

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

**METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL  
FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE RÚCULA**

**Charline Zaratín Alves**  
Engenheira Agrônoma

**ILHA SOLTEIRA/SP  
SETEMBRO/2007**

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**“Metodologias para Avaliação do Potencial Fisiológico  
de Sementes de Rúcula”**

**CHARLINE ZARATIN ALVES**

**Orientador:** Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia –  
UNESP - Câmpus de Ilha Solteira, para obtenção  
do título de Doutor em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção.

Ilha Solteira/SP

Setembro/2007

# O F E R E Ç O

Ao meu filho...

B  
R  
E  
N  
O

... raio de sol que me ilumina todos os dias...

... minha fonte de amor e inspiração...

# **DEDICO**

Aos meus pais...

## **ADAUTO E CARMEN**

... pela vida, amor, força e incentivo, sempre...

Ao meu marido...

## **FLÁVIO**

... pelo amor, paciência e incentivo nos momentos mais difíceis...

# **A G R A D E C I M E N T O S**

À DEUS, fonte de todo o poder do universo, sem o qual nada existiria.

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, por fornecer meios para esta conquista;

Ao Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá, pela orientação, profissionalismo, constante incentivo, exemplo de vida, companheirismo e amizade;

Ao Prof. Dr. Alcebíades Ribeiro Campos, pelo incentivo, amizade e ajuda na instalação do experimento na casa de vegetação;

Aos técnicos Selma e Alexandre, pela amizade e suporte nos experimentos de laboratório;

Ao bibliotecário João, pela valiosa contribuição na correção das referências;

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

A qualidade da semente utilizada no processo de produção agrícola é um dos principais fatores a ser considerado para a implantação da cultura, havendo consenso entre todos os segmentos, sobre a importância do vigor das sementes e da necessidade de avaliá-lo. O trabalho teve como objetivo estudar a eficiência de diferentes métodos na avaliação do potencial fisiológico de sementes de rúcula, buscando indicar opções para utilização em programas de controle de qualidade adotados por instituições produtoras de sementes dessa espécie. Para tanto, o estudo foi conduzido utilizando cinco lotes de sementes das cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante. Foram realizados os testes de germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas em casa de vegetação e estudos específicos para os testes de deterioração controlada (graus de umidade de 18%, 21% e 24%, a 45°C, durante 24 e 48 horas), de envelhecimento acelerado, com e sem solução salina (períodos de 48, 72 e 96 horas, a 38°C, 41°C e 45°C), de condutividade elétrica (temperaturas de 20°C, 25°C e 30°C, volumes de 25mL, 50mL e 75mL de água, 25 e 50 sementes, e períodos de 1, 2, 4, 6, 8, 12, 18 e 24 horas) e de lixiviação de potássio (temperaturas de 25°C e 30°C, volumes de 50mL e 75mL de água, 50 e 100 sementes, e períodos de 30 minutos, 1 h, 1,5 h, 2 h, 2,5 h, 3, 4 e 5 h). Concluiu-se que o teste de deterioração controlada e o teste de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional) não são eficientes para avaliação do vigor das sementes de rúcula. O teste de condutividade elétrica utilizando 50 sementes/50mL, a 25°C por 4 horas; de lixiviação de potássio utilizando 50 sementes/50mL, a 30°C por 2 horas; e de envelhecimento acelerado (com solução salina) utilizando a combinação 41°C por 72 horas, apresentaram sensibilidade suficiente para avaliação do potencial fisiológico das sementes de rúcula.

**Palavras-chaves:** *Eruca sativa*, potencial fisiológico, níveis de vigor.

## ABSTRACT

The quality of the seed used in the process of agricultural production is one of the main factors to be considered for the implantation of the culture, having consensus between all the segments, on the importance of the vigor of the seeds and the necessity to evaluate it. The work had as objective to study the efficiency of different methods in the evaluation of the physiological potential of seeds of arugula, searching to indicate options for use in programs of quality control adopted by producing institutions of seeds of this specie. Five seed lots each from the Rucula Cultivada e Rucula Gigante were used. The following tests were performed: germination, germination first count and seedling emergence. Specific studies were also conducted to the following tests: controlled deterioration (seed moisture content of 18%, 21% and 24%, at 45°C, for 24 and 48 hours), traditional accelerated aging, saturated salt accelerated aging (for 48, 72 and 96 hours, at 38°C, 41°C and 45°C), electrical conductivity (25 or 50 seeds imbibed in 25 mL, 50 mL or 75 mL in water, at 20°C, 25°C and 30°C, for 1, 2, 4, 6, 8, 12, 18 and 24 hours) and potassium leachate (50 or 100 seeds imbibed in 50 mL or 75 mL in water, at 25°C and 30°C, for 30 minutes, 1 h, 1,5 h, 2 h, 2,5 h, 3, 4 e 5 h). It was concluded that controlled deterioration and accelerated aging (tradicional procedure) tests, does not constitute an efficient option for the vigor evaluation of arugula seeds. The electrical conductivity using 50 seeds/50mL, at 25°C for 4 hours; the potassium lixiviation using 50 seeds/50mL, at 30°C for 2 hours; and the saturated salt accelerated aging using 41°C for 72 hours, showed to be sufficiently sensitive for the evaluation of the physiological potential of arugula seeds.

**KEYWORDS:** *Eruca sativa*, physiological potential, vigor levels.

## LISTA DE TABELAS

	Página	
1	Análise da variância, para cada cultivar, para os dados de germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, condutividade elétrica, lixiviação de potássio, envelhecimento acelerado e deterioração controlada . . . . .	36
2	Qualidade inicial de cinco lotes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante . . . . .	37
3	Dados médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) utilizando as combinações 25 sementes/25 mL, 25 sementes/50 mL e 25 sementes/75mL, a 20°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante, em cada período de embebição . . .	42
4	Dados médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) utilizando as combinações 50 sementes/25 mL, 50 sementes/50 mL e 50 sementes/75mL, a 20°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante, em cada período de embebição . . .	43
5	Dados médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) utilizando as combinações 25 sementes/25 mL, 25 sementes/50 mL e 25 sementes/75mL, a 25°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante, em cada período de embebição . . .	44
6	Dados médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) utilizando as combinações 50 sementes/25 mL, 50 sementes/50 mL e 50 sementes/75mL, a 25°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante, em cada período de embebição . . .	45
7	Dados médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) utilizando as combinações 25 sementes/25 mL, 25 sementes/50 mL e 25 sementes/75mL, a 30°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante, em cada período de embebição . . .	46
8	Dados médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) utilizando as combinações 50 sementes/25 mL, 50 sementes/50 mL e 50 sementes/75mL, a 30°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante, em cada período de embebição . . .	47

9	Dados médios obtidos para lixiviação de potássio (ppm), utilizando as combinações 50 sementes/50 mL e 50 sementes/75 mL, a 25°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante . . .	50
10	Dados médios obtidos para lixiviação de potássio (ppm), utilizando as combinações 100 sementes/50 mL e 100 sementes/75 mL, a 25°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Cultivada e Gigante . . . . .	51
11	Dados médios obtidos para lixiviação de potássio (ppm), utilizando as combinações 50 sementes/50 mL e 50 sementes/75 mL, a 30°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante . . .	52
12	Dados médios obtidos para lixiviação de potássio (ppm), utilizando as combinações 100 sementes/50 mL e 100 sementes/75 mL, a 30°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante . . . . .	53
13	Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional) de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante . . . . .	55
14	Dados médios obtidos para o grau de umidade das sementes após os períodos de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional) de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante . . . . .	57
15	Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (solução saturada de NaCl) de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante . . . . .	58
16	Dados médios obtidos para o grau de umidade das sementes após os períodos de envelhecimento acelerado (solução saturada de NaCl) de cinco lotes de sementes dos cultivares Cultivada e Gigante . . . . .	59
17	Dados médios obtidos para o teste de deterioração controlada de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante . . .	60
18	Dados médios obtidos para o grau de umidade após o teste de deterioração controlada de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante . . . . .	62

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
1 INTRODUÇÃO .....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	13
2.1 Caracterização da espécie estudada .....	13
2.2 Avaliação do vigor das sementes. ....	14
2.2.1 Condutividade elétrica .....	17
2.2.2 Lixiviação de potássio. ....	22
2.2.3 Envelhecimento acelerado. ....	24
2.2.4 Deterioração controlada. ....	27
2.3 Considerações gerais .....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	31
3.1 Sementes. ....	31
3.2 Determinação do grau de umidade .....	31
3.3 Teste de germinação. ....	31
3.4 Primeira contagem de germinação. ....	32
3.5 Emergência de plântulas .....	32
3.6 Condutividade elétrica .....	32
3.7 Lixiviação de potássio .....	33
3.8 Envelhecimento acelerado (procedimento tradicional). ....	33
3.9 Envelhecimento acelerado (solução saturada de NaCl) .....	34
3.10 Deterioração controlada .....	34
3.11 Procedimento estatístico .....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
4.1 Avaliação inicial da qualidade dos lotes. ....	37
4.2 Condutividade elétrica .....	40
4.3 Lixiviação de potássio .....	47
4.4 Envelhecimento acelerado (procedimento tradicional) .....	54
4.5 Envelhecimento acelerado (solução saturada de NaCl) .....	58
4.6 Deterioração controlada .....	60
5 CONCLUSÕES .....	63
REFERÊNCIAS .....	64

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de hortaliças no Brasil é de aproximadamente 16 milhões de toneladas em uma área estimada em 800 mil hectares, gerando 2,4 milhões de empregos diretos e renda superior a 8 bilhões de reais (HORA et al., 2004). Cerca de 60% das hortaliças são produzidas na região Sudeste, sendo que no Estado de São Paulo, a atividade gera empregos a aproximadamente um milhão de pessoas (CAMARGO FILHO; MAZZEI, 2001).

A hortaliça folhosa mais plantada e consumida pela população brasileira é a alface, porém desde o final da década de 90, a rúcula (*Eruca sativa*) vem conquistando maior espaço no mercado, onde houve um aumento na quantidade comercializada de 78%, de 1997 para 2003. Esse crescimento pode ser considerado significativo, quando comparado com o da alface americana e crespa, que apresentou um aumento de 40% nesse mesmo período (PURQUERIO, 2005).

Nos últimos anos, a produção de sementes de hortaliças no Brasil teve uma demanda crescente por produtos de melhor qualidade e, em conseqüência, a forma de produção foi significativamente afetada. Apesar dos avanços, muito ainda há por fazer, não só para alcançar a auto suficiência em relação à produção, mas também em relação à obtenção de sementes de qualidade superior. A alta qualidade de sementes é de grande importância, principalmente quanto à germinação uniforme, necessária para garantir um estande ideal de plantas. Neste contexto, a semente de alto vigor se constitui em elemento básico e fundamental. Diante da crescente evolução, o aprimoramento dos testes de vigor empregados para diferenciar variações sutis na qualidade de sementes de espécies olerícolas, se faz necessário (MENDONÇA et al, 2003).

A avaliação do vigor das sementes, como rotina pela indústria sementeira, tem evoluído à medida que os testes disponíveis vêm sendo aperfeiçoados, permitindo a obtenção de resultados consistentes e reproduzíveis, o que é de extrema importância na tomada de decisões durante o manejo e a manutenção da viabilidade das sementes após a maturidade (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 1998). Esses testes são componentes essenciais de programas de controle de qualidade, tendo em vista evitar o manuseio e a comercialização de sementes de qualidade inadequada.

Para algumas culturas, testes específicos têm mostrado eficiência, como o teste de frio para sementes de milho, o teste de envelhecimento acelerado para soja e o teste de condutividade elétrica para ervilha. Por outro lado, poucos estudos têm sido conduzidos sobre o uso de testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças (TORRES, 2005). As informações sobre o vigor dessas sementes são ainda mais relevantes, pois o período de armazenamento é relativamente longo, principalmente para espécies que tem grande variação no volume de produção de sementes por safra, produzindo mais em determinados anos do que em outros, enquanto a demanda por sementes, no mercado, é estável. Essas sementes são habitualmente armazenadas em ambiente sob condições controladas, onde a temperatura e/ou umidade relativa são reduzidas, para conservar o potencial fisiológico durante o período de armazenamento. De acordo com Marcos Filho (1999a), em razão de apresentarem menores quantidades de reservas armazenadas, as sementes de hortaliças possuem maior propensão à deterioração após a maturidade fisiológica, sendo esta, outra razão que justifica estudos a respeito do vigor destas sementes.

As sementes, por apresentarem alto valor comercial, merecem atenção especial quanto ao potencial fisiológico. Entretanto, há uma demanda por informações que possam fornecer subsídios e apoio aos programas de controle de qualidade.

Dessa forma, o trabalho teve como objetivo estudar a eficiência de diferentes métodos na avaliação do potencial fisiológico de sementes de rúcula, buscando indicar opções para utilização em programas de controle de qualidade adotados por instituições produtoras de sementes dessa espécie.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Caracterização da espécie estudada

A rúcula é originária da região mediterrânea, onde é conhecida desde a antiguidade, sendo que o primeiro registro data do século I, encontrado no herbário Grego Dioscorides. Na Itália, essa hortaliça folhosa é consumida em larga escala, sendo apreciada pela sua pungência. No Brasil, é consumida na forma de salada crua e em pizzas, sendo que nos últimos anos houve um aumento na sua popularidade e consumo (PURQUERIO, 2005).

Pertencente à família das brássicas, são utilizadas três espécies para o consumo humano: *Eruca sativa* Miller, que possui ciclo de crescimento anual; *Diplotaxis tenuifolia* L. e *Diplotaxis muralis* L., ambas perenes (PIGNONE, 1997).

No Brasil, a espécie mais cultivada é a *Eruca sativa* Miller, representada principalmente pelas cultivares Cultivada e Folha Larga. Porém, também se encontram cultivos em menor escala da espécie *Diplotaxis tenuifolia* L., conhecida como rúcula selvagem.

Além de sua importância alimentar, a rúcula também possui propriedades nutracêuticas, sendo um bom depurativo, fonte de vitamina C e de ferro (PIGNONE, 1997). Na sua composição, a cada 100 gramas de massa fresca, tem-se 91,7 g de água, 2,58 g de proteína, 1,6 g de fibra, 160 mg de cálcio, 1,40 mg de ferro, 47 mg de magnésio, 52 mg de fósforo, 369 mg de potássio, 27 mg de sódio, 0,47 mg de zinco, 15 mg de vitamina C, 0,044 mg de tiamina, 0,086 mg de riboflavina, 0,305 mg de niacina, 0,437 mg de ácido pantotênico e 0,073 mg de vitamina B6 (PURQUERIO, 2005).

Sendo uma hortaliça folhosa herbácea, a rúcula possui um rápido crescimento vegetativo e ciclo curto. Sua produção economicamente viável compreende o período da emergência das plântulas até a iniciação floral, e se encerra ao atingir o maior tamanho das folhas, que são relativamente espessas e recortadas, de coloração verde, com nervuras verde-claras (CAMARGO, 1992, TRANI et al, 1992; MINAMI; TESSARIOLI NETO, 1998).

Essa hortaliça cresce rapidamente em temperaturas amenas, florescendo em dias longos com altas temperaturas. Segundo Trani et al (1992) para o bom desenvolvimento da rúcula, com produção de folhas grandes e tenras, há a

necessidade de temperaturas entre 15 a 18°C, sendo que no planalto paulista, a melhor época para o plantio é de março a julho.

