

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE  
CENOURA E ABÓBORA CLASSIFICADAS POR  
TAMANHO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Valdecir José dos Santos**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

# **QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CENOURA E ABÓBORA CLASSIFICADAS POR TAMANHO**

**por**

**Valdecir José dos Santos**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de

**Mestre em Agronomia**

**Orientador: Prof. Danton Camacho Garcia**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

**Universidade Federal de Santa Maria**  
**Centro de Ciências Rurais**  
**Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a  
Dissertação de Mestrado

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CENOURA E  
ABÓBORA CLASSIFICADAS POR TAMANHO**

elaborada por  
**Valdecir José dos Santos**

como requisito para obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Danton Camacho Garcia, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/ Orientador)

---

**Sidinei José Lopes, Dr. (UFSM)**

---

**Luiz Eichelberger, Dr. (EMBRAPA TRIGO)**

Santa Maria, 30 de abril de 2009.

À minha família:

Meus pais, **José e Éva**

Meu irmão, **Claudiosir**

Minhas irmãs, **Clair, Leila e Eliane**

Dedico este trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Senhor Meu Deus, pela vida que me deste, e pelos momentos agradáveis e complicados que a temperam de alegrias e tristezas, sentimentos essenciais para a vida.

Aos meus pais, José e Eva, que por mais humildes que são me concederam a vida, o amor, o carinho, a atenção, o suporte e o ensino, mesmo que para isto tivessem que se por em situações difíceis para me verem formado.

Ao meu irmão Claudiosir e minhas irmãs Clair, Leila e Eliane pela companhia nesta longa e eterna jornada, pois unidos conquistamos vitórias e lamentamos fracassos, compartilhamos as alegrias e tristezas, as lembranças do passado, os acontecimentos do presente e a esperança de projetos e expectativas de futuro.

Ao professor Dr. Danton Camacho Garcia pela orientação, que apesar das inúmeras dificuldades com sua saúde e família não deixou que se abalasse seu constante bom humor, sua amizade que caracterizou nosso trabalho, seu empenho e disposição para os momentos de ensinamentos de fundamental contribuição para minha formação profissional.

Ao professor Dr. Sidinei José Lopes, pelo companheirismo, pelos ensinamentos que foram além de professor, bem mais que amigo, um pai para todos seus orientados.

Aos professores Dr. Alessandro Dal'Col Lúcio, Dr. Lindolfo Storck e Dr. Nilson Lemos de Menezes pela amizade e convivência enriquecedora, além de muito contribuir para a realização deste trabalho.

Aos colegas de graduação e de pós-graduação pela amizade e companheirismo. Especialmente a Betania Brum que sempre esteve ao meu lado nestes últimos sete anos.

À Universidade Federal de Santa Maria, por ter me acolhido como acadêmico. E ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela realização do curso de Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de mestrado.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

## RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Universidade Federal de Santa Maria

### QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CENOURA E ABÓBORA CLASSIFICADAS POR TAMANHO

AUTOR: VALDECIR JOSÉ DOS SANTOS

ORIENTADOR: DANTON CAMACHO GARCIA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 30 de abril de 2009.

As culturas de cenoura (*Daucus carota* L.) e de abóbora (*Cucurbita moschata*) são de grande importância na alimentação humana, pois possuem boas propriedades nutricionais e farmacológicas. Porém a obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica está sujeita à elevada heterogeneidade na maturação de sementes. A classificação de sementes de abóbora e cenoura por tamanho pode ser uma boa alternativa para a melhoria da qualidade fisiológica. Assim, o objetivo deste trabalho foi discriminar lotes de sementes por qualidade fisiológica através do uso de comparação de médias por contrastes ortogonais, bem como identificar testes que forneçam estimativas do desempenho de sementes classificadas por tamanho. Para isso, desenvolveu-se um experimento em que eram utilizadas sementes de cenoura dos cultivares Brasília e Alvorada e sementes de abóbora do cultivar Menina Brasileira, de três lotes de tamanhos diferentes: médio, grande e extragrande. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. O comprimento de plântulas é uma variável eficiente na caracterização do potencial fisiológico de sementes, no entanto, este teste pode apresentar erros experimentais pela quebra de plântulas ou falta de exatidão nos resultados devido a erros de medidas. Para isso, realizou-se outro experimento para avaliar o tamanho de sementes e o comprimento de plântulas pelo método de régua milimetrada e por imagens digitais. Devido à grande correlação encontrada entre as variáveis analisadas pelo sistema de imagem em relação ao sistema de medidas com régua milimetrada, pode-se indicar o método de imagens digitais como alternativo em relação ao sistema tradicional de avaliação de comprimento de plântulas. Lotes de sementes menores mostraram diferenças na qualidade fisiológica em relação às sementes maiores, justificando a classificação de sementes. Nos cultivares de cenoura Alvorada e Brasília não houve influência do tamanho das sementes na percentagem de germinação e comprimento de parte aérea e total de plântulas, porém houve diferença significativa, além da massa seca de plântulas e do peso das sementes, para o comprimento de raiz, mostrando que esta variável, juntamente com a massa seca, foram as mais sensíveis para diferenciar lotes pelo vigor. Para a cultura da abóbora verificou-se que as variáveis porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação e teste de frio, mostraram valores de 14,75%, 22,35% e 19,20%, respectivamente, superiores para as sementes extragrandes, em relação ao lote de sementes grandes. A análise de comparação de médias por contrastes ortogonais é capaz de discriminar lotes de sementes de cenoura e abóbora por qualidade fisiológica.

**Palavras-chave:** tamanho de sementes; *Daucus carota* L; *Cucurbita moschata*

## **ABSTRACT**

Master thesis

Post-Graduation Program in Agronomy

Federal University of Santa Maria

### **PHYSIOLOGICAL QUALITY OF CARROT AND PUMPKIN SEEDS CLASSIFIED BY SIZE**

AUTHOR: VALDECIR JOSÉ DOS SANTOS

ADVISER: Prof. Dr. DANTON CAMACHO GARCIA

Place and Date of the defense: Santa Maria, 29<sup>th</sup> April, 2009.

Carrot (*Daucus carota* L.) and pumpkin (*Cucurbita moschata*) production is very important as food because they have important nutritional and pharmacological properties. High physiological quality of seeds of these species are subjected to high heterogeneity at maturation. Classification of seeds by size can be an alternative in order to improve physiological quality of seed lots. The aim of this study was to discriminate physiological quality of seed lots using mean comparison by orthogonal contrasts and identify tests that estimate the performance of seeds classified by size. Thus, an experiment was conducted using three lots of different seed sizes (medium, large and extra large) of carrot, cultivars Brasília and Alvorada, and of pumpkin, cultivar Menina Brasileira. Length of seedlings is a variable used to characterize physiological seed potential. However, this test can present experimental errors due to losing parts of seedlings or inaccuracy in measurements. In order to correlate size of seeds and length of seedlings measured by a millimeter ruler with the method of digital images, another experiment was carried out. Due to high correlation found between the variables valued by the imaging method and measured with millimeter ruler, the method of digital images can be indicated as an alternative to measure seed size and seedlings length. Lots of medium seeds compared with lots of greater (large and extra large) seeds showed differences in physiological quality, justifying classification of seeds by size. In carrot cultivars Brasília and Alvorada size of seeds did not influence germination, shoot length and total seedling length. However significant differences were found in dry weight of seedlings, seed weight and length of root, showing that the last variable, in addition to dry weight, was the most sensitive to separate lots by vigor. Pumpkin showed germination, first count of germination and cold test, respectively, 14.75%, 22.35% and 19.20% higher for extra large seeds in relation to large seed. Means comparison by orthogonal contrasts is an adequate analysis to discriminate physiological quality of carrot and pumpkin seed lots.

**Key words:** size of seed; *Daucus carota* L; *Cucurbita moschata*

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Coeficiente dos contrastes ortogonais para comparação de lotes de sementes de cenoura dos cultivares Alvorada (A) e Brasília (B), com sementes médias (M), grandes (G), extragrandes (GG). Santa Maria, 2007. ....39

TABELA 2 – Coeficiente dos contrastes ortogonais para comparação de lotes de sementes de abóbora do cultivar Menina Brasileira, com sementes médias (M), grandes (G), extragrandes (GG). Santa Maria, 2007. ....40

TABELA 3 – Coeficiente dos contrastes ortogonais para comparação de lotes de sementes de abóbora do cultivar Menina Brasileira, com sementes médias (M), grandes (G), extragrandes (GG) e as misturas de sementes G com GG e M, G e GG, proporcionalmente. Santa Maria, 2007. ....40

TABELA 4 – Comprimento de parte aérea (CPA), de raiz (CR) e total (CT) de plântulas; comprimento (CS), largura (LS) e área (AS) de sementes; massa seca de plântulas (MSP) e peso de mil sementes (PMS), de diferentes tamanhos de sementes de cenoura dos cultivares Alvorada e Brasília. Santa Maria, RS, 2008. ....42

TABELA 5 – Correlações lineares: comprimento de parte aérea (CPA), de raiz (CR) e total (CT) de plântulas; comprimento (CS), largura (LS) e área (AS) de sementes; massa seca de plântulas (MSP) e peso de mil sementes (PMS), em lotes de semente de cenoura dos cultivares Alvorada e Brasília. Santa Maria, RS, 2008. ....43

TABELA 6 – Contrastes ortogonais (C1, C2, C3, C4 e C5): germinação (G), primeira contagem (PC), plântulas anormais (An), sementes mortas (M), comprimento de

parte aérea (CPA), de raiz (CR) e total (CT) de plântulas; comprimento (CS), largura (LS) e área (AS) de sementes, massa seca de plântulas (MSP); peso de mil sementes (PMS) dos cultivares Alvorada (A) e Brasília (B) com três tamanhos de sementes: médio (M), grande (G) e extragrande (GG). Santa Maria, RS, 2008. ....46

TABELA 7 – Contrastes ortogonais (C1, C2, C3, C4 e C5): umidade (U), envelhecimento acelerado (EA), germinação obtida pelo teste de IVG (GIVG), massa seca de plântulas (MSP); peso de mil sementes (PMS), índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE) dos cultivares Alvorada (A) e Brasília (B) com três tamanhos de sementes: médio (M), grande (G) e extragrande (GG). Santa Maria, RS, 2008. ....47

TABELA 8 – Umidade (U), germinação (G), primeira contagem (PC), plântulas anormais (An) e sementes mortas (M), de diferentes tamanhos de sementes de cenoura das cultivares Alvorada e Brasília. Santa Maria, RS, 2008. ....49

TABELA 9 – Peso de mil sementes (PMS), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CPR), comprimento total de plântulas (CT) e massa seca de plântulas (MSP), de diferentes tamanhos de sementes de cenoura dos cultivares Alvorada e Brasília. Santa Maria, RS, 2008. ....50

TABELA 10 – Contrastes ortogonais (C1 e C2): germinação (G), primeira contagem (PC), teste de frio (TF), temperatura sub-ótima (TSO), envelhecimento acelerado (EA), massa seca total, raiz e hipocótilo (MST, MSR, MSH), comprimento total, raiz e hipocótilo (CT, CR, CH), emergência de plântulas (EM), índice de velocidade de emergência (IVE) e comprimento de hipocótilo (CHEM) de lotes de sementes de abóbora Menina Brasileira com sementes médias (M), grandes (G) e extragrandes (GG). Santa Maria, RS, 2008. ....51

TABELA 11 – Contrastes ortogonais (C1, C2, C3 e C4): germinação (G), primeira contagem (PC), teste de frio (TF), massa seca total, raiz e hipocótilo (MST, MSR, MSH) de lotes de sementes de abóbora Menina Brasileira com sementes médias

(M), grandes (G), extragrandes (GG) e misturas de sementes G com GG e M, G e GG, proporcionalmente. Santa Maria, RS, 2008.....53

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Cor da raiz da cenoura, origens, usos e benefícios a saúde. Adaptado de Melo (2005). .....	16
FIGURA 2 - Inflorescência de cenoura, detalhando a umbela primária (A), secundária (B) e fruto esquizocarpo ampliado (C).....	19
FIGURA 3 - Semeadura de cenoura utilizando-se uma semeadora de precisão. Fonte: Embrapa Hortaliças, 2005.....	22
FIGURA 4 - Planta de abóbora, flor, fruto e sementes.....	24
FIGURA 5 – Determinação do comprimento (a), largura (b) e área (c) de sementes de cenoura utilizando o software Sigma Scan. Santa Maria, RS, 2008. ....	29
FIGURA 6 - Imagem de uma repetição de sementes de cenoura utilizadas para a mensuração do comprimento, largura e área das sementes. Santa Maria, RS, 2008. ....	30
FIGURA 7 - Plântulas de cenoura fotografadas para a avaliação do comprimento de raiz e parte aérea. Santa Maria, RS, 2008. ....	32

