5	9,5	20,3	19,4	19,7

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Para o híbrido SWB 585 (Tabela 22), o teste de envelhecimento acelerado tradicional detectou o melhor e pior desempenho dos lotes 7 e 10, respectivamente; esses resultados confirmaram os obtidos para esse teste conduzido nas épocas anteriores (Tabelas 6 e 14). Já o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl identificou, de maneira semelhante aos testes de germinação, primeira contagem e velocidade de germinação, apenas o lote de pior desempenho (lote 10).

No teste de comprimento de plântulas (RP, PA e PL), verificou-se que, para o híbrido SWB 551 (Tabela 21), não houve identificação do lote mais vigoroso, constatando-se apenas tendência para a superioridade do lote 6. Para o híbrido SWB 585 (Tabela 22), confirmando os resultados obtidos na primeira e na segunda épocas de testes, o lote 10 apresentou pior desempenho, sendo acompanhado, nesta época, pelo lote 9 na avaliação do comprimento da parte aérea (PA) e das plântulas (PL); apenas o comprimento da raiz primária (RP) permitiu o destaque do lote mais vigoroso (lote 12).

Em relação aos testes de emissão da raiz primária, os resultados obtidos para o híbrido SWB 551 encontram-se na Tabela 23. Constatou-se que, nos testes conduzidos a 15°C (critérios 1 e 2), a 20°C (critérios 1 e 2) e a 25°C (critério 2), não houve identificação do lote mais vigoroso; porém, de uma maneira geral, verificou-se

tendência para a superioridade dos lotes 2 e/ou 6, os quais se destacaram como os mais vigorosos quando se avaliou a emissão da raiz primária na primeira e segunda épocas de avaliação (Tabelas 7 e 15). Já no teste conduzido a 25°C (critério 1), assim como na primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl e velocidade de emergência de plântulas, o lote 2 foi identificado como o de melhor desempenho, porém, acompanhado pelo lote 3.

Tabela 23 - Índices médios de precocidade de emissão da raiz primária a 15°C (ERP 15°C), 20°C (ERP 20°C) e 25°C (ERP 25°C), considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1) e plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'

Lotes	ERP 15°C		ERP 20°C		ERP 25°C	
	Critério 1	Critério 2	Critério 1	Critério 2	Critério 1	Critério 2
1	2,0B	1,1B	6,1B	5,0B	9,5C	7,5B
2	5,2A	3,2A	10,8A	8,8A	14,9A	11,6A
3	5,0A	4,0A	10,2A	8,7A	14,5A	12,1A
4	5,0A	3,7A	10,3A	8,5A	12,9B	11,7A
5	4,8A	3,9A	10,2A	7,9A	13,7AB	11,4A
6	4,9A	3,3A	10,3A	8,8A	14,1AB	12,2A
CV (%)	8,9	16,9	7,9	9,1	6,1	4,8

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Para o híbrido SWB 585, os resultados referentes ao teste de emissão da raiz primária são apresentados na Tabela 24. Os valores obtidos sob influência de 15°C (critério 2), 20°C (critérios 1 e 2) e 25°C (critério 1), não permitiram a diferenciação dos lotes quanto ao vigor; porém, em geral, verificou-se tendência para a inferioridade do lote 10. Este desempenho apresentou coerência com o verificado nos testes de emissão da raiz primária conduzidos nas épocas anteriores, sendo mais evidente a 15°C (Tabelas 8 e 16). Diferentemente da primeira época, o teste conduzido a 25°C (critério 2) destacou apenas o lote de pior desempenho. Já quando se avaliou a emissão da raiz primária a 15°C (critério 1), foram identificados os lotes mais e menos vigorosos, de maneira distinta à verificada nas épocas anteriores, onde somente foi destacado o lote de pior desempenho.

Tabela 24 - Índices médios de precocidade de emissão da raiz primária a 15°C (ERP 15°C), 20°C (ERP 20°C) e 25°C (ERP 25°C), considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1) e plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585'

Lotes	ERP 15°C		ERP 20°C		ERP 25°C	
	Critério 1	Critério 2	Critério 1	Critério 2	Critério 1	Critério 2
7	4,9A	4,1A	7,8A	7,2A	9,5A	9,2A
8	4,5AB	4,0A	7,7A	7,0A	10,1A	9,4A
9	4,0B	4,2A	7,1A	6,9A	9,5A	9,5A
10	4,5AB	3,6A	7,3A	6,2A	9,0A	8,6AB
11	4,8A	4,1A	7,6A	7,2A	9,9A	8,0B
12	4,6AB	3,9A	7,4A	7,0A	9,0A	8,8AB
CV (%)	10,4	10,5	8,2	10,5	8,9	6,9

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Com relação à percentagem de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste, os resultados obtidos para os híbridos SWB 551 e SWB 585, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 25 e 26.