A semeadura da rúcula pode ser feita diretamente no canteiro definitivo ou em bandejas, com posterior transplante das mudas para o canteiro. Reghin et al (2004) ressaltaram que na semeadura direta, muitas vezes é difícil obter um estande uniforme, principalmente pela dificuldade de semeadura devido as sementes da rúcula serem pequenas. Atualmente, o produtor está optando pela produção de mudas em bandejas, pelas vantagens descritas por Filgueira (2000).

A colheita da rúcula é feita de 30 a 40 dias após a semeadura, sendo que após esse período, as folhas começam a ficar fibrosas e impróprias para o consumo, pois a planta começa a entrar no estágio reprodutivo. Esse termina aproximadamente de 110 a 130 dias após a semeadura, quando tem início a colheita das sementes, com duração de cerca de 25 dias (TRANI et al, 1992; MINAMI; TESSARIOLI NETO, 1998).

A colheita é feita de uma só vez, em cultivos comerciais, arrancando-se as plantas inteiras com folhas e raízes. Porém, ela pode ser colhida diversas vezes, cortando-se as folhas sempre acima da gema apical, onde haverá rebrota, possibilitando um novo corte (PURQUERIO, 2005).

## **2.2 Avaliação do vigor das sementes**

A qualidade da semente utilizada no processo de produção agrícola é um dos principais fatores a ser considerado para a implantação da cultura e há consenso entre os pesquisadores, tecnologistas e produtores de sementes sobre a importância do vigor das sementes e da necessidade de avaliá-lo. Assim, o potencial fisiológico das sementes deve ser comprovadamente elevado, o que exige o uso rotineiro de testes de vigor em programas de controle de qualidade, com benefícios para todos os segmentos da produção de grandes culturas e de hortaliças (MARCOS FILHO, 1999b).

A observação de que sementes de uma mesma espécie e cultivar produziam plântulas muito diferentes quanto à velocidade e ao desenvolvimento ao serem colocadas para germinar, fez surgir o conceito de vigor (FRANCK, 1950), que não é uma propriedade mensurável como a germinação, mas um conceito que abrange várias características associadas a diversos aspectos do comportamento das

sementes durante a germinação e a emergência das plântulas (GONÇALVES, 2003).

De acordo com a Association of Official Seed Analysts – AOSA (1983), o vigor das sementes compreende um conjunto de características que determinam o potencial para a emergência e o rápido desenvolvimento de plântulas normais, sob ampla diversidade de ambiente. Segundo Marcos Filho (1999a) os objetivos básicos dos testes de vigor são: avaliar ou detectar diferenças significativas na qualidade de lotes com germinação semelhante, complementando as informações fornecidas pelo teste de germinação; distinguir, com segurança, lotes de alto ou baixo vigor; separar ou classificar lotes em diferentes níveis de vigor, de maneira proporcional à emergência das plântulas em campo; resistência ao transporte e potencial de armazenamento.

Segundo Delouche e Baskin (1973), as diferenças de vigor entre lotes podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração ocorrem, geralmente, antes que se manifestem os declínios significativos na capacidade germinativa. Por isso, o uso de testes de vigor é de grande importância no monitoramento da qualidade das sementes, a partir da maturidade (DIAS; MARCOS FILHO, 1995).

Até o momento, não há nenhum teste de vigor que possa ser recomendado como padrão para todas as culturas ou mesmo para uma única espécie, pois o vigor reflete a manifestação de várias características. Vieira e Carvalho (1994) consideram que cada tipo de teste tem sua eficiência na avaliação do vigor de sementes de determinadas culturas. A Association of Official Seed Analysts – AOSA (1983) enfatizou que o principal desafio das pesquisas sobre testes de vigor está na identificação de parâmetros adequados, comuns à deterioração das sementes, de forma que, quanto mais próximo da maturidade fisiológica ou mais distante da perda da capacidade de germinação estiver o parâmetro avaliado, mais promissor será o teste, fornecendo assim, informações complementares àquelas obtidas no teste de germinação. Assim sendo, além da necessidade de padronização de metodologias e interpretação dos resultados, os testes de vigor devem apresentar relação com a emergência de plântulas em campo, rapidez, objetividade, simplicidade, baixo custo e reprodutibilidade (DELOUCHE, 1976, AOSA, 1983,TEKRONY, 1983).

De acordo com Perry (1981) e McDonald (1998), a padronização dos testes de vigor é fundamental à medida que as técnicas de manejo cultural tornam-se mais

sofisticadas, ficando evidente a necessidade do uso de sementes de qualidade elevada. Os testes de vigor são cada vez mais importantes para sementes de hortaliças, viabilizando a prática da semeadura de precisão, a eliminação do desbaste e a obtenção de uniformidade de desenvolvimento e maturação de plantas. Para isso, as sementes devem possuir potencial fisiológico elevado, evidenciando a importância do uso rotineiro de testes de vigor em programas de controle de qualidade (HAMPTON; COOLBEAR, 1990).

As empresas ligadas à multiplicação, ao processamento e ao tratamento das sementes necessitam assegurar que a qualidade está sendo mantida em todas essas operações (REDFEARN, 1996). Do mesmo modo, empresas de melhoramento genético vegetal precisam avaliar continuamente o vigor das sementes, para atestar o padrão de qualidade dos materiais que estão produzindo, de tal forma que possam se certificar de que os ganhos genéticos dos novos materiais serão disponibilizados ao produtor (SILVA, 2006).

As informações sobre o vigor são ainda mais importantes para sementes de maior valor comercial, como as hortaliças (MARCOS FILHO, 1999a). Como o cultivo dessas espécies é geralmente efetuado de maneira intensiva, este deve ser estabelecido com sementes de elevada qualidade, germinando rápida e uniformemente, permitindo, para as espécies em que a produção comercial envolve o transplante de mudas, a utilização de plantas com tamanho e qualidade uniformes, refletindo no desenvolvimento da cultura e, posteriormente, na produção final.

No cultivo de hortaliças, a uniformidade de emergência é muito importante em razão do alto custo das sementes e da mão-de-obra exigida durante seu cultivo (GLOBIRSON, 1981). No caso da alface, a desuniformidade de emergência pode resultar na necessidade de serem efetuadas colheitas sucessivas e acarretar irregularidade de tamanho do produto final (GRAY, 1976; WURR; FELLOUS, 1983).

Entretanto, o uso de um único teste de vigor, seja este fisiológico, bioquímico ou de resistência a estresse, pode fornecer informações incompletas, mesmo para uma única espécie, quando o objetivo é avaliar o potencial de desempenho das sementes sob condições ambientais adversas (HAMPTON; COOLBEAR, 1990). Assim sendo, a tendência predominante é a combinação de resultados de diferentes testes de vigor, considerando a finalidade do uso dos resultados e as limitações de cada teste (MARCOS FILHO, 1999a).

### 2.2.1 Condutividade elétrica

Dentre os testes rápidos, o de condutividade elétrica tem sido bastante utilizado para a avaliação do vigor das sementes (TEKRONY, 1983; HAMPTON, 1992) com resultados consistentes, principalmente para sementes de ervilha (HAMPTON; TEKRONY, 1995), milho (VIEIRA et al, 1995, FAGIOLI, 1997) e soja (MARCOS FILHO et al, 1982 e 1990; DIAS, MARCOS FILHO, 1996a e 1996b, VIEIRA et al., 1999).

Esse teste avalia a quantidade de eletrólitos liberados pelas sementes durante a embebição, que está diretamente relacionada com a integridade das membranas celulares (POWELL; MATTHEWS, 1981). Membranas mal estruturadas e células danificadas estão geralmente associadas com o processo de deterioração da semente e, portanto, com sementes de baixo vigor (AOSA, 1983).

Na fase inicial do processo de embebição, a capacidade da semente em reorganizar o sistema de membranas celulares e reparar danos físicos e/ou biológicos que podem ter ocorrido durante o processo de produção, irá influenciar a quantidade e a natureza de lixiviados liberados para o meio externo (SIMON; RAJA HARUN, 1972, BEWLEY; BLACK, 1994, VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999). Dessa forma, quanto maior a velocidade de restabelecimento da integridade das membranas, menor será a quantidade de lixiviados liberados para o meio externo e, conseqüentemente, maior o vigor da semente. O valor da condutividade elétrica da solução de embebição das sementes varia em quantidade e tipo de lixiviados, tais como açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e íons inorgânicos, como potássio, cálcio, magnésio e sódio (SHORT; LACY, 1976, CORTES; SPAETH, 1994; TAYLOR et al, 1995).

A maioria dos estudos sobre o teste de condutividade elétrica tem sido realizada com espécies de sementes relativamente grandes (ISTA, 1995). Em sementes menores, como as das hortaliças, há necessidade de ajustar a metodologia para se obterem informações confiáveis, já que diversos fatores podem interferir nos resultados. Dentre estes fatores destacam-se: tamanho da semente e ocorrência de danificações (TAO, 1978, DESWAL; SHEORAN, 1993), número de sementes avaliadas (HAMPTON et al., 1994; LOEFFLER et al. 1988, DIAS; MARCOS FILHO, 1996a, PANOBIANCO, 2000), genótipo (PANOBIANCO; VIEIRA, 1996, VANZOLINI; NAKAGAWA, 1999, RODO, 2002), tratamento químico da

semente (LOEFFLER et al, 1988, ZHANG; HAMPTON, 1999), além da temperatura durante a embebição e avaliação (GIVELBERG et al, 1984, PANOBIANCO, 2000), quantidade de água (TAO, 1978, LOEFFLER et al, 1988, HAMPTON et al, 1994, RODO et al, 1998, PANOBIANCO, 2000, RODO, 2002), período de embebição (LOEFFLER et al, 1988, DIAS; MARCOS FILHO, 1996b, RODO et al, 1998, PANOBIANCO, 2000, RODO, 2002) e teor de água das sementes (TAO, 1978, LOEFFLER et al, 1988, HAMPTON et al, 1994, VANZOLINI; NAKAGAWA, 1999, VIEIRA et al, 2002).

Algumas pesquisas têm evidenciado o efeito do genótipo, dentro de uma mesma espécie, sobre os resultados de condutividade elétrica. Em sementes de tomate, Panobianco (2000) atribuiu este efeito à características do embrião dos híbridos estudados; enquanto em cebola, parece ser devido à características do tegumento das sementes, conforme sugerido por Rodo (2002).

O período de embebição das sementes tem efeito decisivo na capacidade do teste em permitir distinguir diferenças de qualidade entre lotes. Tradicionalmente, o teste de condutividade elétrica tem sido conduzido com 24 horas de imersão das sementes em água, embora mais recentemente vários trabalhos tenham indicado a possibilidade de utilização de períodos mais curtos. Loeffler et al (1988) verificaram que períodos menores de embebição diferenciaram lotes de sementes de soja com níveis extremos de vigor; no entanto, para maior sensibilidade na avaliação do vigor, períodos mais longos foram os mais indicados.

Em sementes pequenas, como as de hortaliças, a lixiviação máxima pode ocorrer num período inferior a duas horas (MURPHY; NOLAND, 1982), enquanto que em sementes maiores como as de soja, por exemplo, têm sido observados aumentos da lixiviação até 24-30 horas após o início da embebição (LOEFFLER et al, 1988). No caso de sementes de hortaliças, alguns resultados de pesquisa indicaram que o tempo de embebição pode ser reduzido. Andrade et al (1995) obtiveram resultados confiáveis após a embebição das sementes de cenoura por 30 minutos e por quatro horas. De acordo com Simon e Mathavan (1986) a perda de solutos é mais intensa no início do processo de embebição, sendo que em sementes de cenoura, após 60 minutos de embebição, já ocorre estabilização do processo. Em repolho, Loomis e Smith (1980) consideraram que o período de 4 horas de embebição foi adequado para distinguir lotes de alto e baixo vigor. Guimarães et al (1993) também constataram que o período de quatro horas de embebição foi o mais

adequado para diferenciar lotes de sementes de alface. Resultados semelhantes foram obtidos por Dias et al (1998) com sementes de quiabo, Torres et al. (1998) com sementes de maxixe e Krishnasamy e Ramarajpalaniappan (1989) com sementes de tomate. Sá (1999), também em sementes de tomate, considerou a possibilidade de redução do tempo de embebição de 24 para 6 horas. Resultados semelhantes foram encontrados por Novembre et al (2002) em sementes de berinjela com redução do tempo de embebição para 6 horas. Dutra e Vieira (2006), em sementes de abobrinha, constataram que o tempo de embebição pode ser reduzido para 8 horas. Da mesma forma, em sementes de pimentão, Oliveira e Novembre (2005) verificaram a possibilidade da redução do tempo de embebição para 6 horas. Já Roveri-José et al (2001) verificaram que o teste de condutividade elétrica, com embebição de 6 a 24 horas, não permitiu a separação dos lotes de sementes de pimentão de modo similar ao observado nos demais testes de vigor utilizados. Para Deswal e Sheoran (1993) a liberação de eletrólitos de sementes pequenas é pouco expressiva, não permitindo detectar diferenças significativas entre a sua qualidade fisiológica. Em sementes de cebola, Lima (1993) não obteve resultados promissores com este teste em avaliações feitas após 4 e 24 horas de embebição. Da mesma forma, Rodo (2002), testando vários procedimentos para a condução do teste, verificou que não foi possível indicar, de maneira confiável, o procedimento mais adequado para identificar o potencial fisiológico dos lotes de duas cultivares de cebola. Dias et al (2006), também em sementes de cebola, verificaram que os períodos mais curtos – 2 a 8 horas – de embebição não permitiram diferenciar os lotes, sendo recomendada a leitura após 24 horas. Piana et al (1995) e Torres (1998) consideraram que o período de 24 horas proporcionou informações seguras, em sementes de cebola, sobre o potencial fisiológico dos lotes.

Além do período de embebição, outro fator importante que pode afetar os resultados do teste é o teor de água das sementes. Tao (1978) obteve valores de condutividade semelhantes utilizando sementes de soja com graus de umidade de 13, 15 e 19,5%, observando aumento significativo nas leituras quando o grau de umidade foi inferior a 8,8%, o que levou o autor a recomendar a condução do teste com sementes com umidade superior a 13%. Loeffler et al (1988) também observaram aumento na condutividade elétrica de sementes de soja com grau de umidade inferior a 11%, sendo que as variações observadas para teores de água

entre 11 e 18% foram pouco expressivas. Resultados semelhantes foram obtidos por Hampton et al (1992) com soja e feijão-mungo, onde os valores de condutividade aumentaram quando o grau de umidade das sementes foi inferior a 10%. No entanto, Dias et al (2006) recomendam, em sementes de cebola, se trabalhar com teor de água de 10% para a melhor estratificação dos lotes em níveis de vigor.

Outro fator que influencia a avaliação do teste de condutividade elétrica é a temperatura utilizada para a embebição das sementes, pois afeta diretamente a velocidade de absorção de água pela semente e de liberação de eletrólitos do interior das células para o meio externo (LEOPOLD, 1980, MURPHY; NOLAND, 1982). O efeito da temperatura sobre a lixiviação se manifesta, basicamente, sobre a quantidade e velocidade de perda de lixiviados, sem alterar necessariamente, a classificação dos lotes (HAMPTON; TEKRONY, 1995). Dutra e Vieira (2006), trabalhando com temperaturas de 20, 25 e 30°C, verificaram que a temperatura de 30°C foi a mais indicada para a ordenação consistente dos lotes quanto ao vigor de sementes de abobrinha.