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 A cultura da cenoura .....</b>	<b>16</b>
2.1.1 Sistemas de produção de sementes.....	17
2.1.2 Tamanho das sementes .....	18
2.1.3 Cultivares .....	20
2.1.4 Semeadura e germinação.....	20
<b>2.2 A cultura da abóbora .....</b>	<b>23</b>
2.2.1 Sistemas de produção de sementes.....	24
<b>2.3 Qualidade de sementes .....</b>	<b>25</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Aspectos gerais .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Experimento com sementes de cenoura .....</b>	<b>28</b>
3.2.1 Metodologia de medidas por imagens digitais .....	28
3.2.2 Testes laboratoriais usuais na avaliação de lotes de sementes .....	30
<b>3.3 Experimento com sementes de abóbora .....</b>	<b>34</b>
3.3.1 Primeira etapa, apenas com lotes comerciais .....	34
3.3.2 Segunda etapa, lotes originais e mistura de lotes .....	36
<b>3.4 Análise estatística.....</b>	<b>38</b>
3.4.1 Contrastes ortogonais.....	38
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>41</b>

<b>4.1 Lotes de sementes de cenoura classificadas por tamanho.....</b>	<b>41</b>
4.1.1 Avaliação de plântulas através de imagens digitais.....	41
4.1.2 Qualidade fisiológica de sementes de cenoura classificadas em diferentes tamanhos .....	45
<b>4.2 Lotes de sementes de abóbora classificadas por tamanho .....</b>	<b>50</b>
4.2.1 Avaliação de lotes de sementes médias, grandes e extragrande de abóbora.....	50
4.2.2 Avaliação de lotes de sementes de abóbora classificadas por tamanho e lotes oriundos de misturas de lotes .....	52
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>54</b>
<b>6 PERSPECTIVAS.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>56</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A taxa de uso de sementes certificadas de hortaliças no Brasil é de aproximadamente 100%, no entanto, a produção nacional de sementes é pequena. As importações de sementes de hortaliças são superiores às exportações, perfazendo um gasto anual com sementes importadas de aproximadamente 34 milhões de Reais, em que dois milhões de Reais, com sementes de cenoura, e em torno de um milhão, com sementes de abóbora (NERY et al., 2007).

A cenoura é uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil, sendo a de maior expressão econômica dentre as que têm como parte comestível a raiz (FILGUEIRA, 2003). O Rio Grande do Sul é o maior produtor de sementes dessa espécie representando no contexto geral da horticultura uma parte significativa do volume comercializado de sementes de hortaliças, mas, apesar de um grande volume de produção e de comercialização, representa um pequeno percentual do valor do mercado de sementes, devido ao seu baixo valor de comercialização (NERY et al., 2007).

Para a cultura da abóbora, a comercialização de sementes é de grande importância, porém na sua maioria é provinda de importações devido à falta de tecnologias adequadas para produção no Brasil (ANDREOLI, 1981). Apesar disso, o panorama atual da indústria sementeira no Brasil é otimista, pois diversas empresas buscam sua auto-suficiência, reduzindo as necessidades de importações (NERY et al., 2007). Deste modo, novas técnicas são necessárias para melhorar a qualidade fisiológica dos lotes de sementes.

Algumas empresas classificam suas sementes por tamanho ou por densidade, pelo simples intuito de facilitar a semeadura. Todavia, há uma tendência das sementes grandes apresentarem melhor desempenho fisiológico que as sementes menores da mesma espécie e cultivar, proporcionando um desenvolvimento mais rápido às mudas. Considera-se ainda que, se as sementes forem muito pequenas ou muito leves devem ser descartadas do lote (POPINIGIS, 1985; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Essa diversidade de comportamento das sementes de diferentes tamanhos torna necessária uma padronização capaz de definir quais sementes são capazes de expressar satisfatoriamente as qualidades

físicas e fisiológicas da espécie. Isto demanda ações de pesquisa que propiciem informações suficientes para uma adequada orientação das instituições produtoras de sementes.

O teste de germinação é fundamental para saber o potencial germinativo de um lote, sendo uma ferramenta no planejamento da lavoura. Portanto, muito útil, porém sozinho não demonstra a real qualidade da semente. Os testes de vigor complementam estas informações, apontando para possíveis diferenças na qualidade em lotes de germinação semelhante.

Torna-se importante, que informações mais detalhadas sobre a qualidade das sementes sejam obtidas em complementação às fornecidas pelo teste de germinação, permitindo estimar o desempenho em condições de ambiente, bem como, seu potencial de armazenamento, diminuindo riscos decorrentes da comercialização de lotes com baixa qualidade.

As diferenças existentes no vigor de plântulas são visíveis. Dentre estas diferenças, pode-se citar o comprimento de plântulas, em que sua desuniformidade é causada por uma taxa de crescimento maior de uma plântula em relação à outra (KRZYZANOWSKI et al., 1991). O comprimento de plântulas é um parâmetro eficiente na caracterização de lotes de sementes, pois demonstra sua capacidade de formação da plântula e está altamente relacionado com seu potencial de germinação e emergência. A medida de plântulas pode ser um teste trabalhoso e sujeito a falhas na obtenção das medidas, devido à quebra de partes das plântulas, e a não exatidão no seu comprimento. Por isso, diversos esforços são efetuados no intuito de padronizar essas técnicas, comparando os lotes de sementes com a emergência em campo.

Neste contexto, pode-se citar a análise de plântulas pelo método de imagens que é uma tecnologia que visa maior exatidão nos dados obtidos, além da rapidez e facilidade de execução. Pode ser uma ferramenta eficiente para a avaliação de variáveis que visam a não destruição das plântulas (LOPES et al., 2007).

Segundo Marcos Filho (2001) e Sako et al. (2001), a análise computadorizada do comprimento de plântulas pode ser eficiente para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes. No caso da cultura da cenoura que apresenta tamanho de

sementes e de plântulas muito pequenas, esse método pode trazer dados com mais exatidão, e, conseqüentemente, uma melhor caracterização dos lotes.

Assim, justifica-se este trabalho por haver poucas informações a respeito de classificação de sementes por tamanho e densidade para abóbora e cenoura.

Perante este contexto, o trabalho tem como objetivo a avaliação do potencial fisiológico de sementes de cenoura e abóbora classificadas por tamanho e selecionar métodos laboratoriais para discriminar os lotes de sementes.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A cultura da cenoura

A cenoura (*Daucus carota*) pertencente à família *Apiaceae*, originou-se há mais de cinco mil anos na Ásia Central (Afeganistão), espalhando-se para diversos locais da Europa Ocidental no século XII, e para o resto do mundo nos séculos XVII e XVIII. Isto confere a espécie, uma diversidade de cores de raízes, usos e valores nutritivos e farmacêuticos, conforme mostrado na Figura 1, destacando-se pelo valor nutritivo, como uma das principais fontes vegetais de pró-vitamina A (SPINOLA et al., 1998).

Cor da raiz	Origem	Pigmento	Benefício a saúde
	Europa (Holanda)	Beta-caroteno	Auxilia a visão
	Ásia (Índia e China)	Licopeno	Previne o câncer
	Afeganistão e Mediterrâneo	Xantofila	Auxilia a visão e previne o câncer
	Afeganistão, Irã e Paquistão	Nenhum	Nenhum
	Afeganistão e Turquia	Beta-caroteno e antocianina	Previne o câncer e é antioxidante

**Figura 1** – Cor da raiz da cenoura, origens, usos e benefícios a saúde. Adaptado de Melo (2005).

Sob condições de baixas temperaturas do ar ou em dias longos, a cenoura passa da fase vegetativa para a reprodutiva, emitindo um pendão floral que termina numa inflorescência tipo umbela composta, este pendão emite ramificações secundárias, terciárias, etc. (FERREIRA et al., 1991). A polinização é entomófila, sendo que a umbela central ou primária aparece na extremidade do talo principal originando em suas ramificações umbelas de segunda e terceira ordens, que representam 90% da produção de sementes da planta (NASCIMENTO, 1991). O desenvolvimento floral é protândrico e centrípetal, pois as flores que normalmente abrem-se primeiro são aquelas localizadas na periferia da umbela. Devido a este tipo de inflorescência, a cenoura não possui maturação fisiológica uniforme, diferenciando as sementes em tamanho e qualidade.

Alguns requerimentos agroclimáticos são importantes de serem observados para a produção de raízes. A cultura da cenoura requer uma faixa de temperatura do ar entre 15 e 21°C para produzir raízes de alta qualidade, sendo que temperaturas superiores a estas provocam rendimentos decrescentes. Por outro lado, temperaturas abaixo dos 15°C podem induzir ao florescimento prematuro, inviabilizando a lavoura para produção de raízes comerciais (MELO, 2005).

Os requerimentos em solos para produzir cenouras com melhor cotação comercial é o solo de tipo areno-argiloso, com boa profundidade, permeabilidade e boa drenagem, com pH ideal de 6 a 6,8. A cultura exige intenso revolvimento do solo, para evitar a formação de camadas compactadas ou torrões.

Normalmente a sementeira é direta, com densidade de sementes em torno de 60 a 80 por metro linear, necessitando desbastes entre 20 a 30 dias após a sementeira. A faixa ideal de temperatura para a germinação é de 20 a 30°C, com emergência dos 7 aos 10 dias após a sementeira (VIEIRA; PESSOA; MAKISHIMA, 1999).

### 2.1.1 Sistemas de produção de sementes

De ciclo bianual, a cenoura quando multiplicada a partir de sementes botânicas desenvolve seu ciclo vegetativo ao decorrer do ano, produzindo raízes

tuberosas. Estas raízes se induzidas a baixas temperaturas do ar, quando multiplicadas iniciam o ciclo reprodutivo. Existem dois sistemas de produção de sementes, o sistema semente-raiz-semente e o sistema semente-semente.

O sistema semente-raiz-semente divide-se em duas fases distintas: a primeira inicia na semeadura até a produção de raízes; e, a segunda, do plantio de raízes, após vernalização, até a colheita de sementes. Este sistema apresenta a vantagem de permitir a avaliação das raízes antes da vernalização, o que é desejável para garantir a qualidade genética da semente produzida. Em geral é usado para a produção e manutenção de estoques de sementes básicas e para o aumento da quantidade de semente genética. Contudo, é pouco utilizado na produção de sementes comerciais, pois seu emprego implica em maior dispêndio de tempo, maior trabalho e, por conseqüência, maior custo de produção.

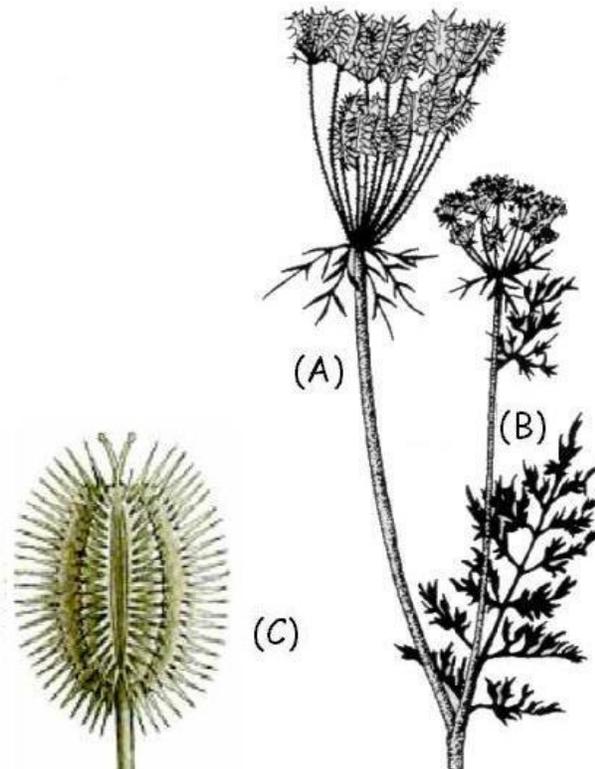
O processo de vernalização consiste no armazenamento temporário das raízes em câmeras frias, e tem por objetivo provocar a indução floral nas raízes para que possam emitir pendão e produzir sementes. As condições ótimas para a vernalização da maioria dos cultivares são temperaturas do ar entre 5 e 6°C por um período de 8 semanas. O armazenamento em temperaturas menores é melhor para a manutenção das raízes, no entanto, é mais oneroso.

Já o sistema semente-semente envolve apenas uma etapa, permanecendo em campo desde a semeadura até a produção de sementes. Este sistema é o mais utilizado para produção de sementes comerciais. A garantia da qualidade das sementes produzidas está condicionada à semeadura de sementes genéticas ou básicas de origem comprovada (NASCIMENTO, 1991).

### 2.1.2 Tamanho das sementes

As sementes de cenoura são frutos denominados de esquizocarpo ou diaquênio, são colhidas por etapas, sendo que as oriundas da umbela primária tendem a serem maiores e sucessivamente menores para as umbelas secundárias, terciárias, etc. (RODO et al., 2001) (Figura 2). Portanto, durante o beneficiamento

devem ser classificadas a partir de um sistema de peneiras. Os lotes com diferentes tamanhos de sementes recebem denominações específicas em cada empresa.