Para o híbrido SWB 551, verificou-se que, como na primeira época de avaliação, apenas o teste conduzido a 20°C possibilitou a identificação do lote mais vigoroso (lote 2). Esse desempenho superior do lote 2 também foi constatado na primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl, velocidade de emergência de plântulas e precocidade de emissão da raiz primária a 25°C (critério 1), demonstrando, assim, sensibilidade deste teste para avaliação do potencial fisiológico de sementes de milho superdoce. Vale ressaltar que, nesta época, quando o teste foi conduzido a 20°C, a avaliação da percentagem de plântulas que emitiram raiz primária foi mais sensível que o índice de precocidade de emissão da raiz primária, pois permitiu a identificação do lote mais vigoroso.

Tabela 25 - Percentagens médias de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste a 20°C e a 25°C, considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1), e a 25°C, considerando plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 551'

Lotes	Critério 1 (%)		Critério 2 (%)
	20°C	25°C	25°C
1	1C	23B	6B
2	21A	66A	34A
3	13B	67A	36A
4	14B	57A	32A
5	18AB	60A	32A
6	16AB	65A	38A
CV (%)	28,8	11,7	14,3

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

Já em relação ao híbrido SWB 585 (Tabela 26), de maneira semelhante à segunda época de testes, somente a percentagem de plântulas que emitiram raiz primária a 25°C (critério 1) permitiu identificar os lotes de melhor e pior desempenho, sendo, respectivamente, os lotes 11 e 10 os destacados nessa época. Quanto ao lote menos vigoroso, esses resultados concordaram com os obtidos para o mesmo teste conduzido na segunda época, mas discordaram quanto aos lotes mais vigorosos. Da mesma forma observada para o híbrido SWB 551, porém, a 25°C (critério 1), verificou-se que, nesta época, houve maior sensibilidade da determinação da percentagem de emissão da raiz primária, pois os lotes de melhor e pior desempenho foram identificados, não sendo o mesmo constatado quando foi considerado o índice de precocidade de emissão da raiz primária.

Tabela 26 - Percentagens médias de plântulas que emitiram raiz primária 36 horas após a instalação do teste a 20°C e a 25°C, considerando a protrusão da raiz primária (Critério 1), e a 25°C, considerando plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento (Critério 2), provenientes de seis lotes de sementes de milho superdoce 'SWB 585'

Lotes	Critério 1 (%)		Critério 2 (%)
	20°C	25°C	25°C
7	4A	14AB	7A
8	2A	14AB	8A
9	1A	16AB	6A
10	1A	11B	8A
11	2A	20A	4A
12	3A	12AB	7A
CV (%)	110,3	37,4	52,1

Letras maiúsculas: comparação dentro de cada coluna (Duncan,  $p \leq 0,05$ ).

### 3.3.1 Considerações finais

Avaliando-se os resultados referentes às três épocas de avaliação, para o híbrido SWB 551, verificou-se maior eficiência dos testes de envelhecimento acelerado tradicional e velocidade de emergência de plântulas em campo, que identificaram o pior desempenho do lote 1 e o melhor dos lotes 2 e/ou 6. Constatou-se ainda que, os testes de comprimento de plântulas (PA), envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl e precocidade de emissão da raiz primária (critérios 1 e 2) a 15°C, a 20°C e a 25°C, mostraram sensibilidade para avaliação do potencial fisiológico de sementes.

Quanto ao híbrido SWB 585, constatou-se que o teste de envelhecimento acelerado tradicional foi o mais eficiente na diferenciação dos lotes quanto ao vigor, identificando os lotes 7 e 10 como os de melhor e pior desempenho, respectivamente. Ainda, verificou-se a sensibilidade dos testes de precocidade de emissão da raiz primária a 15°C (critério 2) e comprimento de plântulas (RP) para avaliação do vigor de sementes.