Além da temperatura de embebição, a de avaliação tem efeito significativo sobre os resultados da condutividade elétrica. Loeffler et al (1988), em sementes de soja verificaram que acréscimos ou reduções de 5°C na temperatura durante as leituras da condutividade elétrica, provocaram alterações significativas nos resultados e recomendaram que o número de amostras retiradas da câmara deve ser suficiente para ser avaliado num espaço de tempo de, no máximo, 15 minutos.

Com relação ao número de sementes da amostra, existem várias recomendações, sendo que Loeffler et al (1988), em sementes de soja propuseram a utilização de quatro repetições de 50 sementes para a realização do teste de condutividade elétrica, como forma de reduzir o coeficiente de variação. Alguns trabalhos, visando adequar esse teste a determinada espécie, avaliaram diferentes números de sementes. Guimarães et al (1993), em sementes de alface constataram que a utilização de 50 sementes foi mais adequada para a condução do teste para esta espécie. Ribeiro et al (1997) concluíram que para sementes de milho, as repetições de 25 sementes apresentaram melhores resultados do que as de 50 sementes. Rodo et al (1998), observaram em tomate que o teste de condutividade elétrica foi mais eficiente quando foram utilizadas 50 sementes para a cultivar IAC e com 25 sementes para a cultivar Kada. Contudo, Sá (1999) observou que o tamanho da amostra (25, 50 e 100 sementes) não afeta os valores de condutividade elétrica

para as cultivares de tomate Petomech e Santa Clara. Menezes e Pasinato (1995) realizaram um experimento com três lotes de sementes de azevém, aveia preta e milho, utilizando o teste de condutividade elétrica e obtiveram como melhores resultados para as três espécies, 25 sementes para a condução do teste.

O volume de água utilizado também pode influenciar nos resultados da condutividade elétrica. Hampton et al (1994), em semente de *Lotus* verificaram que o aumento na quantidade de água minimizou o efeito no número de sementes, ou seja, quando trabalharam com maior volume de água (250 mL), a condutividade elétrica não sofreu interferência do número de sementes (50 e 100 sementes), enquanto que, em menor quantidade de água (125 mL), os resultados variaram significativamente em função do número de sementes empregado. A literatura apresenta diferentes volumes utilizados para a condução do teste em diversas espécies, como: 100 mL para pimentão (DEMIR; ELLIS, 1992); 75 mL para alface (GUIMARÃES et al, 1993), cebola (TORRES, 1998), tomate (SÁ, 1999) e cenoura (ANDRADE et al, 1995); 50 mL para cenoura (RODO et al, 2000); 25 mL para cebola (PIANA et al, 1995), tomate (CAVARIANI et al, 1994) e pimentão (TORRES, 1996, PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 1998).

Observa-se que as variáveis quantidade de água e número de sementes são interdependentes, pois estão diretamente relacionadas com a concentração da solução que será submetida à leitura. Mello et al (1999) em sementes de brócolos verificaram que a relação 25 mL de água/50 sementes a 25°C, proporcionou informações comparáveis às obtidas nos testes de germinação e emergência de plântulas, na identificação do potencial fisiológico dos lotes avaliados. Em sementes de dois cultivares de tomate, Rodo et al (1998) verificaram que o volume de 50 mL de água foi o mais indicado, utilizando 25 ou 50 sementes a 25°C. Em sementes de alface, Guimarães et al (1993) verificaram que a combinação 75 mL de água e 50 sementes a 20°C foi o tratamento mais promissor.

O teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de hortaliças ainda carece de uma definição de protocolo para cada espécie. Em sementes de cebola, Lima (1993) não verificou sensibilidade do teste para separação de lotes de alto e baixo vigor. Da mesma forma, Argerich e Bradford (1989) e Novembre et al (1995), em sementes de tomate, não obtiveram resultados satisfatórios. Torres (1996), em sementes de pimentão, verificou que dentre os testes de vigor avaliados, o de condutividade elétrica não se relacionou com a

emergência das plântulas em campo. Também, em sementes de tomate, Argerich & Bradford (1989) e Novembre et al (1995) constataram que esse teste mostrou-se pouco sensível na separação dos lotes de alto e de baixo vigor. Em sementes de melão, Torres (2002) verificou que o teste de condutividade elétrica não se constituiu em opção eficiente para avaliação do vigor das sementes. Carpi (2005) verificou que esse teste pode se constituir em alternativa promissora para avaliação do vigor de sementes de rabanete, necessitando de estudos adicionais.

Por outro lado, Dias et al (1996), em sementes de couve-flor, cebola e cenoura constataram que o teste permitiu a separação dos lotes em diferentes níveis de vigor e demonstraram também, a possibilidade de redução do período de condicionamento das sementes. Andrade et al (1995), em sementes de cenoura, também verificaram que o teste de condutividade elétrica foi o mais indicado para avaliar o vigor, em razão de sua facilidade de execução, objetividade e rapidez.

O teste de condutividade elétrica é eficiente na avaliação do vigor, permitindo a identificação segura de diferenças no potencial fisiológico de sementes de várias espécies.

### **2.2.2 Lixiviação de potássio**

Estudado com menor frequência, o teste de lixiviação de potássio baseia-se no mesmo princípio da condutividade elétrica, variando apenas o parâmetro avaliado e se constitui em uma alternativa para avaliar o vigor de sementes. Esse teste apresenta a vantagem de avaliar um íon específico, permitindo obter informações sobre o potencial fisiológico dos lotes com maior rapidez e agilidade (DIAS; MARCOS FILHO, 1995).

Os principais eletrólitos liberados durante a embebição são os íons inorgânicos, como  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Mn^{++}$ ,  $Cl^-$  e  $Na^+$  (GRANQVIST, 1987, LOTT et al, 1991). Givelberg et al (1984) verificaram que ocorrem perdas de cálcio, sódio, magnésio e potássio durante a embebição de sementes de *Solanum*. No entanto, poucos estudos têm sido realizados com a finalidade de identificar especificamente os cátions liberados para o meio externo durante o processo.

Oliveira (1990) verificou relação significativa entre a perda da germinação de sementes de soja e a liberação de íons, como cálcio, magnésio e potássio, após 90 minutos de embebição. Em sementes de amendoim, Samad e Pearce (1978)

verificaram a rápida liberação de  $K^+$  e outros componentes durante os primeiros 60 minutos de embebição. Loomis e Smith (1980) verificaram que após 16 horas de embebição, 65% do potássio havia sido lixiviado das sementes de repolho envelhecidas artificialmente. Granqvist (1987) verificou que as perdas de potássio e cálcio foram superiores às perdas de sódio e magnésio, em sementes de cenoura.

O principal íon lixiviado pelas sementes é o potássio (LOTT et al, 1991). Em sementes de ervilha e de feijão, Mullett e Considine (1980) verificaram que 25 a 50% do total de eletrólitos liberados correspondem ao íon  $K^+$ . Resultados semelhantes foram obtidos por Woodstock et al. (1985) em sementes de algodão.

Lott et al (1991), trabalhando com várias espécies, com sementes íntegras ou com partes de sementes, relataram que o potássio foi lixiviado em maiores quantidades que outros elementos. Portanto, a determinação da quantidade de potássio lixiviado pode ser utilizada como indicador da integridade das membranas celulares e, conseqüentemente, do vigor das sementes, de acordo com Halloin (1975), Marcos Filho (1979), McKersie e Stinson (1980), Dias et al (1996) e Custodio e Marcos Filho (1997); além de fornecer informações sobre o potencial fisiológico dos lotes em período de tempo consideravelmente reduzido em relação à condutividade elétrica.

Dessa forma, a quantidade de potássio liberada por sementes embebidas tem sido utilizada como indicador da integridade do sistema de membranas celulares (HALLOIN, 1975, MCKERSIE; STINSON, 1980, WOODSTOCK et al, 1985). Em sementes de ervilha, Simon e Raja-Harun (1972) observaram estreita relação entre os resultados de condutividade elétrica e quantidade de potássio lixiviado após 24 horas de embebição. Halloin (1975) verificou que, em sementes de algodão, a concentração de íons potássio lixiviados após 60 minutos de embebição correspondeu à condutividade elétrica avaliada com 15 e 45 minutos. Moss e Mullett (1982), em sementes de feijão, verificaram que a quantidade de potássio lixiviado após 72 horas pode ser considerado como parâmetro indicativo de vigor. Marcos Filho et al (1982) observaram que a lixiviação de potássio decresceu proporcionalmente com a elevação do poder germinativo e vigor de sementes de soja. A rapidez do teste foi observada por Custodio e Marcos Filho (1997), que verificaram diferenças de vigor em sementes de soja após 30 minutos de embebição.

A liberação de potássio está diretamente ligada ao estado das membranas e independe da quantidade de potássio nas sementes, conforme demonstraram Panobianco e Marcos Filho (2001b), em sementes de tomate; e Miguel (2001), em sementes de milho.

Panobianco (2000) e Rodo e Marcos Filho (2001) verificaram que, em sementes de tomate e cebola, respectivamente, o teste de lixiviação de potássio se constituiu em opção promissora, detectando de maneira consistente os lotes de qualidade inferior, com significativa rapidez. Em trabalhos mais recentes, Vanzolini e Nakagawa (2003) verificaram que o teste de lixiviação de potássio foi eficiente na identificação de lotes de sementes de amendoim com diferentes níveis de vigor. Em contrapartida, Marcos Filho et al (1984) e Barros e Marcos Filho (1997), em sementes de soja, não encontraram relações consistentes entre a lixiviação de potássio e o vigor dos lotes. Em sementes de feijão-de-vagem e quiabo, Dias et al. (1998) verificaram que, para ambas as espécies, o teste de lixiviação de potássio ainda necessita de estudos adicionais e ajustes na sua metodologia. Resultados semelhantes foram encontrados por Torres (2002) em sementes de melão; e Carpi (2005), em sementes de rabanete.

Em sementes de hortaliças, Simon e Mathavan (1986) relataram que espécies como aipo, alface e cenoura apresentaram 90% da lixiviação de potássio num período de 5 a 15 minutos de embebição, tornando-o um teste ainda mais promissor em relação à rapidez das informações obtidas.

### **2.2.3 Envelhecimento acelerado**

Dentre os testes disponíveis, o envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais utilizados para avaliação do potencial fisiológico de sementes de várias espécies, proporcionando informações com alto grau de consistência (TEKRONY, 1995). Esse teste se baseia na aceleração artificial da taxa de deterioração das sementes, mediante sua exposição à temperatura e umidade relativa do ar elevadas, considerados como os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (MARCOS FILHO, 1999b). Nessa situação, sementes mais vigorosas deterioram mais lentamente que as menos vigorosas, apresentando redução diferenciada da viabilidade.

A seqüência hipotética do processo de deterioração da semente envolve a degradação das membranas celulares, redução das atividades respiratórias e biossintéticas, redução da velocidade de germinação, redução do potencial de conservação durante o armazenamento, menor taxa de crescimento e desenvolvimento, menor uniformidade, maior sensibilidade às adversidades do ambiente, redução da emergência de plântulas em campo, aumento da ocorrência de plântulas anormais e perda do poder germinativo (DELOUCHE; BASKIN, 1973). Segundo Marcos Filho (1999b), o teste de envelhecimento acelerado está relacionado ao potencial de conservação das sementes; e por isso, pode ser considerado como um dos mais sensíveis para a avaliação do vigor, dentre os disponíveis na atualidade. No entanto, seu uso em sementes de hortaliças ainda é restrito.

Piana et al (1995) verificaram que o teste de envelhecimento acelerado foi um dos que mais se relacionou à emergência das plântulas de cebola em campo, além de identificar lotes com diferentes níveis de vigor. Resultados semelhantes foram obtidos com sementes de cenoura (TRIGO; TRIGO, 1995b), pepino (TRIGO; TRIGO, 1995a), brócolos (MELLO et al, 1999) e tomate (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001a). Vários outros autores estudaram o teste de envelhecimento acelerado para determinar o potencial de emergência de plântulas, em cebola (LIMA, 1993, IDIARTE, 1995), além de outras hortaliças como cenoura (SPINOLA et al, 1998), tomate (RODO et al, 1998), quiabo (TORRES et al, 1998), maxixe (TORRES; MARCOS FILHO, 2001), revelando estreita relação entre os resultados obtidos nos testes de emergência de plântulas e de envelhecimento acelerado.

Vários fatores afetam o comportamento das sementes submetidas a esse teste, sendo que a interação temperatura/período de exposição é um dos mais estudados. Nesse sentido, têm sido indicadas combinações favoráveis para avaliar o vigor de sementes de diferentes espécies, tais como cebola e alface, 41°C/72h (TEKRONY, 1995); berinjela, 41°C/48h (BHERING et al., 2001 b); pimentão, 41°C/72h (TEKRONY, 1995, PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 1998); cenoura, 42°C/24h (BARBEDO et al, 2000) e 41°C/48h (RODO et al, 2000); maxixe, 41°C/48h (SILVA et al, 1998); melancia, 41°C/48h (BHERING et al, 2001a); melão, 42°C/48h (CANO-RIOS et al, 2000); quiabo, 42°C/72h e 96h (LIMA et al, 1997) e 41°C/72h (DIAS et al, 1998); rabanete, 45°C/48h (DELOUCHE; BASKIN, 1973); brócolos, 45°C/48h (TEBALDI et al, 1999) e tomate, 41°C/72h (PANOBIANCO; MARCOS

FILHO, 2001a). Para sementes de melancia, Delouche e Baskin (1973) recomendam o uso de 45°C e 100% UR por 144 horas. Contudo, estudos preliminares indicaram que este período de exposição mostrou-se excessivo, especialmente para lotes de menor vigor.

Outro aspecto a ser considerado no teste de envelhecimento acelerado, é a diferença marcante na absorção de água pelas sementes que, quando expostas a atmosfera úmida, podem apresentar variações acentuadas no grau de umidade. Pesquisas conduzidas com espécies de sementes relativamente pequenas têm revelado resultados pouco consistentes devido à variação acentuada do grau de umidade das amostras, após o envelhecimento (POWELL, 1995). Por esse motivo, vêm sendo estudadas alternativas para a condução do teste de envelhecimento acelerado com sementes dessas espécies, como a substituição da água por soluções saturadas de sais. Dependendo da solução utilizada, são obtidos níveis específicos de umidade relativa do ar, permitindo reduzir a taxa de absorção de água, a velocidade e a intensidade de deterioração das sementes (JIANHUA; MCDONALD, 1996), sem reduzir a sensibilidade do teste. As moléculas de sal adsorvem-se às da água, restringindo sua disponibilidade no ambiente da câmara. Com isso, a taxa de evaporação no interior dessas caixas é menor, o que significa menor umidade relativa do ar e conseqüentemente menor valor de equilíbrio higroscópico das sementes, culminando com menor intensidade de deterioração (SILVA; VIEIRA, 2006). A eficiência desse procedimento foi verificada, dentre outros, por Panobianco e Marcos Filho (1998), com sementes de pimentão; Rodo et al. (2000), com cenoura e Bennett et al (2001), com milho doce. Jianhua e McDonald (1996) realizaram o teste com soluções saturadas de NaCl, KCl e NaBr, de modo a obter umidades relativas de 76%, 87% e 55%, e verificaram que o método retardou a absorção de água das sementes de *Impatiens walleriana* Hook. e se mostrou eficiente na avaliação do vigor. Torres (2002) verificou que o teste de envelhecimento acelerado utilizando a combinação 41°C por 72 horas, tanto pelo método tradicional como pelo alternativo (com solução de NaCl), apresentou sensibilidade suficiente para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melão. Em sementes de pimentão (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 1999) e sementes de erva-doce (TORRES, 2004), os autores observaram que as sementes atingiram grau de umidade menor e mais uniforme após o envelhecimento com uso de solução saturada de NaCl, observando vantagens na utilização desse

procedimento para sementes pequenas, em relação ao procedimento convencional. A taxa de deterioração foi menos acentuada e os resultados, menos drásticos e mais uniformes, além de possibilitar uma melhor identificação de lotes com diferentes níveis de potencial fisiológico.