**Figura 2** - Inflorescência de cenoura, detalhando a umbela primária (A), secundária (B) e fruto esquizocarpo ampliado (C).

O tamanho das sementes pode influenciar na qualidade das mesmas, pois as de maior tamanho, por possuírem maior material de reserva, apresentam maior potencial fisiológico, ao contrário das menores que apresentam tendência a baixa germinação e vigor de plântulas. Para Carvalho; Nakagawa (2000), em geral, as sementes maiores receberam maior quantidade de nutrientes durante o seu desenvolvimento, possuindo maior quantidade de substâncias de reservas e embriões bem formados, sendo mais vigorosas. Já Haig; Westoby (1991) relatam que a maior quantidade de reserva aumenta a probabilidade de sucesso no estabelecimento de plântulas, permitindo a sobrevivência por maior tempo em

condições ambientais desfavoráveis. Popinigis (1985) afirma que o tamanho das sementes, em muitas espécies, é indicativo de qualidade fisiológica.

### 2.1.3 Cultivares

Os cultivares de cenoura são agrupados em dois segmentos, conforme a época de semeadura, sendo os cultivares de primavera-verão, que é o caso dos cultivares Alvorada e Brasília, e os cultivares de outono-inverno, tendo como exemplar o cultivar Nantes.

O cultivar Alvorada possui características de resistência às doenças de folhagem e aos nematóides formadores de galhas, que viabiliza a sua produção praticamente sem o emprego de agrotóxicos em qualquer época do ano nas principais regiões produtoras, ocupando uma posição estratégica na cadeia produtiva de cenoura. Além disso, este cultivar representa um novo padrão de qualidade visual, com coloração interna da raiz mais uniforme, e menor incidência de “ombro-verde” em relação às cultivares atualmente em uso no verão. Possui ainda, qualidade nutricional superior aos cultivares tradicionais, apresentando teor de carotenóides totais cerca de 35% maior (VIEIRA et al., 2005; MELO, 2005).

O cultivar Brasília apresenta folhagem vigorosa, com coloração verde escura e porte médio de 25 a 35 cm de altura. As raízes são cilíndricas, com coloração laranja-clara variável e baixa incidência de ombro verde ou roxo. O ciclo, da semeadura à colheita, é de 85 a 100 dias. Apresenta resistência ao calor, boa resistência a Requeima de *Alternaria* (*Alternaria dauci*) e resistência ao pendoamento precoce nas semeaduras de outubro a fevereiro (VIEIRA, 2005).

### 2.1.4 Semeadura e germinação

Algumas características das sementes de cenoura, tais como: formato irregular, dormência e desuniformidade de germinação, fazem com que a

emergência seja uma das fases mais críticas do ciclo destas plantas (VIEIRA, 2004). Assim, a qualidade fisiológica das sementes de cenoura produzidas e/ou comercializadas no Brasil nem sempre se enquadra dentro dos padrões mínimos de comercialização estabelecidos pelos órgãos reguladores do processo de produção de sementes (NASCIMENTO; REIFSCHNEIDER, 1986), especialmente as sementes de cultivares do grupo Brasília, cuja qualidade fisiológica das sementes é inferior à dos cultivares importados, atualmente utilizados no País (NASCIMENTO et al., 2004). Assim, embora ocupando lugar de destaque entre as hortaliças comercializadas no Brasil, o cultivo de cenoura apresenta problemas relacionados à qualidade e ao desempenho das sementes.

A semeadura da cenoura é feita diretamente no solo, distribuindo as sementes uniformemente, e em linha contínua nos sulcos, com 1,0 a 2,0 cm de profundidade, e distanciados de 20 cm entre si. A distribuição das sementes pode ser feita manualmente ou com o emprego de semeadoura manual ou mecânica. A semeadura manual é mais trabalhosa, menos eficiente e implica em maior gasto de sementes ( $6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). A utilização de semeadouras mecânicas tem a vantagem de, simultaneamente, abrir os sulcos, distribuir as sementes e cobrir os sulcos com grande eficiência, gastando de 2 a 3 kg de sementes por hectare. Qualquer que seja o método ou equipamento utilizado, atenção especial deve ser dada à profundidade de semeadura, pois as sementes de cenoura são pequenas (840 sementes/grama), possuem pouca reserva e as plântulas que emergem são tenras e delicadas (VIEIRA et al., 2005).

No sistema de semeadura manual, além do maior gasto de sementes pelo uso de quantidades além do recomendado, e o aumento do custo devido ao desbaste, observa-se também certa desuniformidade nas plântulas emergidas (SOUZA et al., 1999). Durante o período de germinação e emergência, as sementes ficam normalmente expostas a diferentes condições edafo-climáticas, sobre as quais o produtor nem sempre tem controle, o que pode comprometer o estabelecimento de plântulas.

A semeadura com semeadouras de precisão (Figura 3), adotadas atualmente por agricultores mais tecnificados, além da vantagem de redução do gasto com sementes por unidade de área, reduz custos com mão-de-obra no plantio e por ocasião do desbaste. Porém, esta técnica está sendo adotada apenas para os

cultivares importados, cuja qualidade das sementes tem propiciado aumentos significativos da produtividade, em decorrência do estabelecimento de um maior número de plantas por área (VIEIRA, 2004), pois, as características das sementes têm reflexos no desempenho das plantas em todo o seu ciclo. Portanto, é necessário que caracteres como germinação e vigor de sementes constem como alvos em programas de melhoramento genético de cenoura no Brasil (VIEIRA et al., 1984).



**Figura 3** - Semeadura de cenoura utilizando-se uma semeadora de precisão. Fonte: Embrapa Hortaliças, 2005.

Sementes de cenoura podem apresentar germinação baixa, lenta e irregular em condições de campo, resultando em emergência desuniforme e população heterogênea de plantas (CORBINEAU et al., 1994). Com o aumento da mecanização na produção de hortaliças, o estabelecimento rápido e uniforme da cultura torna-se cada vez mais importante, sendo desejável que a avaliação da qualidade das sementes forneça informações sobre seu desempenho em campo.

## 2.2 A cultura da abóbora

A abóbora (*Cucurbita moschata*), pertencente à família *Cucurbitaceae*, é originária do continente americano, provavelmente da América Latina, com incidência especial no noroeste do México.

As cucurbitáceas ocupam lugar de destaque como uma das famílias mais importantes no domínio alimentício. As espécies do gênero *Cucurbita* foram domesticadas no Novo Mundo e cultivadas há milênios pelos povos Ameríndios. Apesar da marginalização atual de algumas dessas espécies, elas foram um componente essencial do regime alimentar de comunidades rurais e algumas comunidades urbanas da América e de outras partes do mundo (VIDAL, 2007). Atualmente a abóbora Menina Brasileira é muito utilizada como matéria prima para a elaboração de doces e sobremesas.

As cucurbitáceas representam, no contexto geral da horticultura, uma parte significativa do volume comercializado de hortaliças, porém, apenas um pequeno percentual de sementes dessa espécie é produzido no Brasil.

A aboboreira é uma planta herbácea, anual, bastante pubescente, de caule robusto e comprido, prostrado a trepador, provido de gavinhas e de folhas grandes, de contorno mais ou menos arredondado a ovado-codiforme e com três a cinco lobos; as folhas verdes a verde-acinzentadas apresentam-se maculadas de branco e os pedúnculos dos frutos são bastante sulcados, alargando-se junto dos frutos. Possui polpa amarela a alaranjada e sementes brancas (Figura 4).



**Figura 4** - Planta de abóbora, flor, fruto e sementes.

#### 2.2.1 Sistemas de produção de sementes

A aboboreira é, em sua maioria, planta monóica, sendo a polinização entomófila a mais comum, no entanto a polinização manual de flor feminina é alternativa utilizada na produção de sementes de híbridos, assim como é prática rotineira no melhoramento genético. Desse modo, é necessário que se disponibilize, na abertura das flores femininas, flores masculinas para polinizá-las. Muitas vezes, mesmo programando-se a semeadura de ambos os genitores, pode não ocorrer a coincidência de florescimento, levando-se, então, à perda de flores femininas e/ou masculinas, o que pode provocar redução significativa de cruzamentos ou de produtividade, no caso de produção de sementes ou frutos (LAURA, 2003).

As sementes de frutos carnosos, que é o caso das cucurbitáceas, após a colheita dos frutos, passam por uma etapa de retirada da polpa com sementes, a seguir, é feita a separação das sementes da polpa por lavagem em água. Esta etapa pode ser considerada como um pré-beneficiamento de modo que, em geral, os lotes de sementes levados para o beneficiamento propriamente dito, apresentam pequena quantidade de impurezas e de sementes de qualidade inferior. Para essas espécies, o beneficiamento é feito com o uso de máquinas de ar e peneiras e mesa de

gravidade. Em alguns casos, utiliza-se apenas a mesa de gravidade ou um separador a ar (NASCIMENTO; ANDREOLI, 1990).

É importante respeitar um período de repouso entre a colheita dos frutos e a extração das sementes. Nesse período, que varia de 7 a 15 dias, dependendo da espécie e cultivar, os frutos devem ser colocados em local fresco e ventilado (NASCIMENTO, 2004). Dessa forma, sementes ainda imaturas completam o seu desenvolvimento dentro dos frutos, resultando em melhor qualidade fisiológica e maior rendimento de sementes.

A extração das sementes de abóbora pode ser realizada manualmente ou com auxílio de equipamento mecanizado. No processo de lavagem, a separação ocorre por diferença de densidade, as sementes boas, de maior densidade, sedimentam no fundo, ao passo que as sementes chochas, pedaços de frutos e outros materiais mais leves emergem e são arrastados pelo fluxo de água. As sementes que permanecem no fundo do recipiente são lavadas, drenadas e em seguida seguem para a etapa de pré-secagem. Contudo, algumas impurezas, tais como: restos de polpa, sementes danificadas, sementes chochas, dentre outras, podem ainda acompanhar o lote de sementes, necessitando a sua posterior eliminação. Assim, as sementes seguem as demais operações do processo de beneficiamento (NASCIMENTO, 2004).

### **2.3 Qualidade de sementes**

A qualidade das sementes é determinada por fatores: fisiológicos, genéticos, físicos e sanitários que podem ser avaliados com a finalidade de estimar se um lote de sementes é apropriado para fins de multiplicação, e fornece dados para qualificação da comercialização (CASAROLI et al., 2006). A qualidade fisiológica tem sido o aspecto mais pesquisado nos últimos anos, em decorrência das sementes estarem sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física, após a maturação, que estão associadas à redução do vigor (ABDUL-BAKI; ANDERSON, 1972).

Entende-se por perda de qualidade fisiológica, a exposição do lote de sementes a condições indesejáveis que possam afetar o vigor ou o potencial de germinação. Portanto, a qualidade fisiológica está relacionada a fatores intrínsecos da semente, que uma vez afetados, não podem ser revertidos. A forma mais usual de preservação da qualidade fisiológica de um lote de sementes é a armazenagem em câmaras frias, com o intuito de reduzir o metabolismo da semente e conseqüentemente, o gasto de materiais de reserva, como mostrado para sementes de soja (WETZEL et al., 2002) e ervilha (WETZEL, 2003).

Os fatores que afetam a qualidade genética são, basicamente, os relacionados a contaminações ocorridas no cultivar. Essa contaminação genética pode acontecer espontaneamente pela instabilidade genética do cultivar ou por cruzamentos acidentais com outros cultivares em plantios lindeiros. A qualidade genética não é passível de recuperação, portanto, os principais cuidados a serem tomados para evitar a perda da qualidade genética são a utilização de isolamentos e purificações de campos destinados à produção de sementes.

A qualidade física de um lote de sementes está relacionada às impurezas que nele contém. Assim, pedaços de sementes, ramos, folhas ou sementes de invasoras são indícios de redução da qualidade física. A qualidade física pode ser melhorada a partir de um beneficiamento mais eficiente do lote em questão.

A qualidade sanitária está relacionada a incidência de patógenos de sementes. Assim uma infestação severa de gorgulhos, por exemplo, pode inviabilizar o lote para a semeadura. É muito comum a perda da qualidade sanitária quando um lote de sementes é colhido em condições inadequadas e armazenado sem os devidos cuidados. Os fungos são os principais agentes deterioradores de sementes, necessitando que estas sejam mantidas com umidade baixa para desfavorecer a infecção. Uma das técnicas usuais para manter a qualidade sanitária de sementes é o tratamento químico das mesmas. Este tratamento normalmente é efetuado para proteger a semente por ocasião da semeadura.

O aprimoramento constante da metodologia empregada nos testes de germinação resultou num alto nível de confiabilidade e reprodutibilidade (PERRY, 1981). Segundo a filosofia desse teste, as condições adotadas na sua execução devem favorecer o máximo possível a germinação.