Portanto, dentre todos os testes conduzidos para os dois híbridos avaliados, verificou-se maior eficiência do teste de envelhecimento acelerado tradicional. A determinação da velocidade de emissão da raiz primária a 15°C, computando-se

plântulas com raízes de, no mínimo, 2mm de comprimento, mostrou-se promissora para avaliação do potencial fisiológico de sementes de milho superdoce.



#### **4 CONCLUSÕES**

As análises dos dados e a interpretação dos resultados da presente pesquisa permitiram concluir que:

a) O teste de envelhecimento acelerado conduzido mediante o procedimento tradicional é considerado adequado para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de milho superdoce.

b) O teste de emissão da raiz primária a 15°C, quando são computadas plântulas com raiz primária de, no mínimo, 2mm de comprimento, também permite diferenciar lotes de sementes de milho superdoce quanto ao vigor.



## REFERÊNCIAS

- ANDREOLI, C.; ANDRADE, R.V.; ZAMORA, S.A.; GORDON, M. Influência da germinação da semente e da densidade de semeadura no estabelecimento do estande e na produtividade de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 1-5, 2002.
- ARAUJO, E.F.; GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V.; ARAUJO, R.F. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce submetidas à debulha, com diferentes graus de umidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 2, p. 101-110, 2002.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Contribution n. 32 to the Handbook on Seed Testing. East Lasing, 1983. 88 p.
- ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A. Teste de comprimento de plântulas sob estresse hídrico na avaliação do potencial fisiológico das sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 117-124, 2007.
- 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.
- BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L.; CICERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Testes de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 5, p. 5.1-5.15.
- BENNETT, M.A.; EVANS, A.F.; GRASSBAUGH, E.M. Saturated salt accelerated aging (SSAA) tests for assessing and comparing sh2 and se sweet corn seedlots. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Angers, Abstracts 26, p. 11, 2001.
- BORDALLO, P.N.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; GABRIEL, A.P.C. Análise dialética de genótipos de milho doce e comum para caracteres agrônômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p.123-127, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Padrões para produção e comercialização de sementes de milho - cultivares híbridas. Instrução normativa nº25, de 16 de dezembro de 2005. **Diário Oficial**, Brasília, sec.1, n.243, p.18 de 20/12/2005, 2005.
- CAMARGO, R.; CARVALHO, M.L.M. Armazenamento a vácuo de sementes de milho doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 30, n. 1, p.131-139, 2008.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CASEIRO, R.F.; MARCOS FILHO, J. Procedimentos para a condução do teste de frio visando à avaliação do vigor de sementes de milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 459-466, 2000.

CHERN, G.S.; SUNG, F.J.M. Prevention of injury during imbibition in shrunken-2 corn seeds by osmotic control of water uptake. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 19, n. 3, p. 469-476, 1991.

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

COIMBRA, R.A. **Teste de envelhecimento acelerado em sementes de milho-doce (sh2)**. 2007. 51 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2007.

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

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

DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Teste de germinação a baixa temperatura. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 7.1-4.

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

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

FESSEL, S.A.; SILVA, L.J.R.; GALLI, J.A.; SADER, R. Teste de condutividade elétrica para estimar o potencial fisiológico de sementes de brócolis. **Informativo Abrates**, Londrina, v.13, n.3, p. 305-309, 2003.

FRATIN, P. **Comparação entre métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1987. 191 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

FREITAS, R.A. Produção de sementes de milho-doce. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, 7., 2007, Brasília. Brasília: EMBRAPA, 2007.

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.

GUISCHEM, J.M.; ZUCARELI, C.; NAKAGAWA, J.; ZANOTTO, M.D. Fungos associados a sementes de milho doce das cultivares BR 400 (bt), BR 441 (su) e BR 402 (SU). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 247, 2001.

GOMES JUNIOR, F.G. **Injúrias mecânicas em sementes de milho doce**. 2009. 129 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. 3<sup>rd</sup> ed. Zurich: ISTA, 1995. 117 p.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **International rules for seed testing**. Zurich, 2003.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M.B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.25, n.1, p.123-131, 1996.

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.

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

MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: CICERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.S. **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 11-39.

\_\_\_\_\_. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 1, p.1.1-1.21.

\_\_\_\_\_. Pesquisa sobre vigor de sementes de hortaliças. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 63-75, 2001.