A utilização de soluções saturadas no teste de envelhecimento acelerado foi eficiente na classificação do vigor de lotes de sementes pepino (BHERING et al., 2000), tomate (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001a), cebola (RODO, 2002), rúcula (RAMOS et al., 2004), pimenta-malagueta (TORRES, 2005) e beterraba (SILVA; VIEIRA, 2006). Martins et al (2002) também observaram que o teste com solução saturada de NaCl por 48h mostraram estreita relação com a emergência em campo, em sementes de brócolos. Por outro lado, Ribeiro e Carvalho (2001) não obtiveram resultados satisfatórios com esse procedimento trabalhando com sementes de alface, brócolos e cenoura. Carpi (2005), em sementes de beterraba, observou que o teste de envelhecimento com procedimento tradicional, a 41°C/48h, diferenciou os lotes estudados de maneira satisfatória com relação aos níveis de vigor, enquanto que o teste com solução saturada de NaCl não se mostrou eficiente na separação dos lotes. Em sementes de melancia, Bhering et al (2003) observaram que o teste pelo método tradicional (100%UR) se mostrou mais eficiente que o método alternativo (76%UR) na avaliação do vigor das sementes.

Para ambos os métodos de condução do teste de envelhecimento acelerado, o período de exposição das sementes ainda não se encontra totalmente determinado para todas as espécies, embora tenha sido mais intensamente estudado para grandes culturas.

#### **2.2.4 Deterioração Controlada**

O teste de deterioração controlada emprega uma técnica de envelhecimento, similar em fundamento ao teste de envelhecimento acelerado, incorporando melhor controle do teor de água da semente e da temperatura, durante o período de envelhecimento. Neste teste, o teor de água das sementes é submetido a um mesmo nível, em todas as amostras, antes do início do período de deterioração (MATTHEWS, 1980, HAMPTON; TEKRONY, 1995). Assim sendo, o teste de deterioração controlada revela-se promissor na separação de lotes de sementes com distintos níveis de vigor e, em função de sua simplicidade e eficiência, merece

atenção dos tecnologistas de sementes. Powell e Matthews (1981) observaram que o envelhecimento das sementes ocorre mais rapidamente quando estas apresentam alto conteúdo de água e são armazenadas sob elevada temperatura. A avaliação de amostras com teores de água semelhantes, em vez da utilização de ambientes com alta umidade relativa do ar, resultou na obtenção de condições mais uniformes durante o teste de deterioração controlada e, conseqüentemente, maior possibilidade de padronização.

Segundo Torres (2002), a deterioração das sementes é provocada através do ajuste do grau de umidade das sementes para, no mínimo, 15,5%, previamente à instalação do teste. As sementes umedecidas são acondicionadas em recipientes herméticos e mantidas em banho-maria, a temperatura constante (40 a 45°C), durante um período pré-estabelecido, e em seguida, são colocadas para germinar, sendo que a porcentagem de plântulas normais é considerada proporcional ao vigor das sementes. Neste teste, o ajuste do grau de umidade das sementes é considerado crítico, podendo acelerar a deterioração das mesmas, principalmente se a hidratação for muito rápida e a temperatura inadequada (CARPI, 2005). Nesse sentido, Rosseto et al (1995) recomendam que o processo seja lento e, para isso, o melhor meio de hidratação controlada seria a utilização do umedecimento das sementes através do método da atmosfera úmida, a 20°C.

Por se tratar de um procedimento relativamente simples, esse teste tem sido utilizado para detectar diferenças no vigor de lotes de sementes e para verificar o potencial de armazenamento de sementes de diversas hortaliças, tais como cenoura, cebola, alface e brássicas (MATTHEWS, 1980, POWELL; MATTHEWS, 1981 e 1984, WANG et al, 1994). No Brasil, diversos autores observaram resultados consistentes para avaliação do vigor de sementes de hortaliças, tais como pimentão (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 1998); tomate (RODO et al, 1998, PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001a) e brócolos (SADER et al, 2001).

Os resultados do teste de deterioração controlada têm mostrado alta correlação dentro e entre diferentes laboratórios (POWELL et al, 1984) e têm apresentado alta correlação com a emergência de plântulas em campo para diversas espécies como: cebola, alface, nabo, beterraba, cenoura (MATTHEWS; POWELL, 1987), ervilha (BUSTAMANTE et al, 1984), trevo vermelho (WANG; HAMPTON, 1989) e brócolis (MENDONÇA et al, 2000). O potencial de armazenamento de lotes de sementes também pode ser previsto mediante a

utilização do teste de deterioração controlada, conforme resultados obtidos por Powell et al (1984), para sementes de cebola e couve de bruxelas.

Em trabalho realizado com sementes de brócolis, Mendonça et al (2000) observaram diferenças na qualidade das sementes da cultivar Piracicaba Precoce utilizando sementes com diferentes conteúdos de água e temperaturas entre 40 e 44°C. De acordo com esses autores, o teste de deterioração controlada foi eficiente na separação dos lotes tanto quanto o teste de envelhecimento acelerado, o que levou a afirmação de que os dois testes poderiam ser correlacionados, quando os conteúdos iniciais de água das sementes, antes do envelhecimento, fossem muito próximos.

A literatura mostra que o teste de deterioração controlada tem sido amplamente empregado utilizando sementes com teor de água, tempo de exposição das sementes e temperatura variáveis, como por exemplo, alface, couve-flor e couve de bruxelas, 20%/45°C/24h (ISTA, 1995); berinjela, 24%/41°C/48h (BHERING et al, 2001b); beterraba e cenoura, 24%/45°C/24h (ISTA, 1995); brócolos, 22%/40°C/24h (MENDONÇA et al, 2000); ervilha, 20%/45°C/24h (BUSTAMANTE et al, 1984; POWELL et al, 1997, LARSEN et al, 1998); maxixe, 19%/45°C/24h (TORRES et al, 1998); melancia, 24%/41°C/48h (BHERING et al., 2001a); melão, 21%/45°C/72h (OLUOCH; WELBAUM, 1996); nabo, 20%/45°C/24h (ZHANG; HAMPTON, 1999); pepino, 24%/45°C/48h (BHERING et al, 2000); pimentão, 24%/45°C/24h (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 1998); repolho, 24%/45°C/24h (STRYDOM; VAN DE VENTER, 1998); tomate, 24%/45°C/24h (ALSADON et al, 1995, PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001a).

### **2.3 Considerações Gerais**

Os estudos dos testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico em sementes de hortaliças ainda está em fase inicial, se comparados com outras culturas de interesse econômico.

Geralmente, os testes de vigor para sementes de hortaliças têm sido conduzidos, seguindo metodologia adaptada de procedimentos adotados para grandes culturas.

Entretanto, alguns pesquisadores estão se voltando para o estudo do vigor de semente de hortaliças, aproveitando os testes disponíveis, a fim de estabelecer

procedimentos específicos e padronizados, observando a tendência ao desenvolvimento de testes de vigor capazes de fornecer resultados com rapidez e precisão, sendo este fator de fundamental importância para a evolução da indústria brasileira de sementes.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Produção e Tecnologia de Sementes da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – do Câmpus de Ilha Solteira/SP, utilizando-se 5 lotes de sementes de dois cultivares de rúcula, no período de janeiro a agosto de 2007. Foram determinados o grau de umidade, germinação das sementes, primeira contagem de germinação e emergência de plântulas em casa de vegetação. Foram estudados também os procedimentos para a condução dos testes de condutividade elétrica, lixiviação de potássio, envelhecimento acelerado (procedimento tradicional e com solução salina) e deterioração controlada.

#### **3.1 Sementes**

Foram utilizadas sementes de dois cultivares de rúcula (Cultivada e Gigante), cada um representado por 5 lotes, provenientes da empresa ISLA.

As sementes recebidas estavam embaladas em recipientes herméticos, do tipo lata; e após a homogeneização, com o auxílio do divisor de solos, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel. Durante todo o período experimental, as sementes permaneceram armazenadas em câmara seca à 20°C e 50% de umidade relativa do ar.

#### **3.2 Determinação do grau de umidade**

A determinação do grau de umidade foi realizada através do método da estufa, durante 24 horas, à 105±3°C, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Foram utilizadas duas amostras com aproximadamente, 2,0 g de sementes para cada lote. Os resultados foram expressos em porcentagem para cada lote (base úmida).

#### **3.3 Teste de Germinação**

Para o teste de germinação foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por lote, distribuídas sobre uma folha de papel mata-borrão, previamente

umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato (MENEZES et al, 1993), colocadas no interior de caixas plásticas transparentes (11,5 X 11,5 X 3,5 cm), sendo mantidas em germinador a 25°C. As avaliações foram realizadas aos quatro e sete dias após a semeadura, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, para cada lote.

### **3.4 Primeira Contagem de Germinação**

A primeira contagem de germinação foi realizada juntamente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem média de plântulas normais, obtidas aos quatro dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais, para cada lote.

### **3.5 Emergência de plântulas**

Para a realização deste teste foram utilizadas bandejas de isopor com 128 células individuais, contendo substrato comercial Plantmax Hortaliças. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação com controle de temperatura (25°C) e receberam irrigações diárias (3 vezes ao dia). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por lote, colocando-se uma semente por célula.

A avaliação da emergência das plântulas foi efetuada aos 10 dias após a semeadura, mediante a contagem de plântulas normais emergidas, avaliadas de acordo com os critérios adotados para avaliação da parte aérea de plântulas normais em um teste de germinação. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais para cada lote.

### **3.6 Condutividade elétrica**

Para este teste, foram estudados os efeitos do período de embebição (1, 2, 4, 6, 8, 12, 18 e 24 horas), do volume de água destilada (25, 50 e 75 mL), do número de sementes (25 e 50) e da temperatura de embebição (20°C, 25°C e 30°C). Foram utilizadas quatro subamostras de sementes fisicamente puras para cada lote.

As sementes foram pesadas, em balança de precisão de 0,0001 g, sendo colocadas para embeber em copos plásticos contendo água destilada e mantidos em germinador durante cada período de embebição, dentro de cada temperatura estudada. As leituras da condutividade elétrica foram realizadas em condutivímetro DIGIMED DM-31, e os valores médios, para cada lote, expressos em  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$  de semente.

### **3.7 Lixiviação de potássio**

No teste de lixiviação de potássio foram estudados os efeitos do período de embebição (30 minutos, 1 h, 1,5 h, 2 h, 2,5 h, 3, 4 e 5 h), do volume de água destilada (50 e 75 mL), do número de sementes (50 e 100) e da temperatura de embebição (25°C e 30°C).

O teste foi conduzido utilizando-se quatro repetições de 50 ou 100 sementes previamente pesadas (precisão de 0,0001 g), colocadas em copos plásticos contendo água destilada e mantidas em germinador durante cada período e temperaturas previstas para a embebição. As leituras foram efetuadas em fotômetro de chama ANALYSER – 910, ressaltando a facilidade de leitura deste aparelho.

Para o cálculo da lixiviação de potássio considerou-se a leitura obtida no fotômetro de chama, o volume de água destilada utilizado (mL) e a massa da amostra (g). O resultado final foi expresso em  $\mu\text{g}$  de K/g de semente, ou seja, ppm de potássio.

### **3.8 Envelhecimento Acelerado (procedimento tradicional)**

Esse teste foi conduzido utilizando-se caixas plásticas transparentes (11,5 X 11,5 X 3,5 cm) como compartimentos individuais (mini-câmaras), conhecido como método do gerbox, possuindo em seu interior suportes para apoio de uma tela metálica. Como a semente de rúcula é muito pequena, por cima dessa tela foi colocado um pedaço de tule, a fim de impedir que a semente caísse. Na superfície de cada uma dessas, foram distribuídas em camada única, aproximadamente 5,0 g de sementes para cada lote.

Para o controle da umidade relativa do ar no interior das caixas, foram colocados 40 mL de água destilada. As caixas foram tampadas e mantidas em câmaras durante os períodos de envelhecimento (48, 72 ou 96 horas), sendo utilizadas três temperaturas (38°C, 41°C ou 45°C).

Após cada período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação conforme descrito no item 3.3, sendo a avaliação realizada aos quatro dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, para cada lote. Também foi determinado o grau de umidade das sementes, antes e após cada período de envelhecimento, visando à avaliação da uniformidade das condições do teste.

### **3.9 Envelhecimento Acelerado (solução saturada de NaCl)**

Este teste foi conduzido da mesma maneira do que o procedimento tradicional (item 3.8), com exceção de serem adicionados ao fundo da caixa plástica (mini-câmara), 40 mL de solução saturada de NaCl, em substituição à água. Essa solução foi obtida através da mistura de 40g de NaCl em 100 mL de água, estabelecendo com isso, um ambiente com 76% de umidade relativa do ar (JIANHUA; MCDONALD, 1996).

### **3.10 Deterioração Controlada**

Para a realização deste teste, o grau de umidade das sementes foi ajustado para 18%, 21% e 24% através do método da atmosfera úmida (ROSSETO et al, 1995). Para isso, foram colocados 40 mL de água em caixas plásticas transparentes (11,5 X 11,5 X 3,5cm), com suportes para apoio de uma tela metálica, sendo colocado em cima da tela uma camada de tule, da mesma forma que o descrito no item 3.8, e sobre estas, foram distribuídas aproximadamente 5,0 g de sementes, em camada uniforme, para cada lote. As caixas foram tampadas e mantidas em germinador a 20°C. Durante o umedecimento artificial, o grau de umidade de cada amostra foi monitorado mediante pesagens sucessivas, até se obterem os valores desejados.

Em seguida, cada amostra foi colocada em embalagem aluminizada, fechada hermeticamente e mantida por cinco dias em câmara fria (8 a 10°C), com a

finalidade de se atingir o equilíbrio higroscópico das sementes. Após este período, as sementes foram mantidas em banho-maria a 45°C, durante 24 ou 48 horas. Ao término deste período, os recipientes foram imersos rapidamente em água fria para reduzir a temperatura, sendo posteriormente instalado o teste de germinação (POWELL, 1995).

As contagens foram realizadas aos 4 dias após a semeadura, computando-se a porcentagem média de plântulas normais de cada lote. Foi determinado também, o grau de umidade das sementes após o período em banho-maria, conforme os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

### **3.11 Procedimento Estatístico**

Os dados referentes aos testes de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, deterioração controlada e emergência de plântulas em casa de vegetação foram transformados em  $\arcsin \sqrt{x/100}$ , enquanto que os dados de condutividade elétrica e lixiviação de potássio não sofreram transformação.

As análises de variância foram realizadas separadamente para cada cultivar e teste conduzido, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo que a comparação múltipla das médias foi realizada através do Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa SANEST – Sistema de Análise Estatística (ZONTA; MACHADO, 1984).

O esquema das análises de variância para os testes de germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, condutividade elétrica, lixiviação de potássio, envelhecimento acelerado (procedimento tradicional e com solução salina) e deterioração controlada, encontra-se na Tabela 1.