A qualidade dos lotes de sementes, a serem comercializados para fins de semeadura, é avaliada através do teste de germinação, o qual é realizado sob condições ideais e artificiais que permitem a manifestação do máximo potencial de germinação (AOSA, 1983). Porém, no campo, as sementes poderão estar sujeitas a uma série de condições adversas, tais como: excesso ou déficit hídrico, obstrução mecânica imposta por compactação da camada de solo que as cobre e ataque de microorganismos e insetos (PERRY, 1981), fazendo com que a percentagem de emergência de plântulas seja geralmente menor que os resultados obtidos no teste de germinação (YAKLICH; KULIK, 1979).

A constatação de que o teste de germinação é inadequado para estimar a emergência das plântulas em campo, sob condições adversas de ambiente, motivou o desenvolvimento de conceitos de vigor e de novos testes para aumentar a eficiência da avaliação da qualidade das sementes (McDONALD; WILSON, 1979). Em razão disso, foram desenvolvidos diversos testes de vigor, tais como: o teste de frio, geralmente utilizado para avaliar lotes de sementes de milho (KIKUTI et al., 1999), o de envelhecimento acelerado, na determinação de potencial de armazenamento de lotes de sementes de soja (NASCIMENTO-JUNIOR, 1998) e o de condutividade elétrica, em sementes de ervilha (AOSA, 2002).

A utilização de sementes de alta qualidade é um pré-requisito para o estabelecimento rápido e uniforme das plântulas em campo, com consequências diretas no estande, na produtividade e na qualidade do produto colhido. A qualidade das sementes é de suma importância quando utilizados novos cultivares importados ou híbridos, devido ao alto custo desse tipo de semente (NASCIMENTO, 2002).

O objetivo fundamental de um sistema de produção de sementes é a obtenção de materiais de maior qualidade genética, física, fisiológica e sanitária, que podem ser avaliados com a finalidade de estimar se um lote de sementes é apropriado para fins de multiplicação, permitindo que as características das espécies sejam mantidas e expressas em campo (BARROS et al., 2002). Neste contexto, o uso de testes que forneçam uma melhor estimativa do desempenho das sementes é um aspecto importante a ser considerado, pois servem de dados para qualificação da comercialização.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Aspectos gerais**

Para a obtenção dos dados foram conduzidos dois experimentos no Laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes (LDPS) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, um com sementes de cenoura e outro, com sementes de abóbora.

### **3.2 Experimento com sementes de cenoura**

Utilizou-se para este experimento, sementes de cenoura de dois cultivares, Brasília e Alvorada, produzidas pela empresa Isla Sementes Ltda, na safra 2007/2008. Para cada cultivar, foram utilizados três lotes de tamanhos e densidades diferentes: médio (M), grande (G) e extragrande (GG), classificados comercialmente pela empresa, totalizando seis tratamentos. A aquisição das sementes foi uma amostra (lata de 100 gramas) por lote utilizado. As sementes foram mantidas durante todo o período experimental nas embalagens de origem e mantidas em câmara fria a 10°C de temperatura do ar e umidade relativa de 30%.

Em uma etapa inicial utilizou-se a metodologia de determinação de medidas por imagens digitais, conforme descrito a seguir, e posteriormente procedeu-se a uma série de testes laboratoriais, conforme detalhado no capítulo 3.2.2.

#### **3.2.1 Metodologia de medidas por imagens digitais**

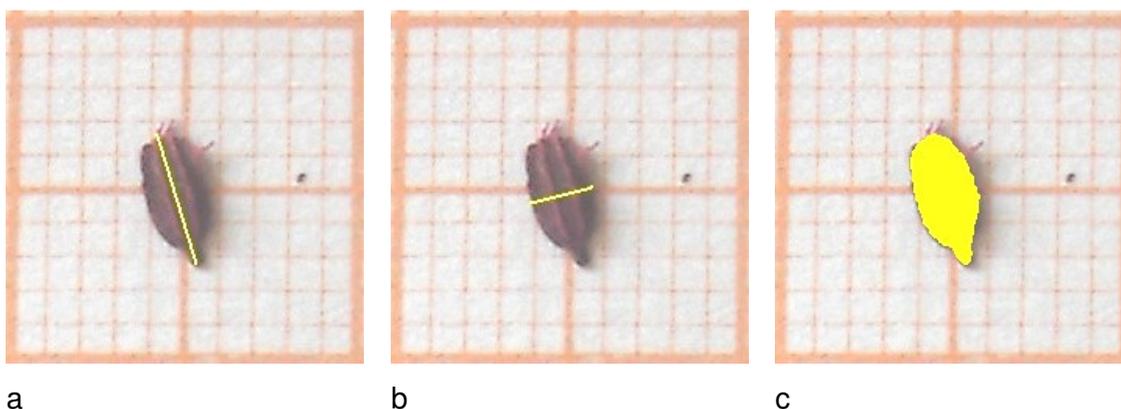
A análise computadorizada do comprimento de plântulas pode ser eficiente para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes (MARCOS FILHO, 2001;

SAKO et al., 2001), No caso da cultura da cenoura que apresenta tamanho de semente e de plântulas muito pequenas, esse método pode trazer dados com mais exatidão, e, conseqüentemente, melhor caracterização dos lotes.

A técnica de medições a partir de imagens digitais pode ser utilizado para a determinação do comprimento de plântulas e dimensões de sementes. Para isto, as repetições de sementes e/ou plantas são fotografadas por câmera digital, descarregadas em um microcomputador e processadas pelo software de análises de imagem SigmaScan, da empresa Jandel Cientific, que é um software que possui ferramentas de interpolação de pontos, possibilitando a determinação de distâncias ou áreas.

Os procedimentos a serem adotados são os seguintes:

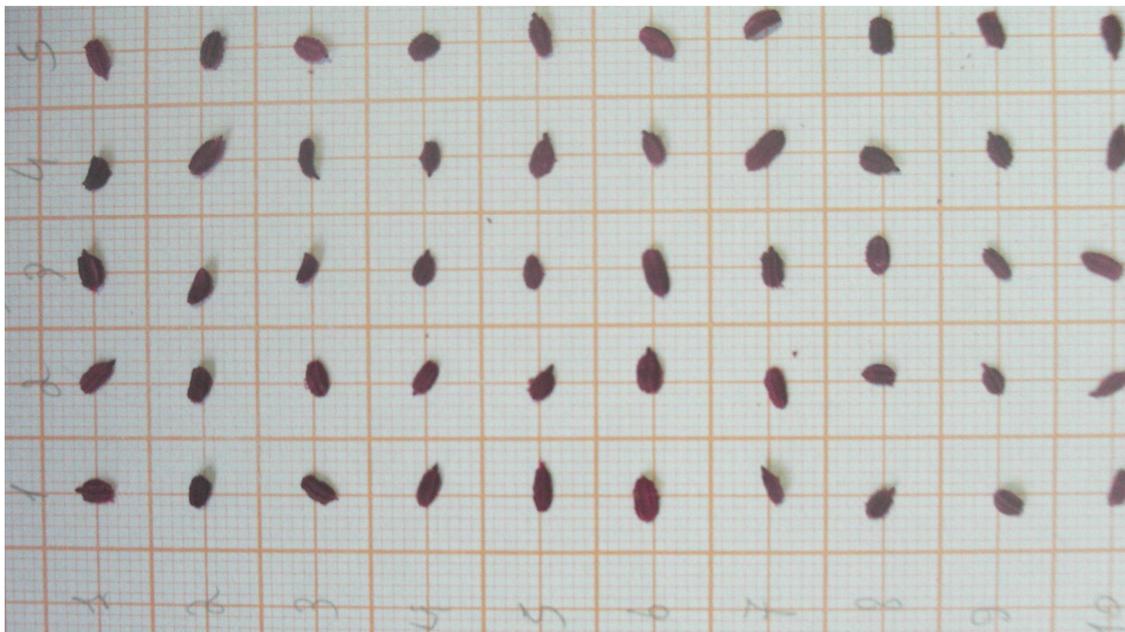
- a) Carregar a imagem no software;
- b) calibrar o software para que ele forneça as unidades no Sistema Internacional de unidades (SI);
- c) utilizar a ferramenta “Trace Mode” para determinar o comprimento da semente (Figura 5a) e a largura (Figura 5b);
- d) utilizar a ferramenta “Fill Mode” para determinar a área da semente, como mostra a Figura 5c.



**Figura 5** – Determinação do comprimento (a), largura (b) e área (c) de sementes de cenoura utilizando o software Sigma Scan. Santa Maria, RS, 2008.

Primeiramente, foram realizadas as medidas de dimensões das sementes, para isso foram feitas medições a partir de imagens digitais, conforme detalhado no.

Determinou-se as variáveis: comprimento (C), largura (L) e área (A), de quatro repetições de 50 sementes por lote, as quais foram distribuídas uniformemente sobre papel milimetrado, capturando uma imagem por repetição, conforme mostrado na Figura 6.



**Figura 6** - Imagem de uma repetição de sementes de cenoura utilizadas para a mensuração do comprimento, largura e área das sementes. Santa Maria, RS, 2008.

### 3.2.2 Testes laboratoriais usuais na avaliação de lotes de sementes

Foram selecionados alguns testes de vigor mais utilizados nos laboratórios de análise de sementes, e que apresentam empregabilidade para a cultura de cenoura. Assim, procedeu-se uma análise de pureza das sementes, e com a fração sementes puras foram realizados diversos testes descritos a seguir.

Para a obtenção do peso de mil sementes (PMS), efetuou-se contagem e pesagem de 10 repetições de 100 sementes por lote, procedendo-se a média aritmética das repetições, obtendo assim o peso de 100 sementes. Multiplicou-se

este resultado por dez para obter o peso de mil sementes. A variável foi expressa em gramas (g).

Para as sementes utilizadas na determinação do PMS, foi realizada a estimativa do grau de umidade (U). Para a determinação do grau de umidade das sementes foi utilizado o método da estufa, a 105 °C por 24 horas, segundo as Regras de Análise de Sementes (BRASIL,1992). Foram pesadas duas amostras de cinco gramas de sementes de cada lote, obtendo-se o peso úmido de sementes (pi), a seguir, as sementes foram colocadas em cadinho de metal, previamente pesados com balança de precisão para obter o peso do cadinho (pc), e colocadas para secagem em estufa a 105 °C, durante 24 horas, após este período os cadinhos contendo as sementes secas foram retiradas da estufa e mantidas em local seco até o equilíbrio da temperatura, então foram novamente pesados obtendo-se o peso seco de sementes mais cadinho (pf). Assim, o grau de umidade é determinado pela seguinte equação:

$$U_{(\%) } = \frac{[(pi - pc) - (pf - pc)]}{(pi - pc)} \times 100 \quad (1)$$

O teste de germinação (G) foi realizado com quatro repetições de 50 sementes cada. As sementes foram acomodadas individualmente em substrato de papel “germ test”, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco (MENEZES et al., 1993). As repetições foram colocadas em embalagens de plástico e mantidas em um germinador regulado à temperatura constante de 25 °C. A contagem das sementes germinadas foi realizada aos oito dias. Considerou-se para a percentagem de germinação, o número de plântulas normais, ou seja, que apresentem estruturas essenciais, como: radícula, coleóptilo e cotilédones bem formados.

Em conjunto com o teste de germinação foi conduzida a contagem de plântulas anormais e sementes mortas, realizada aos oito dias após a semeadura (AOSA, 1983). Considerou-se plântulas anormais as que apresentam qualquer uma das suas estruturas essenciais ausentes, deformadas, muito danificadas ou infectadas por patógenos da própria semente (KRZYZANOWSKI et al., 1991; BRASIL, 1992), e sementes mortas, as sementes que, ao final dos testes, não

estavam duras nem dormentes, mas com uma coloração escuro intensa, parcial ou totalmente podres (MATA et al., 1985).

Com as plântulas normais do teste de germinação, efetuaram-se medidas de dimensões de plântulas, onde se observou o comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e comprimento total (CT) de plântulas, obtido pela soma das duas variáveis anteriores. Foram utilizadas 10 plântulas normais por repetição do teste de germinação, obtidas aleatoriamente. As avaliações foram feitas por régua milimetrada e por imagens (Figura 7) como detalhado no capítulo 3.2.1.



**Figura 7** - Plântulas de cenoura fotografadas para a avaliação do comprimento de raiz e parte aérea. Santa Maria, RS, 2008.

O teste de estimativa de vigor de um lote de sementes mais comum e rotineiramente utilizado é o da primeira contagem (PC), assim, juntamente com o teste de germinação, computou-se o percentual médio de plântulas normais, aos quatro dias após a semeadura.

Das plântulas normais obtidas na primeira contagem, determinou-se a massa seca de plântulas (MSP), incluindo todas as partes das plântulas: radícula, hipocótilo, cotilédones e folhas primárias. Utilizando-se quatro repetições de 10 plântulas por lote, devidamente colocadas em embalagens de papel e levadas para secar em estufa, com temperatura de 70°C, pesando-se as embalagens com

balança de precisão até alcançar peso constante. Os dados foram expressos em miligramas (mg).