\_\_\_\_\_. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.
- MARTINELLI-SENEME, A.; MARTINS, C.C.; CASTRO, M.M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, J. Avaliação do vigor de sementes peliculizadas de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 2, p. 1-6, 2004
- MARTINS, C.C.; CASTRO M.M.; SENEME A.M.; NAKAGAWA, J. Metodologia para a avaliação do vigor de sementes de tomate. **Horticultura Brasileira**, Campinas v. 24, n. 3, p. 301-304. 2006.
- MARTINS, C.C.; MARTINELLI-SENEME, A.; CASTRO, M.M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Comparação entre métodos para avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolis. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 96-101, 2002.
- MATTHEWS, S.; KHAJEH-HOSSEINI, M. Mean germination time as an indicator of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays*). **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 34, p. 339-347, 2006.
- \_\_\_\_\_. Length of the lag period of germination and metabolic repair explain vigour differences in seed lots of maize (*Zea mays*). **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 35, p. 200-212, 2007.
- McDONALD, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the Association Official. Seed Analysts**, Zurich, v. 65, p.109-139, 1975.
- MIGUEL, M.V.C.; MARCOS FILHO, J. Potassium leakage and maize seed physiological potential. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 315-319, 2002.
- 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.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 2.1-2.24.
- NAKAGAWA, J.; VANZOLINI, S. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 17, n. 1, 2, 3, p.76-83, 2007.
- PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 306-310, 1998.

\_\_\_\_\_. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 525-531, 2001.

PEREIRA, A.F.; MELO, P.G.S.; OLIVEIRA, J.P.; ASSUNÇÃO, A.; BUENO, L.G. Qualidade fisiológica de sementes e desempenho agrônômico de genótipos de milho-doce. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 249-261, out./dez. 2008.

PEREIRA, W.A.; SÁVIO, F.L.; BORÉM, A.; DIAS, D.C.F.S. Influência da disposição, número e tamanho das sementes no teste de comprimento de plântulas de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 113-121, 2009.

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Evaluation of controlled deterioration, a new vigour test for small seed vegetables. **Seed Science and technology**, Zurich, v. 9, p. 663-640, 1981.

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

SANTOS, P.M.; GONDIM, T.C.O.; ARAÚJO, E.F.; DIAS, D.C.F.S. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 91-96, 2002.

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

SPEARS, J.F. An introduction to seed vigour testing. In: VAN DER VENTER, H.A. (Ed.). **Seed vigour testing seminar**. Zurich: International Seed Testing Association, 1995. p. 1-9.

STYER, R.C.; CANTLIFFE, D.J. Changes in seed structure and composition during development and their effects on leakage in two endosperm mutants of sweet corn. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n. 5, p. 721-728, 1983.

\_\_\_\_\_. Dependence of seed vigor during germination on carbohydrate source in endosperm mutants of maize. **Plant Physiology**, Rockville, v. 76, n. 1, p. 196-200, 1984.

STYER, R.C.; CANTLIFFE, D.J.; HANNAH, L.C. Differential seed and seedling vigor in *Shrunken-2* compared to three other genotypes of corn at various stages of development. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 105, n. 3, p. 329-332, 1980.

TEKRONY, D.M. Accelerated aging test. In: VAN DE VENTER, H.A. (Ed.). **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: The International Seed Testing Association, 1995. p. 53-72.

\_\_\_\_\_. Precision is an essential component in seed vigor testing. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 31, n. 2, p. 435-447, 2003.

TEIXEIRA, E.F.; CICERO, S.M.; DOURADO NETO, D. Análise de imagens digitais de plântulas para avaliação do vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p.159-167, 2006

TOLEDO, F.F.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P.; MASCHIETTO, R. W. Vigor de sementes de milho (*Zea mays L.*) avaliado pela precocidade de emissão da raiz primária. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 191-196, 1999.

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

TREAT, C.L.; TRACY, W.F. Endosperm type effects on biomass production and stalk and root quality in sweet corn. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 2, p. 396-399, Mar./Apr. 1994.

VANZOLINI, S.; ARAKI, C.A.S.; SILVA, A.C.T.M.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 90-96, 2007.

VIEIRA, R.D.; BITTENCOURT, S.R.M.; PANOBIANCO, M. Seed vigour: an important component of seed quality in Brazil. **Seed Testing International**, Zurich, n. 126, p. 21-22, 2003.

WANN, E.V. Seed vigor and respiration of maize kernels with different endosperm genotypes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 105, n. 1, p.31-34, 1980.

WOODSTOCK, L.W. Progress reports on the seed vigor testing handbook. **Newsletter of the Association of Official Seed Analysts**, Ithaca, v. 50, n. 2, p. 1-78, 1976.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)