**Tabela 1** – Análise da variância, para cada cultivar, para os dados de germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, condutividade elétrica, lixiviação de potássio, envelhecimento acelerado e deterioração controlada.

<b>Causas de Variação</b>	<b>Graus de Liberdade</b>
Lotes	4
Resíduo	15
<b>Total</b>	<b>19</b>

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação inicial da qualidade fisiológica dos lotes

A avaliação inicial da qualidade fisiológica dos lotes de sementes de rúcula foi realizada através dos testes de germinação, primeira contagem de germinação e emergência de plântulas em casa de vegetação. Nessa etapa, também foi avaliado o grau de umidade das sementes. Os resultados dessas avaliações se encontram na Tabela 2.

**Tabela 2** – Qualidade inicial de cinco lotes das cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante.

Cultivares	Lotes	Umidade	Germinação	Primeira Contagem	Emergência de Plântulas
			%		
<b>Rúcula Cultivada</b>	1	5,5	98 a	96 a	98 a
	2	5,0	93 a	82 b	89 b
	3	5,4	97 a	94 a	96 a
	4	5,5	85 b	73 c	78 c
	5	5,0	96 a	95 a	97 a
	<b>CV (%)</b>	-	<b>3,3</b>	<b>4,0</b>	<b>6,2</b>
<b>Rúcula Gigante</b>	6	5,5	96 a	96 a	96 a
	7	5,9	98 a	84 b	89 b
	8	5,7	94 a	72 c	75 c
	9	5,3	94 a	73 c	76 c
	10	5,3	97 a	95 a	98 a
	<b>CV (%)</b>	-	<b>2,9</b>	<b>3,8</b>	<b>5,8</b>

\* Letras distintas dentro de cada coluna, para cada cultivar, diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O grau de umidade é relevante para a execução dos testes, considerando-se que a uniformidade do teor de água das sementes é muito importante para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (MARCOS FILHO et al, 1990). Com relação à germinação e emergência de plântulas, sementes mais úmidas, dentro de certos limites, germinam mais rapidamente. Em contrapartida, o grau de umidade elevado prejudica o desempenho das sementes no teste de envelhecimento acelerado e pode favorecer o teste de condutividade elétrica.

Verifica-se que para os lotes da Rúcula Cultivada, o teste de germinação destacou o lote 4 como o de pior qualidade, diferindo estatisticamente dos demais, ou seja, os lotes 1, 2, 3 e 5 foram agrupados num mesmo nível de vigor, não diferindo entre si. Os testes de primeira contagem de germinação e emergência de plântulas em casa de vegetação confirmaram o lote 4 como o de pior qualidade; e permitiu destacar os lotes 1, 3 e 5 como os de maior vigor, não diferindo significativamente entre si. O lote 2 se mostrou como intermediário.

Os resultados dos lotes da Rúcula Gigante não diferiram entre si no teste de germinação. Porém, resultados elevados e semelhantes no teste de germinação não significam necessariamente que todos os lotes possuem alto vigor, uma vez que o teste de germinação é conduzido em condições favoráveis de temperatura, umidade e luminosidade, permitindo ao lote a expressão do potencial máximo para produzir plântulas normais (MARCOS FILHO, 1999a). Hampton e Tekrony (1995) observaram que a maior limitação do teste de germinação é sua incapacidade para detectar diferenças de potencial fisiológico entre lotes com alta germinação, indicando a necessidade de complementar essa informação. Nesse sentido, os testes de primeira contagem de germinação e emergência de plântulas em casa de vegetação apresentaram melhor sensibilidade, indicando a menor qualidade fisiológica dos lotes 8 e 9 em comparação aos demais lotes.

Com relação à germinação, todos os lotes apresentaram médias superiores à mínima estabelecida para comercialização de sementes de rúcula, ou seja, 80% de germinação.

Na medida em que as condições de ambiente vão se desviando das mais adequadas, a capacidade dos testes de laboratório para estimar o potencial de emergência das plântulas diminui, tornando-se praticamente nula sob condições extremamente desfavoráveis. Verificou-se, de maneira geral, para todos os lotes que os resultados de primeira contagem de germinação foram semelhantes aos encontrados para a emergência de plântulas em casa de vegetação, fato este que se pode atribuir às condições favoráveis de ambiente em ambos os testes.

Para a Rúcula Cultivada, pode-se classificar os lotes 1, 3 e 5 como de melhor potencial fisiológico, e ainda, destacar o lote 4 como de pior qualidade. Para os lotes da Rúcula Gigante, o teste de primeira contagem e emergência permitiram classificar os lotes 8 e 9 como de pior qualidade e os lotes 6 e 10 como mais vigorosos, confirmando a importância deste teste.

O teste de primeira contagem de germinação pode ser considerado um indicativo de vigor, porém a redução da velocidade da germinação das sementes não está entre os primeiros eventos do processo de deterioração das sementes (DELOUCHE; BASKIN, 1973), justificando a menor eficiência deste teste para detectar pequenas diferenças de vigor e o conseqüente agrupamento dos lotes com relação à qualidade fisiológica. Entretanto, em sementes de pepino, Bhering et al (2000) verificaram que o teste de primeira contagem de germinação pode ser utilizado rotineiramente para se obter informações preliminares sobre o vigor de lotes de sementes dessa espécie. O teste de primeira contagem de germinação, muitas vezes, expressa melhor as diferenças de velocidade de germinação entre lotes do que o índice de velocidade de germinação (NAKAGAWA, 1999), sendo considerado um teste interessante por identificar lotes com capacidade de estabelecimento mais rápido e ser menos trabalhoso que o de velocidade de germinação, além de ser conduzido simultaneamente com o teste de germinação, não exigindo equipamento especial.

De maneira semelhante ao teste de primeira contagem de germinação, o teste de emergência de plântulas em casa de vegetação permitiu classificar os lotes de melhor e pior desempenho. O teste de emergência de plântulas constitui um parâmetro indicador da eficiência dos testes para avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes (MARCOS FILHO, 1999a). Assim sendo, verificou-se que essa eficiência em distinguir, com segurança, os lotes de alto e baixo vigor foi eficiente para ambos os cultivares estudados.

No geral, a análise comparativa dos dados indicou que os testes foram eficientes na identificação dos lotes que ocupam posições extremas, separando de maneira consistente, diferenças acentuadas no potencial fisiológico das sementes. Dessa forma, pode-se afirmar que o lote 4 da Rúcula Cultivada foi o menos vigoroso em relação aos demais, e que os lotes 1, 3 e 5 apresentam maior vigor. Segundo Marcos Filho et al (1984), a identificação de lotes de vigor intermediário pode sofrer variações em função da metodologia adotada, principalmente quando se trata de lotes com diferenças pouco acentuadas. Já os lotes 6 e 10 da Rúcula Gigante se apresentaram como os mais vigorosos e os lotes 8 e 9, como os de menor vigor.

Dessa forma, fica evidente a importância do uso de mais de um teste para determinar o vigor dos lotes de sementes (MARCOS FILHO, 1998), devido à influência dos métodos adotados e uso de situações específicas de estresse para

estimar o comportamento relativo dos lotes em campo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Verifica-se então, a importância de se pesquisar tanto lotes com diferenças estreitas como outros com variação mais ampla com relação ao potencial fisiológico, pois há possibilidade de detectar grau de sensibilidade dos testes estudados. No presente trabalho, embora os lotes dos dois cultivares apresentassem germinação elevada e relativamente uniforme, os testes estudados para avaliação inicial do vigor detectaram diferenças no potencial fisiológico em ambos os cultivares estudados.

## **4.2 Condutividade elétrica**

Os resultados do teste de condutividade elétrica envolvendo as combinações número de sementes, temperatura e quantidade de água, nos diferentes períodos de embebição, estão apresentados nas Tabelas 3 a 8.

De maneira geral, a análise dos dados mostrou relação direta com os testes de avaliação da qualidade inicial dos lotes de sementes. Para a Rúcula Cultivada, o teste de condutividade elétrica destacou os lotes 1, 3 e 5 como os de melhor qualidade e o lote 4 como de pior qualidade, corroborando com os dados da emergência em casa de vegetação. Da mesma forma, para a Rúcula Gigante, que apontou os lotes 6 e 10 como os de melhor qualidade e os lotes 8 e 9 como os de pior qualidade. Informações nesse sentido também foram encontradas por Andrade et al. (1995), que verificaram que o teste de condutividade elétrica foi considerado o mais indicado para estimar o vigor de lotes de sementes de cenoura, devido à facilidade de execução, rapidez e objetividade. Da mesma forma, Dias et al (1998), em sementes de feijão-de-vagem e quiabo, apontaram o teste de condutividade como o mais eficiente para avaliação do potencial fisiológico dessas sementes.

Com relação ao período de embebição das sementes, verificou-se nas diversas combinações que houve aumento progressivo das leituras na medida em que se aumentou o período de embebição, corroborando com os dados de Loeffler et al. (1988), Marcos Filho et al (1990) e Dias et al (1996). Verificou-se que, de maneira geral, para o período de embebição de 1 hora, em todas as combinações avaliadas, foi possível a estratificação dos lotes quanto ao potencial fisiológico dos dois cultivares estudados. No entanto, essa estratificação só foi considerada consistente após o período de 4 horas de embebição, demonstrando com confiança,

a possibilidade de redução no período de embebição das sementes em relação ao período de 24 horas, estabelecido como padrão. Resultados semelhantes foram encontrados por Loomis e Smith (1980), em repolho; Dias et al (1996, 1998), em couve-flor, cebola, cenoura e quiabo; Rodo et al (1998), em tomate e Torres et al (1998), em sementes de maxixe, que trabalhando com sementes pequenas de hortaliças, buscando a padronização do teste de condutividade elétrica, observaram significativa lixiviação durante o período de 3 a 4 horas de embebição. Sá (1999), também em sementes de tomate, considerou a possibilidade de redução do tempo de embebição de 24 para 6 horas. Resultados semelhantes foram encontrados por Novembre et al (2002) em sementes de berinjela com redução do tempo de embebição para 6 horas. Dutra e Vieira (2006), em sementes de abobrinha, constataram que o tempo de embebição pode ser reduzido para 8 horas. Da mesma forma, Oliveira e Novembre (2005) verificaram a possibilidade da redução do tempo de embebição para 6 horas, em sementes de pimentão.

Em relação ao número de sementes, de maneira geral, verificou-se que quando se mantiveram constantes os outros parâmetros avaliados, na medida em que se aumentou o número de sementes, os resultados sofreram pequenos acréscimos nos valores de condutividade, para os dois cultivares estudados. Para todas as combinações de número de sementes estudadas (25 e 50 sementes), os resultados se mostraram consistentes em diferenciar os lotes com relação ao potencial fisiológico, evidenciando uma relação direta com a emergência em casa de vegetação e primeira contagem de germinação (Tabela 2). Dessa forma, todas as combinações estudadas permitiram estratificar os lotes com estreita relação com a avaliação inicial da qualidade dos mesmos, para os dois cultivares. No entanto, recomenda-se o uso de 4 repetições de 50 sementes, pois o coeficiente de variação com o uso de 25 sementes, para ambos os cultivares, foi maior do que quando se utilizou 50 sementes.

**Tabela 3** – Dados médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) utilizando as combinações 25 sementes/25 mL, 25 sementes/50 mL e 25 sementes/75mL, a 20°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante, em cada período de embebição.

Cultivares	Lotes	Períodos de embebição (h)							
		1	2	4	6	8	12	18	24
----- 25 sementes/25mL/20°C -----									
Rúcula Cultivada	1	100,6 a	106,6 a	112,4 a	119,3 a	125,2 a	127,5 a	130,7 a	133,9 a
	2	145,4 b	149,4 b	152,2 b	156,6 b	157,3 b	160,1 b	161,5 b	162,6 b
	3	104,5 a	106,7 a	111,1 a	113,4 a	118,9 a	122,3 a	128,6 a	133,8 a
	4	143,1 b	147,0 b	150,9 b	154,3 b	155,4 b	157,9 b	158,7 b	160,4 b
	5	103,3 a	107,2 a	112,2 a	117,9 a	122,9 a	124,2 a	129,5 a	134,0 a
C.V. (%) = 7,8									
Rúcula Gigante	6	88,2 a	92,8 a	96,1 a	98,7 a	104,1 a	107,8 a	111,9 a	129,0 a
	7	96,3 ab	99,5 ab	107,9 b	109,7 b	115,5 b	119,7 b	124,4 b	133,4 b
	8	104,0 b	108,2 b	116,1 c	118,9 c	124,2 c	129,2 c	133,5 c	146,6 c
	9	103,3 b	106,4 b	108,6 b	110,0 b	114,1 b	120,4 b	126,7 b	135,9 b
	10	90,9 a	94,6 a	97,4 a	100,9 a	105,4 a	109,4 a	112,1 a	121,1 a
C.V. (%) = 7,5									
----- 25 sementes/50mL/20°C -----									
Rúcula Cultivada	1	83,6 a	89,6 a	95,4 a	102,3 a	108,2 a	110,5 a	113,7 a	116,9 a
	2	128,4 b	132,4 b	135,2 b	139,6 b	140,3 b	143,1 b	144,5 b	145,6 b
	3	87,5 a	89,7 a	94,1 a	96,4 a	101,9 a	105,3 a	111,6 a	116,8 a
	4	126,1 b	129,0 b	131,9 b	133,3 b	135,4 b	136,9 b	140,7 b	143,4 b
	5	86,3 a	90,2 a	95,2 a	100,9 a	105,9 a	107,2 a	112,5 a	117,0 a
C.V. (%) = 6,4									
Rúcula Gigante	6	75,2 a	79,8 a	83,1 a	85,7 a	91,1 a	94,8 a	98,9 a	106,0 a
	7	83,3 ab	86,5 ab	94,9 b	96,7 b	102,5 b	106,7 b	111,4 b	120,4 b
	8	91,0 b	95,2 b	103,1 c	105,9 c	111,2 c	116,2 c	120,5 c	133,6 c
	9	90,3 b	93,4 b	95,6 b	97,0 b	101,1 b	107,4 b	112,7 b	121,9 b
	10	77,9 a	81,6 a	85,4 a	87,9 a	92,4 a	96,4 a	99,1 a	108,1 a
C.V. (%) = 6,2									
----- 25 sementes/75mL/20°C -----									
Rúcula Cultivada	1	74,1 a	79,3 a	82,5 a	85,8 a	87,4 a	88,6 a	80,5 a	97,2 a
	2	99,8 b	102,4 b	102,9 b	104,6 b	106,5 b	109,5 b	111,8 b	115,4 b
	3	75,7 a	79,1 a	81,2 a	84,2 a	86,3 a	88,4 a	91,7 a	96,8 a
	4	100,2 b	101,4 b	103,4 b	105,8 b	107,1 b	111,6 b	114,2 b	118,7 b
	5	71,9 a	76,3 a	80,7 a	82,7 a	87,2 a	89,0 a	92,6 a	98,1 a
C.V. (%) = 6,9									
Rúcula Gigante	6	69,6 a	73,6 a	75,9 a	84,7 a	88,2 a	91,2 a	94,3 a	97,4 a
	7	70,2 a	72,5 a	86,4 b	89,9 b	93,9 b	97,6 b	102,5 b	107,2 b
	8	84,5 b	87,1 b	95,3 c	96,4 c	98,1 c	102,4 c	113,1 c	120,4 c
	9	82,8 b	85,6 b	84,4 b	90,1 b	92,5 b	97,7 b	103,7 b	108,3 b
	10	70,4 a	72,1 a	76,7 a	83,2 a	87,0 a	90,5 a	93,8 a	96,0 a
C.V. (%) = 7,3									

\* Letras iguais dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4** – Dados médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) utilizando as combinações 50 sementes/25 mL, 50 sementes/50 mL e 50 sementes/75mL, a 20°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante, em cada período de embebição.