Para determinação do índice de velocidade de germinação (IVG), seguiu-se a metodologia proposta por Maguire (1962), realizando-se a semeadura de quatro repetições de 100 sementes por lote em substrato de papel umedecido com água destilada e colocados em caixas plásticas do tipo gerbox, procedendo-se contagens diárias das sementes germinadas. O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado por:

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n} \quad (2)$$

Em que, IVG é o índice de velocidade de germinação;  $G_1, G_2, \dots, G_n$ , os números de plântulas normais computadas na primeira, na segunda, até a enésima contagem;  $N_1, N_2, \dots, N_n$ , são os números de dias contados a partir da instalação do experimento.

A avaliação do envelhecimento acelerado (EA) de sementes serve de parâmetro para estimar o potencial de armazenagem dos lotes de sementes. Assim este teste foi conduzido conforme a metodologia proposta pela AOSA (1983), utilizando-se 200 sementes por lote. As sementes foram distribuídas sobre bandejas de tela de alumínio, as quais foram fixadas no interior de caixas plásticas tipo gerbox. As caixas foram mantidas em uma estufa à temperatura constante de 41°C e umidade relativa de 100%, por um período de 48 horas. Após esse período, as sementes foram colocadas para germinar, seguindo as recomendações para o teste de germinação (BRASIL, 1992). A avaliação das plântulas foi realizada sete dias após a semeadura, computando-se a percentagem de plântulas normais.

Efetou-se ainda a semeadura em bandejas multiceluladas de poliestireno expandido, contendo 200 células, as quais foram preenchidas com substrato comercial Plantmax®. Em cada bandeja foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, sendo quatro repetições por lote e casualizando-as por bandeja, as sementes foram colocadas sobre o substrato e cobertas por uma espessura de três milímetros do mesmo substrato. Durante o período experimental (entre os meses de julho e agosto de 2008), as bandejas foram mantidas em casa de vegetação. Assim,

obteve-se o índice de velocidade da emergência das plântulas (IVE), anotando-se diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas que apresentaram as folhas embrionárias visíveis. Ao final do teste, com os dados diários do número de plântulas normais, foi calculado o IVE empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = \sum_{i=1}^n N_i / D_i \quad (3)$$

Em que:  $N_i$  é o número de plântulas emersas no  $i$ -ésimo dia após a semeadura ( $D_i$ ), e,  $n$  é o número total de dias do teste.

### 3.3 Experimento com sementes de abóbora

No experimento com sementes de abóbora, utilizaram-se três lotes de sementes do cultivar Menina Brasileira, estes lotes distinguam-se por apresentarem tamanho diferente: médio (M), grande (G) e extragrande (GG), classificados comercialmente pela empresa. Esse experimento foi conduzido em duas etapas, a primeira, utilizando-se apenas os lotes classificados comercialmente pela empresa e a segunda, acrescentando-se misturas de lotes.

#### 3.3.1 Primeira etapa, apenas com lotes comerciais

Utilizou-se apenas lotes classificados comercialmente em sementes médias (M), grandes (G) e extragrandes (GG). A partir destes lotes, foram conduzidos os testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes em condições controladas de laboratório, conforme descritos a seguir.

Inicialmente efetuou-se o teste de germinação (G), este teste foi realizado com oito repetições de 50 sementes, semeadas em rolos de papel 'germtest', umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco.

Os rolos, contendo as sementes, foram colocados em germinador regulado à temperatura constante de 25°C. As contagens foram realizadas aos quatro e oito dias após a semeadura, considerando-se apenas as plântulas normais de cada repetição. Foram considerados como plântulas normais as que apresentassem estruturas essenciais como radícula, coleótilo e cotilédones bem formados.

A primeira contagem de germinação (PC) foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais, verificadas na primeira contagem do teste de germinação, realizada no quarto dia após a semeadura, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

Para discriminar os lotes de sementes por potencial de armazenagem e qualidade fisiológica realizou-se o teste de envelhecimento acelerado (EA). Para a realização deste teste, utilizou-se caixas plásticas transparentes, do tipo gerbox. No interior dessas caixas, adicionou-se 40 mL de água destilada, e sobre tela de metal foram postas as sementes. As caixas foram tampadas e mantidas em germinador regulado à temperatura de 41 °C por um período de 48 horas. Ao término desse período, as sementes foram retiradas do germinador e semeadas em rolos de papel, idêntico ao descrito para o teste de germinação. Efetuou-se contagem única das plântulas normais aos seis dias após a semeadura, segundo metodologia proposta pela AOSA (1983).

Outros testes usados para estimar a qualidade fisiológica e o vigor de sementes foram o teste da temperatura subótima (TS) e o teste de frio (TF). O teste de temperatura subótima foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes, procedendo-se a semeadura como no teste de germinação, porém, à temperatura constante de 18°C, realizando-se uma única contagem de plântulas normais aos oito dias após a semeadura.

O teste de frio (TF) foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, semeadas em rolos de papel filtro umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, em seguida, os rolos foram acondicionados em sacos plásticos vedados com fita adesiva e levados a um germinador previamente regulado, à temperatura de 10°C, por um período de sete dias. Após este período, os rolos foram colocados em germinador à 25°C, por seis dias, realizando-se a contagem das plântulas normais.

Realizou-se, ainda, a semeadura em caixas multiceluladas de poliestireno expandido, contendo 128 células, com substrato comercial Plantmax®. As sementes foram semeadas a uma profundidade de um centímetro. As plântulas foram mantidas, durante o período experimental, em casa de vegetação (estufa plástica) entre os meses de novembro e dezembro de 2007. Assim, realizaram-se as seguintes avaliações:

a) Emergência (EM) – conduzido com quatro repetições de 50 sementes, com determinações das plântulas emergidas aos 21 dias após a semeadura, com os dados expressos em porcentagem de plântulas emergidas;

b) índice de velocidade de emergência (IVE) – foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, efetuando-se contagens diárias de plântulas emergidas nas bandejas até obter-se número constante de plântulas. Para cada repetição, foi calculado o índice de velocidade de emergência, somando-se o número de plântulas emergidas a cada dia, dividido pelo respectivo número de dias transcorridos a partir da semeadura, conforme Equação 6 proposta por Maguire (1962);

c) comprimento do hipocótilo na emergência (CHEM) – o comprimento do hipocótilo foi medido nas plantas obtidas do teste anterior, com auxílio de uma régua milimetrada;

d) avaliação de plântulas – foram selecionadas aleatoriamente para a avaliação de plântulas quatro repetições de dez plântulas normais de cada lote, na contagem do teste de emergência. Avaliaram-se as fitomassas secas obtidas a partir de raízes e hipocótilos de plântulas, que foram colocadas em sacos de papel e mantidas em estufa regulada à 60°C por 48 horas, atingindo fitomassa seca constante. Foram determinadas as massas em balança analítica de precisão (0,001g), obtendo-se a massa seca de raízes (MSR), de hipocótilos (MSH) e total (MST) das plântulas de cada repetição, representando os dados em miligramas (mg).

### 3.3.2 Segunda etapa, lotes originais e mistura de lotes

Os tratamentos foram constituídos de três lotes de sementes de abóbora do cultivar Menina Brasileira, classificados em tamanhos diferentes: médio (M), grande (G) e extragrande (GG), classificados comercialmente pela empresa, ainda, um lote obtido pela mistura de 50% de sementes grandes (G) e o restante por sementes extragrandes (GG), e outro, obtido pela mistura proporcional dos três lotes de sementes originais (M, G e GG), totalizando cinco tratamentos. Com os quais, foram conduzidos testes em condições controladas de laboratório, conforme descritos a seguir.

O teste de germinação (G) foi realizado com oito repetições de 50 sementes, semeadas em rolos de papel filtro umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos, contendo as sementes, foram colocados em germinador regulado à temperatura constante de 25 °C. As contagens foram realizadas aos quatro e oito dias após a semeadura, considerando-se apenas as plântulas normais de cada repetição.

A primeira contagem de germinação (PC) foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, registrando-se a porcentagem de plântulas normais realizada no quarto dia após a semeadura, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

O teste de frio (TF) foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, semeadas em rolos de papel filtro umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, em seguida, os rolos foram acondicionados em sacos plásticos vedados com fita adesiva e levados a um germinador previamente regulado, a temperatura de 10 °C por um período de sete dias. Após este período, os rolos foram colocados em germinador a 25 °C, por seis dias, e após efetuado a contagem de plântulas normais. Realizou-se ainda, a avaliação de plântulas, onde foram utilizadas quatro repetições de dez plântulas normais de cada lote, retiradas de forma aleatória. Avaliou-se a fitomassa seca das plântulas, onde, foram colocadas em sacos de papel e mantidas em estufa regulada à 60 °C por 48 horas, atingindo fitomassa seca constante, foram determinadas as massas em balança analítica de precisão (0,001g), obtendo-se a massa seca de raízes (MSR), de hipocótilos (MSH) e total (MST) das plântulas de cada repetição.

### 3.4 Análise estatística

O delineamento utilizado tanto para o experimento com sementes de cenoura quanto para o experimento com sementes de abóbora foi o inteiramente casualizado.

Os dados obtidos em cada teste foram analisados separadamente para cada espécie através da análise de variância, utilizou-se para a análise o Sistema de Análise Estatística (SANEST). Os dados, em números decimais, relativos a contagens de plântulas ou sementes (Germinação, primeira contagem, plântulas anormais, sementes mortas, emergência, teste de frio, temperatura subótima e envelhecimento acelerado) foram submetidos a transformação arcosseno<sup>1</sup> conforme mostrado a seguir:

$$Y_{ij}^* = \arcsen \sqrt{Y_{ij}} \quad (4)$$

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro e as variáveis submetidas à análise de correlação linear. Após, decompôs-se a soma de quadrados de tratamentos em contrastes ortogonais, com a finalidade de testar o efeito de tamanho das sementes e suas respostas a testes laboratoriais.

#### 3.4.1 Contrastes ortogonais

Contraste ortogonal é uma combinação linear de médias de tratamentos. Assim,  $X = \sum_i C_i m_i$  é um contraste. Portanto, contraste é uma função linear estimável da forma  $\hat{X} = \sum_i C_i \hat{m}_i$ , sendo  $C_i$  o coeficiente a ser atribuído a  $m_i$ ;  $m_i$  a média do tratamento  $i$ , tal que  $\sum_i C_i = 0$ .

---

<sup>1</sup>Transformação aplicável a dados de contagem, expressos em percentual, provenientes de variável aleatória discreta que apresentem distribuição binomial.

Assim, o exemplo a seguir é um contraste:

$$X = \sum_i C_i m_i = C_1 m_1 + C_2 m_2 + C_3 m_3 + \dots + C_l m_l, \quad (5)$$

Portanto, contraste é uma função linear estimável da forma (1), sendo  $C_1$  o coeficiente a ser atribuído a  $\mu_i$ ;  $\mu_i$  a média do tratamento  $i$  formulando as hipóteses  $H_0 : X = 0$ . O número de contrastes ortogonais possíveis é  $l-1$  ( $l = n^\circ$  de tratamentos).

Assim:

$$Y = \sum_{i=1}^l c_i \mu_i \quad (6)$$

Tal que:

$$\sum_{i=1}^l c_i = 0 \quad (7)$$

Isso levou a formação de cinco contrastes ( $C_n$ ), no caso do experimento com cenoura, cujos coeficientes para contrastes ortogonais utilizados estão na Tabela 1.

**Tabela 1** – Coeficiente dos contrastes ortogonais para comparação de lotes de sementes de cenoura dos cultivares Alvorada (A) e Brasília (B), com sementes médias (M), grandes (G), extragrandes (GG). Santa Maria, 2007.

Tratamentos	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
AM	1	2	0	0	0
AG	1	-1	0	1	0
AGG	1	-1	0	-1	0
BM	-1	0	2	0	0
BG	-1	0	-1	0	-1
BGG	-1	0	-1	0	1
$\sum_i C_i =$	0	0	0	0	0

Assim a soma de quadrados [ $SQ(\hat{X})$ ] de um contraste  $X$  é calculado por:

$$SQ(\hat{X}) = \hat{X}^2 / \left( \sum_i C_i^2 / J \right) \quad (8)$$

Em que J é o número de repetições. A partir disso monta-se um quadro de análise de variância com as devidas interpretações.

Os coeficientes dos contrastes para os experimentos com sementes de abóbora, nos ensaios onde foram utilizados apenas lotes originais, encontram-se na Tabela 2 e, na Tabela 3, estão os contrastes utilizados para os ensaios com a mistura de lotes de sementes. As famílias de contrastes expressos nas tabelas foram escolhidas levando-se em consideração os agrupamentos de tamanhos de sementes.

**Tabela 2** – Coeficiente dos contrastes ortogonais para comparação de lotes de sementes de abóbora do cultivar Menina Brasileira, com sementes médias (M), grandes (G), extragrandes (GG). Santa Maria, 2007.

Tratamentos	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
M	2	0
G	-1	1
GG	-1	-1
$\sum_i C_i =$	0	0

**Tabela 3** – Coeficiente dos contrastes ortogonais para comparação de lotes de sementes de abóbora do cultivar Menina Brasileira, com sementes médias (M), grandes (G), extragrandes (GG) e as misturas de sementes G com GG e M, G e GG, proporcionalmente. Santa Maria, 2007.

Tratamentos	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
M	2	2	0	0
G	2	-1	1	0
GG	2	-1	-1	0
G+GG	-3	0	0	1
M+G+GG	-3	0	0	-1
$\sum_i C_i =$	0	0	0	0

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Lotes de sementes de cenoura classificadas por tamanho**

#### **4.1.1 Avaliação de plântulas através de imagens digitais**

O comprimento de plântulas medidas com régua milimetrada, mostrou que não houve diferenças significativas para os comprimentos de parte aérea. Já para as variáveis obtidas por imagens, mostram que houve diferença significativa, sendo o lote de sementes médias (M) do cultivar Brasília o que se apresentou inferior quando comparado aos outros lotes (Tabela 4). O comprimento total de plântulas não diferiu entre os lotes dos dois cultivares, resultados também encontrados na análise de imagens.

Para a variável comprimento de raiz, medida por régua, mostrou-se que tanto para o cultivar Alvorada, quanto para Brasília, os lotes de tamanho médio (M) apresentaram valores inferiores, quando comparado aos lotes de sementes maiores. O comprimento de raiz analisado através de imagens mostrou diferença estatística entre os lotes do cultivar Alvorada, onde o lote extragrande (GG) apresentou as maiores médias. Assim verifica-se que está variável é a mais sensível na avaliação de do vigor de lotes de sementes de cenoura. Resultado semelhante foi encontrado por Andrade et al. (1993), mostrando que a a qualidade física e fisiológica das sementes de cenoura foram afetadas pelo método de produção e pela ordem da umbela, e que a avaliação do vigor através do agrupamento das medidas de comprimento de raízes, em três categorias, foi o teste mais sensível para avaliar a característica tamanho de sementes.

Também foram realizadas as medições de comprimento de semente pelo método de imagem, o qual mostrou diferenças significativas entre lotes dos cultivares Alvorada e Brasília, o lote GG apresentou maiores médias. Essas diferenças se repetem para as medidas de largura e área das sementes.

**Tabela 4** – Comprimento de parte aérea (CPA), de raiz (CR) e total (CT) de plântulas; comprimento (CS), largura (LS) e área (AS) de sementes; massa seca de plântulas (MSP) e peso de mil sementes (PMS), de diferentes tamanhos de sementes de cenoura dos cultivares Alvorada e Brasília. Santa Maria, RS, 2008.

LOTE	Régua milimetrada			Imagens							
	CPA (mm)	CR (mm)	CT (mm)	CPA (mm)	CR (mm)	CT (mm)	CS (mm)	LS (mm)	AS (mm <sup>2</sup> )	MSP (mg)	PMS (g)
ALVORADA											
GG	22,67 a*	30,60 a	54,18 a	25,39 a	32,47 a	58,46 a	3,49 a	1,69 a	4,51 a	1,03 a	2,325 a
G	21,83 a	29,03 a	50,85 a	25,99 a	31,13 ab	57,52 a	2,94 b	1,49 b	3,39 b	0,65 b	1,703 b
M	17,37 a	19,83 b	37,65 a	21,50 a	21,71 b	43,21 a	2,79 b	1,31 c	2,84 c	0,62 b	1,411 c
CV%	24,68	16,98	18,26	17,44	17,61	16,13	3,54	3,76	5,37	13,97	2,51
BRASILIA											
GG	20,23 a	22,35 a	44,34 a	23,37 a	27,00 a	50,37 a	3,70 a	1,95 a	5,47 a	0,98 a	2,089 a
G	20,78 a	23,20 a	43,98 a	23,30 a	24,46 a	47,76 a	3,16 b	1,60 b	3,74 b	0,65 b	1,485 b
M	17,30 a	19,65 a	36,95 a	18,60 b	23,50 a	42,10 a	2,92 c	1,50 c	3,02 c	0,43 c	1,125 c
CV%	14,00	15,95	11,62	9,59	14,75	11,71	1,99	2,57	6,79	15,80	2,45

\* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem significativamente pelo Teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

A análise de correlação linear, apresentada na Tabela 5, mostra valores significativos e positivos para a correlação entre as variáveis comprimento de parte aérea, raiz e total de plântulas medidas por régua milimetrada e pelo software de análise de imagens, com coeficientes de 0,9391, 0,9636 e 0,9930 para o cultivar Alvorada e, 0,8866, 0,6981 e 0,9279 para o cultivar Brasília, respectivamente. Estes resultados são importantes para validar a metodologia de análise de imagens.

Na massa seca de plântulas, observa-se pouca correlação significativa com as outras variáveis provenientes da avaliação de plântulas, no entanto, existe alta correlação entre ela e o comprimento (0,8227 e 0,8983), largura (0,7607 e 0,8593) e área de sementes (0,8049 e 0,8857) para os cultivares Alvorada e Brasília, respectivamente, o mesmo ocorre com o peso de mil sementes que mostrou correlação significativa com os comprimentos totais pelas duas metodologias de análise para o cultivar Brasília.

Estudando a qualidade de sementes de cenoura de diferentes ordens de umbelas, Krarup; Villanueva (1977) observaram uma correlação entre o tamanho do embrião e a germinação. O tamanho da semente, geralmente é indicativo da qualidade fisiológica, sendo que, na maioria das vezes, sementes maiores e/ou com embriões mais desenvolvidos, apresentam maior germinação e vigor quando comparadas com sementes menores do mesmo lote. Assim, vários autores têm relatado a superioridade das sementes de maior tamanho na qualidade fisiológica (AUSTIN; LONGDEN, 1967; GRAY; STECKEL, 1983).

Também é observado na Tabela 5, que existe alta correlação entre as variáveis comprimento, largura e área de sementes. Isto parece óbvio, pois quanto maior o comprimento espera-se que a largura e, conseqüentemente, a área sejam maiores.

Observa-se, portanto, que os parâmetros mais correlacionados são os relacionados ao tamanho de plântula pelos dois métodos de medições com a massa seca de plântulas (MSP) e com o peso de mil sementes (PMS). Podendo, dessa forma, indicar o método de análise de imagem como alternativo em relação ao sistema tradicional de avaliação de comprimento de plântulas.

**Tabela 5** – Correlações lineares entre o uso de régua milimetrada e as imagens para os seguintes parâmetros: comprimento de parte aérea (CPA), de raiz (CR) e total (CT) de plântulas; comprimento (CS), largura (LS) e área (AS) de sementes; massa seca de plântulas (MSP) e peso de mil sementes (PMS), em lotes de semente de cenoura dos cultivares Alvorada e Brasília. Santa Maria, RS, 2008.

		Régua			Imagens						MSP	PMS
		CPA	CR	CT	CPA	CR	CT	CS	LS	AS		
<b>ALVORADA</b>												
<b>Régua</b>	<b>CPA</b>	-	0,6701*	0,8972*	0,9391*	0,7427*	0,8707*	0,3032	0,3629	0,3518	0,4928	0,4403
	<b>CR</b>	0,6464*	-	0,9201*	0,7628*	0,9636*	0,9358*	0,6021*	0,7332*	0,6653*	0,5209	0,6530*
	<b>CT</b>	0,9318*	0,7855*	-	0,9174*	0,9500*	0,9930*	0,5293	0,6241*	0,5866*	0,5686	0,6220*
<b>Imagens</b>	<b>CPA</b>	0,8866*	0,7647*	0,9549*	-	0,7716*	0,9150*	0,2960	0,3632	0,3539	0,3718	0,4082
	<b>CR</b>	0,7040*	0,6981*	0,7672*	0,6810*	-	0,9627*	0,5534	0,6938*	0,6119*	0,5346	0,6191*
	<b>CT</b>	0,8566*	0,7936*	0,9279*	0,8983*	0,9335*	-	0,4770	0,5947*	0,5388	0,4973	0,5665
	<b>CS</b>	0,3710	0,2905	0,5134	0,6082*	0,4180	0,5483	-	0,9487*	0,9865*	0,8227*	0,9558*
	<b>LS</b>	0,2930	0,1814	0,4177	0,5081	0,3438	0,4548	0,9853*	-	0,9736*	0,7607*	0,9406*
	<b>AS</b>	0,3877	0,3734	0,5386	0,6284*	0,4986	0,6066*	0,9897*	0,9723*	-	0,8049*	0,9752*
	<b>MSP</b>	0,5405	0,4427	0,6653*	0,7495*	0,5116	0,6738*	0,8983*	0,8593*	0,8857*	-	0,8804*
	<b>PMS</b>	0,3547	0,2433	0,4899	0,5936*	0,4138	0,5387	0,9730*	0,9600*	0,9588*	0,9025*	-

**BRASÍLIA**

\* Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro.

Para as variáveis referentes ao tamanho de sementes, não se pode ter conclusões na comparação dos dois métodos, pois não foi efetuada estas medições, devido as dificuldades e imprecisões na obtenção de medidas com régua milimetrada em sementes muito pequenas.

#### 4.1.2 Qualidade fisiológica de sementes de cenoura classificadas em diferentes tamanhos

Comparando as médias por contrastes ortogonais mostrados na Tabela 6, verifica-se que no contraste C1, os cultivares Alvorada (A) e Brasília diferiram significativamente apenas para as variáveis comprimento de raiz (CR) e largura de semente (LS), essa diferença é explicada pelas características fenotípicas de cada cultivar (MELO, 2005).

Quando comparadas as sementes médias (M) com a combinação de sementes grandes (G) e extragrandes (GG) no cultivar Alvorada (C2), notam-se diferenças estatísticas para quase todas as variáveis, exceto para germinação, primeira contagem, plântulas anormais e comprimento de plântulas. Comportamento semelhante, é observado para o cultivar Brasília no terceiro contraste. Esses resultados apesar de não mostrarem diferenças significativas para germinação, resultado também encontrado por Pereira et al. (2005), mostraram diferença para as variáveis relacionadas com o tamanho das sementes, indicando o benefício do sistema de classificação de sementes na homogeneidade do lote.

Diferenças significativas de comprimento de raiz e de plântulas, assim como de massa seca de plântulas (Tabela 6) são indícios de diferenças na qualidade fisiológica das sementes. Segundo Heydecker (1972) e Pollock; Roos (1972), as sementes diferem individualmente em viabilidade e vigor, mostrando que as sementes de um mesmo lote diferem entre si em propriedades físicas relacionadas à qualidade fisiológica.

**Tabela 6** – Contrastes ortogonais (C1, C2, C3, C4 e C5): germinação (G), primeira contagem (PC), plântulas anormais (An), sementes mortas (M), comprimento de parte aérea (CPA), de raiz (CR) e total (CT) de plântulas; comprimento (CS), largura (LS) e área (AS) de sementes, massa seca de plântulas (MSP); peso de mil sementes (PMS) dos cultivares Alvorada (A) e Brasília (B) com três tamanhos de sementes: médio (M), grande (G) e extragrande (GG). Santa Maria, RS, 2008.

Tratamentos	G (%)	PC (%)	An (%)	M (%)	Régua			Fotos						
					CPA (mm)	CR (mm)	CT (mm)	CPA (mm)	CR (mm)	CT (mm)	CS (mm)	LS (mm)	AS (mm <sup>2</sup> )	
<b>C1</b>	A	66	59	4	30	20,620	26,480	47,560	24,630	28,440	53,070	3,070	1,500	3,580
	B	72	57	3	25	19,430	21,730	41,750	21,750	24,990	46,740	3,260	1,680	4,080
Significância		0,116	0,678	0,487	0,162	0,498	0,035*	0,114	0,080	0,134	0,088	0,191	0,024*	0,206
<b>C2</b>	AM	71	67	6	24	17,370	19,830	37,650	21,500	21,710	43,210	2,790	1,310	2,840
	AG e AGG	64	56	3	33	22,250	29,810	52,520	26,190	31,800	57,990	3,210	1,590	3,950
Significância		0,216	0,122	0,271	0,049*	0,131	0,004*	0,016*	0,090	0,006*	0,014*	0,029*	0,001*	0,007*
<b>C3</b>	BM	69	50	2	30	17,300	19,650	36,950	18,600	23,500	42,100	2,920	1,500	3,020
	BG e BGG	74	61	4	23	20,500	22,780	44,160	23,330	25,730	49,070	3,430	1,770	4,610
Significância		0,362	0,089	0,237	0,229	0,071	0,154	0,029*	0,003*	0,345	0,058	0,008*	0,021*	0,010*
<b>C4</b>	AG	68	65	0	32	24,670	30,370	55,030	28,200	33,400	61,600	2,940	1,500	3,370
	AGG	62	50	5	33	20,800	29,480	51,000	24,990	30,840	55,830	3,380	1,650	4,290
Significância		0,344	0,095	0,085	0,802	0,342	0,816	0,600	0,382	0,555	0,436	0,034*	0,068	0,027*
<b>C5</b>	BG	79	65	4	18	20,780	23,200	43,980	23,300	24,460	47,760	3,160	1,600	3,740
	BGG	69	58	4	28	20,230	22,350	44,340	23,370	27,000	50,370	3,700	1,950	5,470
Significância		0,103	0,165	0,999	0,111	0,789	0,751	0,922	0,964	0,412	0,561	0,000*	0,000*	0,000*

\*Contraste significativo pelo teste de F, em 5% de probabilidade de erro

Nos contrastes C4 e C5, comparam-se as sementes grandes (G) com as extragrandes (GG) para os cultivares Alvorada e Brasília, respectivamente. Observa-se novamente os benefícios da classificação, pois há diferenças nas variáveis relacionadas ao tamanho de sementes (Tabela 6) e ao peso de mil sementes (Tabela 7). No entanto, verifica-se que há pouca diferença nas demais variáveis, o que mostra qualidade fisiológica semelhante entre esses dois tamanhos de sementes, podendo-se, sob o ponto de vista de qualidade fisiológica de semente, misturar estes lotes, ou não estratificá-los no beneficiamento.