Cultivares	Lotes	Períodos de embebição (h)							
		1	2	4	6	8	12	18	24
----- 50 sementes/25mL/20°C -----									
Rúcula Cultivada	1	107,4 a	113,6 a	118,2 a	125,1 a	120,3 a	131,5 a	135,4 a	139,4 a
	2	156,5 b	159,1 b	150,5 b	161,2 b	162,6 b	162,8 b	165,2 b	166,1 b
	3	111,6 a	115,8 a	119,4 a	121,4 a	125,4 a	117,7 a	135,6 a	136,5 a
	4	152,7 b	153,0 b	156,4 b	159,0 b	161,9 b	165,6 b	169,2 b	170,1 b
	5	104,2 a	110,3 a	115,6 a	120,8 a	125,4 a	127,0 a	131,5 a	137,3 a
C.V. (%) = 5,2									
Rúcula Gigante	6	92,2 a	97,2 a	103,8 a	110,6 a	116,2 a	121,8 a	126,5 a	133,2 a
	7	96,4 a	103,8 b	109,5 b	119,2 b	127,6 b	135,6 b	140,8 b	149,1 b
	8	112,3 b	122,4 c	126,9 c	138,8 c	145,8 c	150,4 c	157,0 c	168,6 c
	9	107,8 b	108,9 b	112,0 b	121,0 b	124,4 b	130,1 b	139,6 b	157,7 b
	10	93,7 a	99,4 ab	94,2 a	111,7 a	120,5 a	125,5 a	129,7 a	134,0 a
C.V. (%) = 4,8									
----- 50 sementes/50mL/20°C -----									
Rúcula Cultivada	1	89,4 a	95,6 a	100,2 a	107,1 a	102,3 a	113,5 a	117,4 a	121,4 a
	2	138,5 b	141,1 b	132,5 b	143,2 b	144,6 b	144,8 b	147,2 b	148,1 b
	3	93,6 a	97,8 a	101,4 a	103,4 a	107,4 a	99,7 a	117,6 a	118,5 a
	4	140,7 b	145,0 b	137,4 b	141,0 b	142,9 b	143,6 b	149,2 b	147,1 b
	5	86,2 a	92,3 a	97,6 a	102,8 a	107,4 a	109,0 a	113,5 a	119,3 a
C.V. (%) = 4,0									
Rúcula Gigante	6	78,2 a	83,2 a	84,8 a	96,6 a	102,2 a	107,8 a	112,5 a	119,2 a
	7	82,4 a	89,8 b	95,5 b	105,2 b	113,6 b	121,6 b	126,8 b	135,1 b
	8	102,3 b	108,4 c	112,9 c	124,8 c	131,8 c	136,4 c	143,0 c	154,6 c
	9	93,8 b	94,9 b	99,0 b	100,0 b	118,4 b	124,1 b	125,6 b	133,7 b
	10	79,7 a	85,4 ab	80,2 a	97,7 a	106,5 a	111,5 a	115,7 a	120,0 a
C.V. (%) = 4,4									
----- 50 sementes/75mL/20°C -----									
Rúcula Cultivada	1	72,2 a	81,5 a	85,2 a	90,2 a	93,7 a	97,5 a	99,4 a	103,4 a
	2	110,5 b	110,7 b	113,4 b	113,4 b	113,5 b	114,2 b	114,5 b	114,8 b
	3	78,4 a	80,4 a	83,6 a	85,5 a	88,4 a	94,0 a	96,8 a	104,6 a
	4	105,8 b	107,6 b	109,7 b	110,7 b	114,1 b	115,7 b	117,1 b	120,7 b
	5	75,9 a	78,2 a	82,3 a	88,9 a	91,8 a	95,6 a	97,2 a	101,9 a
C.V. (%) = 6,1									
Rúcula Gigante	6	72,8 a	72,4 a	82,2 a	87,1 a	93,1 a	98,3 a	103,2 a	109,6 a
	7	72,4 a	77,6 a	83,6 a	91,5 a	96,5 a	102,4 a	106,4 a	107,4 a
	8	87,6 b	93,1 b	99,4 b	105,2 b	113,2 b	117,8 b	122,5 b	126,8 b
	9	83,2 ab	88,0 ab	89,1 ab	101,0 b	108,4 b	114,6 b	118,9 b	125,5 b
	10	73,0 a	76,9 a	80,5 a	90,4 a	95,7 a	99,2 a	105,7 a	110,3 a
C.V. (%) = 6,6									

\* Letras iguais dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 5** – Dados médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) utilizando as combinações 25 sementes/25 mL, 25 sementes/50 mL e 25 sementes/75mL, a 25°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante, em cada período de embebição.

Cultivares	Lotes	Períodos de embebição (h)							
		1	2	4	6	8	12	18	24
----- 25 sementes/25mL/25°C -----									
Rúcula Cultivada	1	110,6 a	116,6 a	122,5 a	130,6 a	138,4 a	148,2 a	158,9 a	164,4 a
	2	157,4 b	162,8 b	164,9 b	165,1 b	167,6 b	168,4 b	175,1 b	179,7 b
	3	113,6 a	117,7 a	121,1 a	138,2 a	138,0 a	146,4 a	155,0 a	166,5 a
	4	169,9 c	174,4 c	178,2 c	183,7 c	188,1 c	193,9 c	175,6 c	213,2 c
	5	107,8 a	112,6 a	121,0 a	138,6 a	136,9 a	143,1 a	154,9 a	163,4 a
C.V. (%) = 9,6									
Rúcula Gigante	6	96,1 a	100,6 a	110,2 a	121,4 a	127,6 a	139,0 a	154,2 a	161,5 a
	7	98,6 a	106,5 b	124,4 b	130,3 b	140,4 b	149,4 b	161,3 b	164,6 b
	8	119,2 b	120,3 c	143,2 c	149,0 c	157,2 c	163,7 c	177,3 c	188,8 c
	9	114,6 b	119,2 c	141,4 c	144,9 c	154,9 c	166,6 c	182,6 c	194,6 c
	10	96,7 a	101,8 a	110,3 a	121,5 a	126,7 a	138,8 a	157,2 a	162,9 a
C.V. (%) = 9,4									
----- 25 sementes/50mL/25°C -----									
Rúcula Cultivada	1	92,6 a	98,6 a	104,5 a	112,6 a	120,4 a	130,2 a	140,9 a	146,4 a
	2	139,4 b	144,8 b	146,9 b	147,1 b	149,6 b	150,4 b	157,1 b	161,7 b
	3	95,6 a	99,7 a	103,1 a	120,2 a	120,0 a	128,4 a	137,0 a	148,5 a
	4	151,9 c	156,4 c	160,2 c	165,7 c	170,1 c	175,9 c	157,6 c	195,2 c
	5	89,8 a	94,6 a	103,0 a	120,6 a	118,9 a	125,1 a	136,9 a	145,4 a
C.V. (%) = 7,0									
Rúcula Gigante	6	82,1 a	86,6 a	96,2 a	107,4 a	113,6 a	125,0 a	140,2 a	147,5 a
	7	84,6 a	92,5 b	110,4 b	116,3 b	126,4 b	135,4 b	147,3 b	150,6 b
	8	105,2 b	106,3 c	129,2 c	135,0 c	143,2 c	149,7 c	163,3 c	174,8 c
	9	100,6 b	105,2 c	127,4 c	130,9 c	140,9 c	152,6 c	168,6 c	180,6 c
	10	82,7 a	87,8 a	96,3 a	107,5 a	112,7 a	124,8 a	143,2 a	148,9 a
C.V. (%) = 7,1									
----- 25 sementes/75mL/25°C -----									
Rúcula Cultivada	1	75,5 a	78,9 a	85,4 a	95,6 a	102,2 a	106,1 a	110,4 a	117,4 a
	2	109,6 b	112,3 b	113,2 b	116,4 b	117,3 b	119,8 b	122,7 b	123,6 b
	3	83,1 a	85,2 a	88,7 a	94,7 a	99,8 a	100,4 a	109,6 a	114,8 a
	4	115,0 b	122,4 c	126,6 c	133,8 c	137,1 c	142,7 c	146,2 c	149,7 c
	5	75,3 a	79,1 a	84,5 a	93,9 a	98,0 a	106,5 a	113,8 a	116,3 a
C.V. (%) = 8,6									
Rúcula Gigante	6	70,7 a	75,6 a	81,5 a	90,4 a	100,4 a	106,7 a	113,2 a	120,3 a
	7	73,2 a	79,8 a	96,9 b	98,6 b	109,5 b	115,4 b	122,4 b	126,5 b
	8	89,6 b	96,3 b	110,7 c	114,7 c	121,7 c	128,9 c	132,8 c	139,8 c
	9	85,4 b	91,4 b	109,6 c	119,5 c	122,4 c	127,3 c	135,6 c	140,7 c
	10	72,1 a	77,5 a	83,0 a	92,3 a	101,8 a	109,1 a	115,9 a	122,1 a
C.V. (%) = 8,9									

\* Letras iguais dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 6** – Dados médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) utilizando as combinações 50 sementes/25 mL, 50 sementes/50 mL e 50 sementes/75mL, a 25°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante, em cada período de embebição.

Cultivares	Lotes	Períodos de embebição (h)							
		1	2	4	6	8	12	18	24
----- 50 sementes/25mL/25°C -----									
Rúcula Cultivada	1	113,5 a	120,2 a	129,2 a	140,4 a	149,0 a	154,7 a	161,1 a	167,5 a
	2	160,3 b	164,7 b	149,4 b	172,6 b	173,8 b	177,2 b	183,3 b	195,0 b
	3	117,7 a	121,6 a	130,7 a	137,9 a	144,6 a	153,2 a	164,0 a	168,6 a
	4	171,9 c	181,1 c	187,8 c	199,7 c	209,3 c	213,5 c	222,6 c	235,9 c
	5	107,0 a	114,5 a	122,4 a	137,0 a	145,4 a	151,2 a	160,2 a	165,9 a
C.V. (%) = 6,6									
Rúcula Gigante	6	103,0 a	107,3 a	117,3 a	129,1 a	137,3 a	145,2 a	154,4 a	163,6 a
	7	104,5 a	113,4 b	130,6 b	142,3 b	156,6 b	163,6 b	169,8 b	175,2 b
	8	125,5 b	127,7 c	142,4 c	162,8 c	165,2 c	170,7 c	181,2 c	194,5 c
	9	121,3 b	127,5 c	131,0 c	158,9 c	162,4 c	172,4 c	184,1 c	197,2 c
	10	102,4 a	107,1 a	117,8 a	131,0 a	140,1 a	154,5 a	155,2 a	166,9 a
C.V. (%) = 6,1									
----- 50 sementes/50mL/25°C -----									
Rúcula Cultivada	1	94,5 a	101,2 a	110,2 a	121,4 a	130,0 a	135,7 a	142,1 a	148,5 a
	2	141,3 b	145,7 b	130,4 b	153,6 b	154,8 b	158,2 b	164,3 b	176,0 b
	3	98,7 a	102,6 a	111,7 a	118,9 a	125,6 a	134,2 a	145,0 a	149,6 a
	4	152,9 c	162,1 c	168,8 c	180,7 c	190,3 c	194,5 c	203,6 c	216,9 c
	5	88,0 a	95,5 a	103,4 a	118,0 a	126,4 a	132,2 a	141,2 a	146,9 a
C.V. (%) = 3,4									
Rúcula Gigante	6	88,0 a	92,3 a	102,3 a	114,1 a	122,3 a	130,2 a	139,4 a	148,6 a
	7	89,5 a	98,4 b	115,6 b	127,3 b	141,6 b	148,6 b	154,8 b	160,2 b
	8	110,5 b	112,7 c	127,4 c	147,8 c	150,2 c	155,7 c	166,2 c	179,5 c
	9	106,3 b	112,5 c	116,0 c	143,9 c	147,4 c	157,4 c	169,1 c	182,2 c
	10	87,4 a	92,1 a	102,8 a	116,0 a	125,1 a	139,5 a	140,2 a	151,9 a
C.V. (%) = 3,7									
----- 50 sementes/75mL/25°C -----									
Rúcula Cultivada	1	80,3 a	85,4 a	90,5 a	101,2 a	106,1 a	109,6 a	112,5 a	118,9 a
	2	110,4 b	112,5 b	115,6 b	122,4 b	124,5 b	123,4 b	126,4 b	128,4 b
	3	88,9 ab	92,8 ab	93,1 a	103,8 a	108,9 a	111,7 a	116,9 a	121,7 a
	4	114,7 b	115,7 b	125,2 c	135,7 c	145,7 c	151,2 c	157,1 c	161,2 c
	5	81,3 a	84,2 a	88,9 a	97,9 a	105,2 a	109,3 a	116,0 a	120,3 a
C.V. (%) = 6,8									
Rúcula Gigante	6	72,1 a	80,1 a	84,9 a	94,5 a	101,3 a	106,2 a	112,1 a	115,2 a
	7	75,4 a	83,5 a	92,1 b	102,3 b	111,5 b	118,4 b	123,8 b	129,7 b
	8	93,6 b	98,7 c	105,3 c	121,7 c	131,7 c	137,9 c	147,2 c	162,3 c
	9	88,2 b	95,8 c	103,4 c	116,0 c	127,6 c	134,0 c	141,6 c	160,4 c
	10	73,9 a	78,0 a	82,7 a	90,8 a	98,1 a	105,2 a	110,4 a	112,1 a
C.V. (%) = 6,0									

\* Letras iguais dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 7** – Dados médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) utilizando as combinações 25 sementes/25 mL, 25 sementes/50 mL e 25 sementes/75mL, a 30°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante, em cada período de embebição.

Cultivares	Lotes	Períodos de embebição (h)							
		1	2	4	6	8	12	18	24
----- 25 sementes/25mL/30°C -----									
Rúcula Cultivada	1	116,8 a	121,2 a	130,8 a	139,1 a	149,5 a	156,0 a	159,2 a	164,2 a
	2	165,0 b	166,8 b	169,2 b	173,6 b	177,5 b	178,8 b	180,6 b	189,3 b
	3	116,6 a	122,6 a	127,0 a	141,9 a	149,7 a	153,2 a	156,9 a	164,2 a
	4	168,3 c	171,8 c	184,4 c	199,6 c	203,1 c	204,9 c	208,2 c	209,6 c
	5	120,4 a	124,8 a	132,3 a	137,9 a	149,2 a	157,4 a	159,1 a	161,5 a
C.V. (%) = 9,4									
Rúcula Gigante	6	101,6 a	108,1 a	127,2 a	132,2 a	147,1 a	158,1 a	174,3 a	175,2 a
	7	105,1 a	113,4 a	136,4 b	145,5 b	158,8 b	169,8 b	176,4 b	182,0 b
	8	124,8 b	134,9 b	147,0 c	155,3 c	174,1 c	185,6 c	194,2 c	205,3 c
	9	121,3 b	130,7 b	148,8 c	156,6 c	169,5 c	183,2 c	190,3 c	202,5 c
	10	100,4 a	109,0 a	126,9 a	132,8 a	150,2 a	159,0 a	172,1 a	175,9 a
C.V. (%) = 9,7									
----- 25 sementes/50mL/30°C -----									
Rúcula Cultivada	1	97,8 a	102,2 a	111,8 a	120,1 a	130,5 a	137,0 a	140,2 a	145,2 a
	2	146,0 b	147,8 b	150,2 b	154,6 b	158,5 b	159,8 b	161,6 b	170,3 b
	3	97,6 a	103,6 a	108,0 a	122,9 a	130,7 a	134,2 a	137,9 a	145,2 a
	4	149,3 c	152,8 c	165,4 c	180,6 c	184,1 c	185,9 c	189,2 c	190,6 c
	5	101,4 a	105,8 a	113,3 a	118,9 a	130,2 a	138,4 a	140,1 a	142,5 a
C.V. (%) = 6,5									
Rúcula Gigante	6	86,6 a	93,1 a	112,2 a	117,2 a	132,1 a	143,1 a	159,3 a	160,2 a
	7	90,1 a	98,4 a	121,4 b	130,5 b	143,8 b	154,8 b	161,4 b	167,0 b
	8	109,8 b	119,9 b	132,0 c	140,3 c	159,1 c	170,6 c	179,2 c	190,3 c
	9	106,3 b	115,7 b	133,8 c	141,6 c	154,5 c	168,2 c	175,3 c	187,5 c
	10	85,4 a	94,0 a	111,9 a	117,8 a	135,2 a	144,0 a	157,1 a	160,9 a
C.V. (%) = 6,4									
----- 25 sementes/75mL/30°C -----									
Rúcula Cultivada	1	80,4 a	85,6 a	91,6 a	100,8 a	106,3 a	111,3 a	112,5 a	123,1 a
	2	112,3 b	112,3 b	115,4 b	119,4 b	120,7 b	121,4 b	128,7 b	135,4 b
	3	83,7 a	90,7 a	92,8 a	100,3 a	104,1 a	107,6 a	113,3 a	122,6 a
	4	118,9 b	120,4 b	125,0 c	138,6 c	138,9 c	140,2 c	145,0 c	149,7 c
	5	78,0 a	81,5 a	87,2 a	95,4 a	101,8 a	109,8 a	114,6 a	121,8 a
C.V. (%) = 8,9									
Rúcula Gigante	6	73,5 a	78,9 a	84,5 a	94,6 a	104,8 a	113,2 a	117,4 a	119,6 a
	7	75,8 a	81,2 a	90,7 b	104,7 b	112,2 b	117,8 b	123,6 b	126,4 b
	8	88,4 b	95,6 b	108,4 c	119,2 c	128,3 c	139,5 c	153,2 c	165,7 c
	9	87,1 b	93,2 b	103,6 c	113,4 c	123,7 c	135,2 c	143,9 c	160,9 c
	10	72,2 a	76,4 a	83,1 a	93,1 a	105,9 a	110,4 a	115,0 a	118,1 a
C.V. (%) = 8,1									

\* Letras iguais dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 8** – Dados médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) utilizando as combinações 50 sementes/25 mL, 50 sementes/50 mL e 50 sementes/75mL, a 30°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante, em cada período de embebição.

Cultivares	Lotes	Períodos de embebição (h)							
		1	2	4	6	8	12	18	24
----- 50 sementes/25mL/30°C -----									
Rúcula Cultivada	1	114,5 a	123,4 a	133,2 a	142,8 a	150,6 a	157,5 a	162,2 a	179,1 a
	2	165,2 b	167,2 b	183,7 b	173,3 b	175,4 b	179,4 b	180,3 b	189,4 b
	3	118,1 a	124,3 a	130,4 a	140,4 a	152,5 a	163,1 a	165,9 a	171,2 a
	4	167,8 c	185,8 c	193,0 c	205,8 c	214,7 c	216,6 c	223,1 c	240,1 c
	5	109,6 a	118,1 a	137,6 a	138,1 a	148,2 a	160,5 a	161,7 a	180,8 a
C.V. (%) = 6,4									
Rúcula Gigante	6	104,2 a	108,6 a	124,2 a	140,0 a	149,8 a	162,5 a	172,2 a	176,2 a
	7	122,1 b	130,3 b	136,4 b	157,3 b	171,4 b	180,2 b	192,1 b	199,4 b
	8	126,9 b	131,2 b	151,0 c	178,4 c	190,2 c	205,6 c	222,3 c	233,9 c
	9	125,7 b	134,9 b	154,5 c	177,9 c	189,0 c	200,2 c	213,0 c	223,5 c
	10	103,5 a	111,7 a	121,1 a	137,3 a	151,7 a	161,1 a	178,4 a	169,1 a
C.V. (%) = 6,8									
----- 50 sementes/50mL/30°C -----									
Rúcula Cultivada	1	96,5 a	105,4 a	115,2 a	124,8 a	132,6 a	139,5 a	144,2 a	161,1 a
	2	147,2 b	149,2 b	165,7 b	155,3 b	157,4 b	161,4 b	162,3 b	171,4 b
	3	100,1 a	106,3 a	112,4 a	122,4 a	134,5 a	145,1 a	147,9 a	153,2 a
	4	149,8 c	167,8 c	175,0 c	187,8 c	196,7 c	198,6 c	205,1 c	222,1 c
	5	91,6 a	100,1 a	119,6 a	120,1 a	130,2 a	142,5 a	143,7 a	162,8 a
C.V. (%) = 3,1									
Rúcula Gigante	6	88,2 a	92,6 a	108,2 a	124,0 a	133,8 a	146,5 a	156,2 a	160,2 a
	7	106,1 b	114,3 b	120,4 b	141,3 b	155,4 b	164,2 b	176,1 b	183,4 b
	8	110,9 b	115,2 b	135,0 c	162,4 c	174,2 c	189,6 c	206,3 c	217,9 c
	9	109,7 b	118,9 b	138,5 c	161,9 c	173,0 c	184,2 c	197,0 c	207,5 c
	10	87,5 a	95,7 a	105,1 a	121,3 a	135,7 a	145,1 a	162,4 a	153,1 a
C.V. (%) = 3,3									
----- 50 sementes/75mL/30°C -----									
Rúcula Cultivada	1	82,1 a	86,9 a	93,8 a	102,3 a	110,2 a	113,6 a	118,9 a	127,2 a
	2	118,9 b	114,4 b	117,4 b	122,4 b	123,4 b	125,4 b	129,5 b	138,1 b
	3	86,4 a	96,8 ab	98,2 a	105,8 a	113,8 a	117,8 a	120,4 a	127,6 a
	4	119,8 b	116,7 b	126,1 c	146,9 c	151,7 c	162,9 c	168,3 c	169,8 c
	5	84,7 a	85,6 a	96,0 a	103,7 a	110,6 a	112,0 a	117,1 a	125,3 a
C.V. (%) = 5,2									
Rúcula Gigante	6	74,4 a	80,6 a	88,9 a	100,2 a	109,5 a	116,3 a	122,5 a	129,7 a
	7	82,1 b	95,8 b	105,2 b	108,7 b	120,4 b	126,0 b	133,7 b	140,5 b
	8	91,8 b	99,7 b	115,4 c	124,8 c	135,7 c	134,9 c	149,6 c	169,8 c
	9	90,1 b	98,1 b	119,6 c	128,3 c	133,6 c	149,7 c	148,3 c	167,4 c
	10	75,6 a	80,3 a	88,1 a	101,9 a	112,8 a	116,2 a	123,1 a	127,0 a
C.V. (%) = 5,8									

\* Letras iguais dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para os dois cultivares estudados, a redução do volume de água, fixando os outros fatores avaliados (temperatura, período de embebição e número de sementes), permitiu estabelecer uma relação direta com o aumento do valor da lixiviação. Com volume de 25 mL foi observado os maiores valores de condutividade elétrica, e na medida em que houve aumento do volume de água utilizado, os

valores da condutividade foram diminuindo gradativamente. Esses resultados concordam com os verificados por Loeffler (1981), que concluiu que há maior diluição dos lixiviados em maiores volumes de água. Os resultados permitiram verificar que, de maneira geral, para todos os volumes estudados (25, 50 e 75 mL), houve uma relação direta com a estratificação verificada nos testes iniciais de avaliação do vigor das sementes, apontando o lote 4 como o menos vigoroso e os lotes 1, 3 e 5 como os mais vigorosos para a Rúcula Cultivada; e os lotes 8 e 9 como os menos vigorosos para a Rúcula Gigante, destacando os lotes 6 e 10 como os de maior qualidade fisiológica.

Esses resultados demonstram a possibilidade de redução no volume de água utilizado para a embebição para 50 ou 25 mL. Porém, considerando-se que a recomendação seria utilizar 50 sementes e de acordo com os coeficientes de variação obtidos neste parâmetro, recomenda-se que o volume seja reduzido para 50 mL de água.

Com relação às temperaturas estudadas, observou-se que para as combinações empregadas utilizando 25°C e 30°C, houve a estratificação dos lotes de maneira compatível com as avaliações iniciais de vigor das sementes. Porém, verificou-se que o aumento dos valores da condutividade foi proporcional ao aumento da temperatura empregada, para ambos os cultivares. A elevação da temperatura de embebição provoca dano térmico às membranas, o que proporciona aumento da energia de ativação das moléculas, alternando a viscosidade da água e, por conseguinte, há aumento dos valores de condutividade elétrica (VIEIRA; CARVALHO, 1994). As combinações utilizando temperatura de 20°C não permitiram a separação dos lotes de maneira correlata aos testes iniciais de avaliação do vigor das sementes, para ambos os cultivares. Para a Rúcula Cultivada, verificou-se que os lotes 2 e 4 não diferiram significativamente entre si, tendo sido agrupados num mesmo nível de vigor, embora os testes iniciais revelaram o lote 4 como o de menor potencial fisiológico, diferindo do lote 2. Já para a Rúcula Gigante, a análise dos dados permitiu apontar o lote 8 como de menor qualidade, e os lotes 7 e 9 como intermediários, sendo que nos testes iniciais, os lotes 8 e 9 foram observados como os menos vigorosos. Esses resultados estão de acordo com os dados obtidos por Givelberg et al. (1984), que verificaram que em baixas temperaturas, o processo de reorganização das membranas se torna mais lento e o período de perda de lixiviados pelas sementes é mais longo.

De acordo com Loeffler et al (1988), a temperatura de avaliação tem efeito significativo sobre os resultados da condutividade elétrica, onde verificaram que acréscimos ou reduções de 5°C na temperatura durante as leituras da condutividade elétrica provocaram alterações significativas nos resultados. Nesse sentido, considerando que a diferença entre a temperatura de embebição e de avaliação pode influenciar os resultados, recomenda-se o uso de 25°C para a condução do teste de condutividade elétrica, pois essa temperatura permitiu a estratificação de ambos os cultivares quanto ao potencial fisiológico de maneira correlata aos testes iniciais de vigor, e também por ser esta a temperatura mais próxima das condições ambientais dos laboratórios de análise de sementes.

### **4.3 Lixiviação de potássio**

Nas Tabelas 9 a 12 encontram-se os dados obtidos para o teste de lixiviação de potássio, envolvendo as combinações número de sementes/volume de água/temperatura.

Observou-se que a 25°C, utilizando 50 ou 100 sementes, e variando o volume de água (50 ou 75 mL), não houve a separação dos lotes de níveis de vigor intermediários (Tabelas 9 e 10), prejudicando a recomendação deste teste, nessas condições. O mesmo ocorreu a 30°C (Tabela 12) utilizando-se 100 sementes.

A combinação 50 sementes/50 mL/30°C (Tabela 11), apresentou separação mais evidente dos lotes, para ambos os cultivares, a partir de 2 horas de embebição das sementes. Dessa forma, o lote 4 da Rúcula Cultivada foi indicado como o de menor potencial fisiológico, os lotes 1, 3 e 5 como os de melhor qualidade, e o lote 2 como intermediário. Para a Rúcula Gigante, os lotes 6 e 10 foram apontados como os de maior potencial fisiológico, os lotes 8 e 9 como os de pior desempenho, e o lote 7 como intermediário. Esses resultados se mostraram coerentes com o teste de primeira contagem de germinação e emergência em casa de vegetação (Tabela 2).

**Tabela 9** – Dados médios obtidos para lixiviação de potássio ( $\mu\text{g K/g}$ ), utilizando as combinações 50 sementes/50 mL e 50 sementes/75 mL, a 25°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante.

Cultivares	Lotes	Períodos de embebição (h)							
		0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5
----- 50 sementes/50mL/25°C -----									
Rúcula Cultivada	1	425 a	518 a	688 a	721 a	821 a	823 a	932 a	960 a
	2	877 b	1084 b	1151 b	1204 c	1267 c	1279 c	1284 b	1298 b
	3	463 a	537 a	659 a	736 a	784 a	816 a	905 a	927 a
	4	470 a	552 a	675 a	793 a	870 b	903 b	981 ab	1216 b
	5	811 b	915 b	976 b	1054 b	1132 bc	1157 bc	1173 b	1193 b
C.V. (%) = 3,8									
Rúcula Gigante	6	763 a	839 a	880 a	881 a	893 a	894 a	905 a	965 a
	7	1241 b	1347 b	1404 b	1422 b	1423 b	1427 b	1436 b	1438 b
	8	1608 c	1676 c	1735 c	1758 c	1807 c	1812 c	1819 c	1822 c
	9	869 ab	961 ab	1043 ab	1064 ab	1076 ab	1081 ab	1092 ab	1113 ab
	10	674 a	764 a	822 a	879 a	881 a	893 a	944 a	967 a
C.V. (%) = 4,1									
----- 50 sementes/75mL/25°C -----									
Rúcula Cultivada	1	371 a	473 a	635 a	674 a	771 a	773 a	889 a	915 a
	2	822 b	1038 c	1097 b	1158 b	1215 b	1224 c	1232 c	1246 b
	3	418 a	487 a	606 a	686 a	738 a	768 a	857 a	878 a
	4	420 a	493 a	622 a	744 a	821 a	859 b	936 b	1162 b
	5	759 b	865 b	920 b	1009 b	1080 b	1103 bc	1120 bc	1131 b
C.V. (%) = 3,9									
Rúcula Gigante	6	714 a	782 a	832 a	834 a	840 a	842 a	854 a	903 a
	7	1198 b	1298 b	1353 b	1369 b	1372 b	1378 b	1386 b	1389 b
	8	1556 c	1629 c	1689 c	1706 c	1757 c	1761 c	1762 c	1767 c
	9	811 ab	907 ab	995 ab	1018 ab	1032 ab	1033 ab	1040 ab	1055 ab
	10	624 a	714 a	776 a	830 a	833 a	834 a	884 a	914 a
C.V. (%) = 4,3									

\* Letras iguais dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 10** – Dados médios obtidos para lixiviação de potássio ( $\mu\text{g K/g}$ ), utilizando as combinações 100 sementes/50 mL e 100 sementes/75 mL, a 25°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante.