Na Tabela 7, observa-se, no primeiro contraste, que o índice de velocidade de germinação (IVG) foi maior no cultivar Alvorada, evidenciando a menor qualidade fisiológica do cultivar Brasília, concordando com Nascimento et al. (2004). Já para o índice de velocidade de germinação (IVG), verificam-se nos contrastes C2 e C3, que as sementes maiores (combinação de sementes grandes e extragrandes), foram significativamente melhores que as sementes médias para ambos os cultivares, apontando melhor vigor para sementes de maior tamanho. Esses resultados discordam dos encontrados por Rodo et al. (2001), porém esta diferença no vigor, pode ser explicada pela maior quantidade de reserva dessas sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), mostrado pela significância das diferenças no peso de mil sementes (PMS).

Nota-se ainda, nos contrastes C4 e C5 da Tabela 7, que houve uma inversão nos resultados, mostrando inferioridade das sementes extragrandes em relação as grandes, tanto para IVG como para IVE, porém esses resultados não são significativos para o cultivar Alvorada, mas pode ser explicado pelo fato das sementes extragrandes serem oriundas de umbelas primárias, que fica fisiologicamente madura primeiro, no campo, e perde parte de sua qualidade até que as demais umbelas amadureçam e permitam a colheita (RODO et al., 2001).

A partir da Tabela 8, observamos que os valores de germinação foram baixos e não apresentaram diferenças estatísticas entre lotes dos dois cultivares. A umidade dos lotes apresentou-se relativamente baixa, podendo ter causado uma absorção de água com mais intensidade, característica de sementes pequenas, causando a deterioração das sementes, o que é mostrado pelos altos valores de sementes mortas (RODO; PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2000). Por outro lado, as sementes de maior tamanho possuem maior dificuldade de perderem sua umidade durante a secagem, e por isso são armazenadas com um maior teor de

umidade, favorecendo uma taxa de respiração maior nestas sementes, além disso, as sementes maiores sofrem mais danos mecânicos no processo de desaristamento (NASCIMENTO; ANDREOLI, 1990). Estas características podem ter influenciado negativamente o processo de germinação, explicando os valores encontrados.

**Tabela 7** – Contrastes ortogonais (C1, C2, C3, C4 e C5): umidade (U), envelhecimento acelerado (EA), germinação obtida pelo teste de IVG (G<sub>IVG</sub>), massa seca de plântulas (MSP); peso de mil sementes (PMS), índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE) dos cultivares Alvorada (A) e Brasília (B) com três tamanhos de sementes: médio (M), grande (G) e extragrande (GG). Santa Maria, RS, 2008.

	Tratamentos	U (%)	EA (%)	G <sub>IVG</sub> (%)	MSP (mg)	PMS (g)	IVG	IVE
<b>C1</b>	A	7,45	72	92	0,765	1,813	12,61	7,17
	B	7,54	73	89	0,683	1,566	10,34	6,88
Significância		0,742	0,900	0,208	0,407	0,153	0,000*	0,569
<b>C2</b>	AM	6,36	65	92	0,618	1,411	11,7	6,61
	AG e AGG	7,99	76	91	0,838	2,014	13,06	7,45
Significância		0,000*	0,057	0,615	0,096*	0,006*	0,018*	0,145
<b>C3</b>	BM	7,52	75	87	0,428	1,125	9,24	7,49
	BG e BGG	7,55	72	91	0,811	1,787	10,88	6,57
Significância		0,001*	0,674	0,170	0,006*	0,003*	0,014*	0,338
<b>C4</b>	AG	7,48	79	94	0,69	1,725	13,36	8,07
	AGG	8,30	72	88	0,927	2,187	12,76	6,84
Significância		0,023*	0,325	0,048	0,172	0,048*	0,31	0,081
<b>C5</b>	BG	7,55	85	93	0,648	1,485	11,75	8,07
	BGG	7,54	59	88	0,975	2,089	10,02	5,08
Significância		0,267	0,005*	0,010*	0,006*	0,000*	0,001*	0,001*

\*Contraste significativo pelo teste de F, em 5% de probabilidade de erro.

Observa-se também, que o peso de mil sementes teve comportamento coerente com a germinação, pois sementes mais pesadas apresentam mais material de reserva para o processo germinativo (NASCIMENTO; ANDREOLI, 1990). Porém, os dados mostram que o peso de mil sementes não interferiu na germinação (Tabelas 8 e 9). Já os valores de primeira contagem para o cultivar Alvorada diferenciaram-se estatisticamente, sendo que, o lote de sementes médias (M) apresentou os maiores valores, seguidos pelo lote G e GG.

**Tabela 8** – Umidade (U), germinação (G), primeira contagem (PC), plântulas anormais (An) e sementes mortas (M), de diferentes tamanhos de sementes de cenoura das cultivares Alvorada e Brasília. Santa Maria, RS, 2008.

Cultivar	Lotes	U (%)	G (%)	PC (%)	An (%)	M (%)
Alvorada	GG	8,5 a *	60 a	47 b	6 a	35 a
	G	7,5 b	69 a	64 ab	1 b	31 a
	M	6,4 c	71 a	67 a	6 a	24 a
CV%		0,45	7,33	9,97	47,80	12,60
Brasília	GG	7,54 a	69 a	58 a	4 a	28 a
	G	7,55 a	79 a	65 a	4 a	18 a
	M	7,52 b	69 a	50 a	2 a	30 a
CV%		0,13	9,04	12,21	51,32	17,46

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro.

Para as variáveis comprimento de parte aérea e comprimento total (Tabela 9) não se observou diferença estatística entre os lotes dos dois cultivares, mostrando diferença apenas para comprimento de raiz. Em estudos com sementes de alface, realizados por Franzin (2003), verificaram-se dificuldades na estratificação de lotes de sementes através do teste de comprimento de plântula, pois, para a avaliação do teste são consideradas somente as plântulas normais, o que pode mascarar os resultados do teste, diminuindo as diferenças existentes entre os lotes.

A análise de massa seca de plântulas mostrou que o tamanho das sementes influencia positivamente no vigor das plântulas. Para os dois cultivares, os lotes de tamanho GG se sobressaíram aos lotes de menor tamanho. Este resultado também foi encontrado por Aguiar et al. (2001), com sementes de girassol. Porém estas diferenças podem ser devidas ao tamanho dos cotilédones das sementes que não foram removidos, no entanto não se sabe se estes possuem boa capacidade de transferência do material de reserva para a plântula.

Nos cultivares de cenoura Alvorada e Brasília, não houve influência do tamanho das sementes na percentagem de germinação e comprimento de parte aérea e total de plântulas, porém houve diferença significativa, além da massa seca de plântulas e do peso das sementes, para o comprimento de raiz, mostrando que esta variável é a mais sensível na discriminação de lotes de sementes pela qualidade fisiológica. Isto mostra que apesar de não haver diferença na germinação, as sementes maiores resultam em plântulas mais vigorosas, as quais apresentarão um melhor desempenho em campo.

**Tabela 9** – Peso de mil sementes (PMS), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CPR), comprimento total de plântulas (CT) e massa seca de plântulas (MSP), de diferentes tamanhos de sementes de cenoura dos cultivares Alvorada e Brasília. Santa Maria, RS, 2008.

Cultivar	Lotes	PMS (g)	CPA (mm)	CPR (mm)	CT (mm)	MSP (mg)
Alvorada	GG	2,325 a *	22,67 a	30,60 a	54,18 a	1,03 a
	G	1,703 b	21,83 a	29,03 a	50,85 a	0,65 b
	M	1,411 c	17,37 a	19,83 b	37,65 a	0,62 b
CV%		2,51	24,68	16,98	18,26	13,97
Brasília	GG	2,089 a	20,23 a	22,35 a	44,34 a	0,97 a
	G	1,485 b	20,78 a	23,20 a	43,98 a	0,65 b
	M	1,125 c	17,30 a	19,65 b	36,95 a	0,43 c
CV%		2,45	14,00	15,95	11,62	15,80

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro.

## 4.2 Lotes de sementes de abóbora classificadas por tamanho

### 4.2.1 Avaliação de lotes de sementes médias, grandes e extragrande de abóbora

Na comparação de médias por contrastes ortogonais, mostrados da Tabela 10, onde foram comparadas as sementes grandes e extragrandes (G e GG) com as médias (M) (contraste C1), observa-se que houve contraste significativo apenas para as variáveis massa seca de raiz e comprimento do hipocótilo na emergência, indicando que estas duas variáveis são as mais importantes na comparação de sementes de tamanhos diferentes de abóbora. Os lotes que se mostraram de maior potencial fisiológico são os de sementes maiores em detrimento dos de sementes menores, pois as médias das sementes maiores são 34,55 e 17,62% superiores as sementes menores, respectivamente para as duas variáveis.

Na comparação entre as sementes maiores (G e GG), verifica-se no contraste C2 da Tabela 10, que as variáveis que melhor discriminaram os lotes por qualidade fisiológica foram: germinação, primeira contagem, teste de frio, temperatura subótima e emergência, nas quais houve significância do teste de contrastes ortogonais. As sementes, provenientes dos lotes com maior tamanho de sementes (GG), mostraram-se mais vigorosas em todos os testes citados anteriormente. A emergência é a variável de maior interesse, pois reflete as condições de semeadura

pelos agricultores sendo que o lote GG apresentou 9,4% de emergência superior ao lote G.

Na Tabela 10, apesar de não apresentar contraste significativo entre sementes grandes e médias para a germinação, apresentou contraste significativo entre sementes de tamanhos diferentes, sendo 17,3% superior para o lote GG. Em muitas espécies tem sido observado que o tamanho e a massa das sementes são indicativos da sua qualidade fisiológica, apresentando uma relação direta com vigor e desenvolvimento de plântulas, onde as sementes de menor tamanho ou menor densidade, dentro de um mesmo lote, tendem a apresentar, de modo geral, germinação e vigor inferiores ao das sementes de maior tamanho ou maior densidade (POPINIGIS, 1985). Quanto à qualidade fisiológica, os melhores lotes de sementes são aqueles que apresentam sementes de maior tamanho e maior densidade.

**Tabela 10** – Contrastes ortogonais (C1 e C2): germinação (G), primeira contagem (PC), teste de frio (TF), temperatura sub-ótima (TSO), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas (EM), massa seca total, raiz e hipocótilo (MST, MSR, MSH), comprimento total, raiz e hipocótilo (CT, CR, CH), índice de velocidade de emergência (IVE) e comprimento de hipocótilo (CHEM) de lotes de sementes de abóbora Menina Brasileira com sementes médias (M), grandes (G) e extragrandes (GG). Santa Maria, RS, 2008.

	Trat.	G (%)	PC (%)	TF (%)	TSO (%)	EA (%)	EM (%)	MSR (g)	MSH (g)	MST (g)	IVE	CHEM (cm)
C1	G e GG	88	76	76	79	76	91	0,055	0,295	0,35	8,53	3,263
	M	86	76	82	70	77	95	0,036	0,183	0,219	9,15	2,688
	Significância	0,94	1	0,308	0,055	0,718	0,097	0,022*	0,135	0,105	0,642	0,00*
C2	G	81	68	66	74	75	87	0,05	0,282	0,331	8,028	3,25
	GG	93	84	87	85	78	96	0,06	0,308	0,368	9,033	3,275
	Significância	0,000*	0,000*	0,000*	0,003*	0,339	0,001*	0,295	0,795	0,731	0,503	0,883

\*Contraste significativo pelo teste de F em 5% de probabilidade de erro.

O método de contrastes ortogonais mostrou-se eficiente para discriminar lotes de sementes de abóbora do cultivar Menina Brasileira pela qualidade fisiológica, porém não foi eficiente para selecionar melhores testes de determinação do vigor das sementes.

#### 4.2.2 Avaliação de lotes de sementes de abóbora classificadas por tamanho e lotes oriundos de misturas de lotes

Para o contraste C1, não houve significância para nenhuma variável observada (Tabela 11), uma vez que, sementes misturadas não diferiram das classificadas, porém pode ser devido ao fato de que no contraste de sementes misturadas estão lotes de sementes grandes, de maior vigor, e médias, de menor vigor, que simula um lote não classificado.

No entanto, o contraste C2 indica que para as variáveis massa seca de raiz, massa seca de hipocótilo e massa seca total, há diferença significativa, mostrando que sementes de maior tamanho possuem melhor capacidade de expressar a qualidade fisiológica, notando-se um ganho significativo de 32,26%, 40,73% e 40%, respectivamente, para os lotes de sementes maiores (G e GG).

Na avaliação do terceiro contraste (C3) verificou-se que as variáveis porcentagens de germinação, primeira contagem e teste de frio, mostraram valores de 14,75, 22,35 e 19,20% superiores para as sementes extragrandes (GG), respectivamente, sendo estatisticamente diferentes do lote de sementes grandes (G).

Verifica-se finalmente que o teste de contrastes ortogonais se mostrou eficiente na interpretação dos resultados obtidos. Segundo Corrente; Nogueira; Costa (2001), a aplicação de contrastes ortogonais revelou-se uma alternativa de análise eficiente para a estimação dos efeitos de interesse, quando os dados seguem uma estrutura não-convencional. Esta técnica permitiu um maior grau de detalhamento da análise e tornou possível testar os vários efeitos envolvidos e de interesse. No entanto, a caracterização fisiológica de um lote de sementes tem sua origem no sistema de produção, que poderá discriminar lotes por qualidade.

O lote de sementes de abóbora que se mostrou de maior qualidade fisiológica foi o de sementes extragrandes (GG). Portanto, com o método de contrastes ortogonais foi capaz de discriminar lotes de sementes pela qualidade fisiológica, porém há divergências na seleção de melhores testes de determinação do vigor das sementes.

**Tabela 11** – Contrastes ortogonais (C1, C2, C3 e C4): germinação (G), primeira contagem (PC), teste de frio (TF), massa seca total, raiz e hipocótilo (MST, MSR, MSH) de lotes de sementes de abóbora Menina Brasileira com sementes médias (M), grandes (G), extragrandes (GG) e misturas de sementes G com GG e M, G e GG, proporcionalmente. Santa Maria, RS, 2008.

	Tratamentos	G (%)	PC (%)	TF (%)	MSR (g)	MSH (g)	MST (g)
C1	M, G e GG	84	78	78	0,056	0,378	0,433
	M+G+GG	86	83	77	0,064	0,390	0,455
	Significância	0,412	0,208	0,873	0,168	0,739	0,617
C2	G e GG	85	80	74	0,062	0,437	0,5
	M	82	74	85	0,042	0,337	0,3
	Significância	0,546	0,460	0,211	0,013*	0,000*	0,000*
C3	G	78	70	63	0,063	0,433	0,496
	GG	92	90	86	0,062	0,441	0,504
	Significância	0,013*	0,000*	0,009*	0,981	0,807	0,837
C4	G+GG	86	83	76	0,069	0,417	0,486
	M+G+GG	87	84	78	0,060	0,364	0,423
	Significância	0,537	0,886	0,784	0,168	0,204	0,198

\*Contraste significativo pelo teste de F em 5% de probabilidade de erro.

## **5 CONCLUSÕES**

O método de imagem é indicado como alternativo na avaliação de tamanhos de sementes e comprimentos de plântulas.

A análise de comparação de médias por contrastes ortogonais é capaz de discriminar lotes de sementes de cenoura e abóbora pela qualidade fisiológica.

Nos cultivares de cenoura Alvorada e Brasília, o tamanho das sementes influenciou positivamente no comprimento de raiz e massa seca de plântulas.

## **6 PERSPECTIVAS**

Perante os resultados encontrados no trabalho em questão, levanta perspectivas como: necessidade de seleção de testes de vigor promissores e calibrados para as culturas de cenoura e abóbora; análises que melhor discriminem lotes classificados por tamanho, pela grande importância deste procedimento na melhoria da qualidade fisiológica de sementes; necessidade de testar-se a metodologia de análise de imagem para outras culturas, devido a sua grande facilidade e precisão na obtenção dos resultados.

## REFERÊNCIAS

ABDUL-BAKI, A. A.; ANDERSON, J. D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOZLOWSKI, T. T. (Org.). **Seed biology**. New York: Academic Press, v.2, 1972. p. 283-315.

AFIFI, A. A.; CLARK, V. **Computer-aided multivariate analysis**. Belmont, California: Lifetime Learning Publications, 3 ed, 1996. 458 p.

AGUIAR, R. H. et al. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 23, n. 1, p. 134-139, 2001.

ANDRADE, R. N. et al. Qualidade física e fisiológica de sementes de cenoura cv. Tiatc-original obtidas através do método com poda e sem poda. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 15, n. 1, p. 43-48, 1993.

ANDREOLI, C. Pesquisa em sementes olerícolas no Brasil. **Revista Brasileira de sementes**, Pelotas, v. 3, n. 3, p. 9-18, 1981.

AOSA - Association of Official Seed Analysts (East Lasing, Estados Unidos). **Seed vigor testing handbook**. East Lasing, 1983. 93p. (Contribution, 32).

AOSA – Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln: 2002. 105p. (Contribution, 32).

AUSTIN, R. B.; LONGDEN, P. C. Some effects of seed size and maturity on the yield of carrot crops. **Journal of Horticultural Science**, Inglaterra, v. 42, n. 1, p. 339-353, 1967.

BARROS, D. I. et al. Avaliação do vigor de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo*) pelo teste de tetrazólio. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 1-5, 2002. Suplemento 2.

BIASI, J. Orientações técnicas para o cultivo de melões catarinenses. **Agropecuária Catarinense**, Itajaí, v. 7, n. 2, p. 11-12, 1994.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

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

CASAROLI, D. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de abóbora variedade Menina Brasileira. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 158-163, 2006.

CORBINEAU, F.; PICARDE, M. A.; CÔME, D. Effects of temperature, oxygen and osmotic pressure on germination of carrot seeds: evaluation of seed quality. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 354, p. 9-15, 1994.

CORRENTE, J. E.; NOGUEIRA, M. C. S.; COSTA, B. M. Contrastes ortogonais na análise do controle de volatilização de amônia em compostagem. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 407-412, 2001.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1994. 390p.

FERREIRA, M. D.; CASTELLANE, P. D.; TRANI, P. E. **Cultura da cenoura**. Guaxupe: Cooxupé, 1991. 20p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. 412p.

FRANZIN, S. M. **Qualidade fisiológica de sementes de alface – métodos para determinação e relação com a formação de mudas**. 2003. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

GRAY, D.; STECKEL, J. R. A. Some effects of umbel order and harvest date on carrot seed variability performance. **Journal of Horticultural Science**, Inglaterra, v. 50, p. 73-82, 1983.

HAIG, D.; WESTOBY, M. Seed size, pollination casts and angiosperm success. **Evolutionary Ecology**, London, v. 5, p. 231-247, 1991.

HEYDECKER, W. Vigour. In: ROBERTS, E. H. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman & Hall Ltd, 1972. p. 209-252.

KIKUTI, A. L. P.; PINHO, É. V. R. V.; REZENDE, M. L. Estudos de metodologias para condução do teste de frio em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 21, n. 2, p.175-179, 1999.

KRARUP, A.; VILLANUEVA, G. Produccion de semilla de zanahoria: V. Relacion entre el tamaño de embrion y el porcentaje de germinacion de semillas provenientes de distintos ordenes florales. **Agro Sur**, Chile, v. 5, p. 45-48, 1977.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. P.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 42-47, 1991.

LAURA, V. A. **Conservação de flores de aboboreira 'Piramoita' para cruzamentos e produção de sementes**. 2003. 52f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

LOPES, S. J. et al. Estimativa da área foliar de meloeiro em diferentes estádios fenológicos através de fotos digitais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 1153-1156, 2007.

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

MARCOS FILHO, J. Pesquisa sobre vigor de sementes de hortaliças. Informativo **ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 3, p. 63-75, 2001.

MATA, M. E. R. M. C.; ALMEIDA, F. A. C.; MARTINS, J. H. Deterioração de sementes armazenadas de algodão (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* H.). **Revista Nordestina de Armazenagem**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 37-56, 1985.

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

MELO, P. C. T. **Aula**: Cultura da cenoura. Piracicaba: USP – ESALQ, Departamento de Produção Vegetal, 2005. 83p. Disponível em:

<[http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/download/Aula-Cenoura\\_Olerica-II\\_ago2005.pdf](http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/download/Aula-Cenoura_Olerica-II_ago2005.pdf)>. Acesso em 3 abr. 2009.

MENEZES, N. L.; SILVEIRA, T. D. L.; STORCK, L. Efeito do nível de umedecimento do substrato sobre a germinação de Curcubitaceae. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p.157-160, 1993.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

NASCIMENTO, W. M. Efeito da ordem das umbelas na produção e qualidade de sementes de cenoura. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 131-133, 1991.

NASCIMENTO, W. M. Sementes de melão osmoticamente condicionadas: vale a pena utilizá-las? **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p.133-135, 2002.

NASCIMENTO, W. M.; ANDREOLI, C. Controle de qualidade no beneficiamento de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 28-36, 1990.

NASCIMENTO, W. M.; FREITAS, R. A. Beneficiamento de sementes de hortaliças. In: IV CURSO sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortaliças, 2004. Brasília: Palestras, 2004. Disponível em: < [http://www.abhorticultura.com.br/downloads/Warley-1\\_Beneficio\\_sem\\_Hort.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/downloads/Warley-1_Beneficio_sem_Hort.pdf) >. Acessado em: 1 out. 2008.

NASCIMENTO, W. M.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Avaliação da qualidade sementes de cenoura cv. Brasília produzidas na região do Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 36-42, 1986.

NASCIMENTO-JUNIOR, A. et. al. Momento da realização do teste de germinação após o envelhecimento acelerado em sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 20, n. 1, p 223-225, 1998.

NERY, M. C.; NERY, F. C.; GOMES, L. A. A. **O mercado e a participação de sementes de hortaliças no Brasil**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_1/sementes/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/sementes/index.htm)>. Acesso em: 18 mai. 2007.

PEREIRA, R. S.; NASCIMENTO, W. M.; VIEIRA, J. V. Germinação e vigor de sementes de cenoura sob condições de altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 215-219, 2007.

PERRY, D. A. Introduction: methodology and application of vigour tests; seedling growth and evaluation tests. In: PERRY, D. A. (Ed.). **Handbook of vigour tests methods**. Zürich: Int. Seed Test Assoc., 1981. p. 3-20.

POLLOCK, B. M.; ROOS, E. E. Seed and seedling vigor. In: KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Seed Biology**, New York: Academic Press, 1972. v.1, p.313-387.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: Ministério da Agricultura, Agiplan, 1985. 289p.

RODO, A. B. et al. Qualidade fisiológica e tamanho de sementes de cenoura **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 201-204, 2001.

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

SAKO, Y. et al. A system for automated vigour assessment. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 29, p. 625-636, 2001.

SOUZA, V. F. et al. **Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no meio-norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1999. 68 p. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 21).

SPINOLA, M. C. M. et al. Comparação entre métodos para avaliação do vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 20, n. 2, p. 63-67, 1998.

STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal**. 2. ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2006. 200p.

TATSUOKA, M. M. Regression analysis of quantified data. In: KEEVES, J. P. (Org.) **Educational research, methodology, and measurement: an international handbook**. Cambridge: Pergamon, 1997. p. 648-657.

VIDAL, M. D. **Potencial fisiológico e tamanho de sementes de abóbora**. 2007. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

VIEIRA, J. V. et al. Esplanada: cultivar de cenoura de verão para fins de processamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 851-852, 2005.

VIEIRA, J. V.; CASALI, V. W. D. Melhoramento da cenoura para verão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 120, p. 17-18, 1984.

VIEIRA, J. V.; OLIVEIRA, V. R.; NASCIMENTO, W. M. Ganho genético para germinação de sementes de cenoura. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004, 7p. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/44\\_630.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/44_630.pdf)>. Acesso em: 3 abr. 2009.

VIEIRA, J. V.; PESSOA, H. B. S. V.; MAKISHIMA, N. **A cultura da cenoura**. Brasília: Embrapa Hortaliças, (Coleção plantar; 43), 1999. 77p.

WETZEL, M. M. V. S. et al. Brazilian soybean base collection - monitoring. In: CHINA International Soybean Conference & Exhibition 2002, Beijing, China. Proceedings CISCE 2002. Urbana, United States: CISCE 2002 Technical Committee, v. 1, 2002. p. 401-403.

WETZEL, M. M. V. S. Viabilidade de sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.) conservadas a longo prazo (-20 C). In: XIII CONGRESSO Brasileiro de Sementes, 2003, Gramado: ABRATES, 2003. v. 13. p. 163-163. Anais.

YAKLICH, R. W.; KULIK, M. M. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: Relationship of the standard germination test, seedling vigor classification, seedling length, and tetrazolium staining to field performance. **Crop Science**, Madison, v. 19, n. 2, p. 247-252, 1979.