Cultivares	Lotes	Períodos de embebição (h)							
		0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5
		----- 100 sementes/50mL/25°C -----							
Rúcula Cultivada	1	526 a	652 a	727 a	775 a	830 a	864 a	913 a	916 a
	2	715 b	925 b	985 b	1056 b	1081 b	1162 b	1205 b	1278 b
	3	502 a	622 a	696 a	732 a	775 a	797 a	859 a	911 a
	4	778 b	1060 b	1125 b	1188 b	1206 b	1240 b	1288 b	1329 b
	5	499 a	629 a	652 a	719 a	765 a	805 a	851 a	912 a
		C.V. (%) = 4,0							
Rúcula Gigante	6	796 a	859 a	862 a	894 a	919 a	944 a	952 a	1002 a
	7	685 a	763 a	827 a	837 a	854 a	899 a	939 a	976 a
	8	1398 b	1496 b	1510 b	1512 b	1525 b	1535 b	1568 b	1584 b
	9	1259 b	1338 b	1339 b	1341 b	1353 b	1364 b	1374 b	1405 b
	10	750 a	842 a	924 a	930 a	968 a	1003 a	1057 a	1101 a
		C.V. (%) = 3,9							
		----- 100 sementes/75mL/25°C -----							
Rúcula Cultivada	1	493 a	622 a	692 a	736 a	805 a	832 a	849 a	887 a
	2	684 b	881 b	951 b	1025 b	1057 b	1128 b	1168 b	1243 b
	3	468 a	590 a	665 a	707 a	740 a	765 a	824 a	881 a
	4	749 b	1042 b	1082 b	1142 b	1174 b	1210 b	1254 b	1297 b
	5	465 a	599 a	626 a	684 a	734 a	772 a	819 a	887 a
		C.V. (%) = 4,1							
Rúcula Gigante	6	765 a	822 a	823 a	866 a	883 a	901 a	911 a	979 a
	7	647 a	727 a	790 a	804 a	824 a	852 a	906 a	932 a
	8	1353 b	1455 b	1484 b	1489 b	1492 b	1496 b	1532 b	1555 b
	9	1226 b	1305 b	1315 b	1316 b	1321 b	1324 b	1345 b	1374 b
	10	729 a	802 a	897 a	901 a	935 a	975 a	1029 a	1077 a
		C.V. (%) = 4,2							

\* Letras iguais dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 11** – Dados médios obtidos para lixiviação de potássio ( $\mu\text{g K/g}$ ), utilizando as combinações 50 sementes/50 mL e 50 sementes/75 mL, a 30°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante.

Cultivares	Lotes	Períodos de embebição (h)							
		0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5
----- 50 sementes/50mL/30°C -----									
Rúcula Cultivada	1	515 a	707 a	792 a	873 a	907 a	974 a	1041 a	1176 a
	2	891 b	982 b	1105 b	1185 b	1219 b	1332 b	1366 b	1478 b
	3	486 a	639 a	736 a	805 a	836 a	903 a	979 a	1065 a
	4	932 b	1082 b	1164 b	1416 c	1545 c	1610 c	1651 c	1767 c
	5	513 a	690 a	761 a	824 a	903 a	947 a	1035 a	1109 a
C.V. (%) = 4,3									
Rúcula Gigante	6	846 a	926 a	935 a	981 a	982 a	994 a	1124 a	1168 a
	7	1339 b	1341 b	1379 b	1395 b	1398 b	1406 b	1412 b	1449 b
	8	1515 b	1608 b	1613 b	1621 c	1635 c	1651 c	1729 c	1746 c
	9	1483 b	1582 b	1625 b	1639 c	1664 c	1739 c	1744 c	1755 c
	10	828 a	916 a	978 a	1037 a	1079 a	1092 a	1148 a	1162 a
C.V. (%) = 4,5									
----- 50 sementes/75mL/30°C -----									
Rúcula Cultivada	1	451 a	642 a	734 a	814 a	841 a	912 a	984 a	1116 a
	2	839 b	921 b	1046 b	1122 b	1153 b	1274 b	1309 b	1411 b
	3	425 a	578 a	671 a	750 a	775 a	845 a	915 a	1005 a
	4	888 b	1036 b	1110 b	1155 b	1183 b	1257 b	1292 b	1409 b
	5	456 a	638 a	704 a	764 a	848 a	889 a	980 a	1044 a
C.V. (%) = 4,2									
Rúcula Gigante	6	782 a	885 a	887 a	927 a	929 a	941 a	1061 a	1111 a
	7	1276 b	1287 b	1319 b	1332 b	1342 b	1345 b	1354 b	1395 b
	8	1453 c	1548 c	1553 c	1559 c	1585 c	1596 c	1667 c	1682 c
	9	1220 b	1226 b	1269 b	1285 b	1310 b	1374 b	1384 b	1393 b
	10	766 a	853 a	921 a	983 a	1022 a	1037 a	1090 a	1105 a
C.V. (%) = 4,5									

\* Letras iguais dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 12** – Dados médios obtidos para lixiviação de potássio ( $\mu\text{g K/g}$ ), utilizando as combinações 100 sementes/50 mL e 100 sementes/75 mL, a 30°C, de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante.

Cultivares	Lotes	Períodos de embebição (h)							
		0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5
..... 100 sementes/50mL/30°C .....									
Rúcula Cultivada	1	551 a	674 a	740 a	817 a	872 a	914 a	997 a	1075 a
	2	546 a	685 a	777 a	864 a	931 a	1145 b	1192 b	1250 b
	3	973 c	1103 c	1176 c	1220 c	1270 c	1319 c	1398 c	1441 c
	4	827 bc	944 bc	1012 bc	1105 bc	1165 bc	1195 bc	1272 bc	1312 bc
	5	596 a	678 a	744 a	796 a	849 a	888 a	964 a	1053 a
C.V. (%) = 4,1									
Rúcula Gigante	6	812 a	875 a	1036 a	1037 a	1079 a	1095 a	1156 a	1159 a
	7	1263 b	1385 b	1421 b	1425 b	1435 b	1439 b	1447 b	1449 b
	8	794 a	919 a	967 a	976 a	979 a	995 a	996 a	997 a
	9	1407 c	1518 c	1565 b	1568 b	1572 b	1576 b	1579 b	1585 b
	10	745 a	864 a	932 a	945 a	975 a	994 a	1031 a	1037 a
C.V. (%) = 4,7									
..... 100 sementes/75mL/30°C .....									
Rúcula Cultivada	1	525 a	633 a	708 a	772 a	833 a	878 a	952 a	1036 a
	2	507 a	642 a	736 a	821 a	892 a	1109 b	1151 b	1215 b
	3	935 c	1061 b	1137 b	1188 b	1248 b	1275 c	1355 c	1414 c
	4	789 b	908 b	977 b	1063 b	1129 b	1152 bc	1234 bc	1278 bc
	5	562 a	637 a	701 a	751 a	810 a	841 a	927 a	1018 a
C.V. (%) = 4,5									
Rúcula Gigante	6	774 a	871 a	990 a	995 a	1035 a	1054 a	1112 a	1114 a
	7	1228 b	1345 b	1381 b	1384 b	1397 b	1403 b	1406 b	1409 b
	8	760 a	878 a	925 a	933 a	938 a	950 a	955 a	965 a
	9	1372 c	1474 c	1537 c	1538 c	1541 c	1545 c	1549 c	1551 c
	10	704 a	826 a	896 a	906 a	939 a	958 a	1013 a	1034 a
C.V. (%) = 3,9									

\* Letras iguais dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observou-se que os resultados do teste de lixiviação de potássio se relacionaram com os resultados do teste de condutividade elétrica. Isto se deve, provavelmente, aos princípios semelhantes de ambos os testes. Algumas pesquisas têm relacionado os resultados de condutividade elétrica aos de lixiviação de potássio (PANDEY, 1989, DIAS et al, 1996). Porém, em trabalho realizado por Custodio e Marcos Filho (1997), o teste de lixiviação de potássio se mostrou mais sensível.

Para ambos os cultivares, de forma geral, verificou-se que houve uma significativa lixiviação de potássio logo no período inicial de embebição, ou seja, 30 minutos, continuando a aumentar com menos intensidade até o período de 5 horas de embebição. Este fato, provavelmente se deu pelo próprio processo de embebição, onde a absorção de água em sementes com grau de umidade inicial baixo (em torno de 5,5% - Tabela 2) apresenta velocidade favorecida pelo alto

gradiente de potencial hídrico entre o interior da semente e a água circundante, além do tamanho relativamente pequeno dessas sementes. Dias et al (1998), em sementes de feijão-de-vagem verificaram leituras mais elevadas de lixiviação de potássio aos 120 minutos de embebição das sementes.

Portanto, verificou-se que o teste de lixiviação de potássio é eficiente na separação dos lotes quanto ao potencial fisiológico para os dois cultivares estudados, utilizando-se 50 sementes em 50 mL de água, a 30°C por um período de 2 horas de embebição.

#### **4.4 Envelhecimento Acelerado (procedimento tradicional)**

A Tabela 13 apresenta os resultados do teste de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional), utilizando-se três temperaturas e três períodos de condicionamento, para cinco lotes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante.

Verificou-se de maneira geral, que todos os períodos de envelhecimento e temperatura utilizados proporcionaram a identificação do lote 4 como o de menor potencial fisiológico, para a Rúcula Cultivada. Porém, não houve concordância na ordenação de todos os lotes com relação às avaliações iniciais (primeira contagem de germinação e emergência em casa de vegetação – Tabela 2), pois não houve a identificação dos lotes 1, 3 e 5 como os de melhor qualidade.

Para a Rúcula Gigante, a temperatura de 38°C permitiu a identificação do lote 7 como o de menor qualidade, diferindo significativamente dos demais. Já nas temperaturas de 41°C e 45°C, de modo geral, os lotes de pior qualidade fisiológica foram os lotes 8 e 9. Entretanto, o teste não conseguiu promover a separação dos lotes 6, 7 e 10 com relação ao vigor, discordando dos resultados obtidos na Tabela 2.

Com relação ao tempo de condicionamento, verificou-se que o período de 48 horas de envelhecimento, para todas as temperaturas estudadas, mostrou-se pouco eficiente na separação dos lotes em diferentes níveis de vigor. Estudando sementes de melão, Cano-Rios et al (2000) também constataram que o período de 48 horas, a 42°C, se mostrou pouco sensível para estimar o potencial fisiológico das sementes.

Constatou-se, de modo geral, que a temperatura de 45°C promoveu efeitos mais drásticos sobre a germinação do que as temperaturas de 38°C e 41°C, principalmente para os lotes considerados de menor potencial fisiológico. A elevação

da temperatura se mostrou mais severa do que o período de condicionamento das sementes. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Torres et al (1988), que sugeriu o monitoramento constante da temperatura durante o teste, para que sejam obtidos dados consistentes.

**Tabela 13** – Dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional) de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante.

Cultivares	Lotes	38° C			41° C			45° C		
		48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h
%										
Rúcula Cultivada	1	96 a	97 a	95 a	95 a	94 a	83 a	56 a	43 a	22 a
	2	91 a	91 a	90 a	83 b	82 b	80 a	54 a	41 a	24 a
	3	94 a	93 a	92 a	94 a	93 a	81 a	58 a	45 a	20 a
	4	91 a	85 b	83 b	79 b	83 b	79 b	53 a	23 b	12 b
	5	95 a	95 a	93 a	95 a	93 a	81 a	59 a	44 a	23 a
CV (%) = 4,5										
Rúcula Gigante	6	96 a	95 a	92 a	93 a	95 a	74 a	64 a	39 a	24 a
	7	90 ab	87 b	78 b	93 a	81 b	75 a	61 a	42 a	21 a
	8	86 b	90 ab	89 a	79 b	85 b	66 b	52 b	30 b	15 b
	9	85 b	91 a	90 a	89 a	69 c	65 b	68 a	35 b	10 b
	10	94 a	93 a	91 a	90 a	92 a	71 a	62 a	41 a	23 a
CV (%) = 4,7										

\* Letras distintas dentro de cada coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para a Rúcula Cultivada, verificou-se que os períodos de 72 e 96 horas, para as temperaturas de 38°C e 45°C, demonstraram maior sensibilidade para identificação dos lotes em diferentes níveis de vigor, indicando o lote 4 como o de menor potencial fisiológico, diferindo estatisticamente dos demais. Para a temperatura de 41°C, os períodos de 48 e 72 horas se mostraram mais sensíveis para a separação dos lotes, identificando os lotes 2 e 4 como os de pior qualidade, e os lotes 1, 3 e 5 como os melhor desempenho. No entanto, estes resultados diferem dos obtidos na Tabela 2, pois em todas as condições testadas não houve concordância em relação à ordenação dos lotes, obtidas na avaliação inicial das sementes.

Observou-se que o período de 48 horas foi mais eficiente em separar os lotes da Rúcula Gigante a 38°C, identificando os lotes 8 e 9 como os de pior desempenho. A 41°C, o período de condicionamento de 72 horas permitiu uma melhor separação dos lotes, apontando o lote 9 como de pior qualidade, e os lotes 6 e 10 como os de

melhor qualidade. Na temperatura de 45°C, os períodos de 72 e 96 horas de condicionamento revelaram os lotes 8 e 9 como os de menor vigor, não diferindo estatisticamente dos demais. Esses resultados também discordam dos obtidos na Tabela 2, não havendo uma ordenação consistente dos lotes com relação ao potencial fisiológico. De uma maneira geral, segundo Marcos Filho (1999b), o teste de envelhecimento acelerado também apresenta dificuldades para a identificação de lotes com vigor médio, assim como verificado para outros testes de vigor.

Apesar de vários estudos terem sido conduzidos, ainda não há consenso entre os pesquisadores, quanto aos períodos mais adequados na execução do teste de envelhecimento acelerado para sementes de diversas espécies de importância econômica. Segundo Marcos Filho (1999b), o que predomina nas pesquisas é a avaliação mediante a sensibilidade de amostras ao envelhecimento, através de tentativas do uso de vários períodos de exposição. Alguns trabalhos com sementes de hortaliças se destacam na literatura, envolvendo diferentes períodos e temperaturas, como por exemplo, Delouche e Baskin (1973) em sementes de melancia, 45°C/144 h; Menezes e Nascimento (1988) em ervilha, 37°C/72 h; Idiarte (1995) em cebola, 41°C/72 h; Lima et al. (1997) em quiabo, 42°C/72 h; Bhering et al. (2000) em pepino, 41°C/48 h; Panobianco e Marcos Filho (2001) em tomate, 41°C/72 h.

Os dados referentes ao grau de umidade das sementes após o teste de envelhecimento acelerado com procedimento tradicional são apresentados na Tabela 14.

Segundo Marcos Filho (1999a), a comparação de amostras que apresentem graus de umidade semelhantes antes do envelhecimento acelerado é conveniente, embora diferenças de até 2% não sejam comprometedoras. De acordo com a Tabela 2, o grau de umidade das sementes antes da realização do teste foi semelhante entre os lotes, variando de 5,0 a 5,9%.

O grau de umidade das sementes após o envelhecimento acelerado é um dos principais indicadores da uniformidade das condições deste teste, onde variações de 3 a 4% entre os lotes são considerados toleráveis (TORRES et al, 1998, MARCOS FILHO, 1999a). Na Tabela 14 verificou-se que o grau de umidade entre os lotes da Rúcula Cultivada variou de 5,2 a 7,9%; e a variação entre os lotes da Rúcula Gigante foi de 3,7 a 10,4%, estando estes valores superiores ao limite tolerável. Panobianco e Marcos Filho (1998), em sementes de pimentão constataram

acentuada elevação no grau de umidade das sementes, atingindo valores entre 29,5 e 37,8%. Já Rodo et al (2000), em sementes de cenoura verificaram variações de 4,0 a 9,2%, sendo consideradas excessivas ao final do envelhecimento acelerado.

**Tabela 14** – Dados médios obtidos para o grau de umidade das sementes após os períodos de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional) de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante.

Cultivares	Lotes	38° C			41° C			45° C		
		48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h
%										
Rúcula Cultivada	1	27,2	30,2	31,0	25,2	27,9	28,3	25,1	29,4	36,9
	2	31,0	34,8	35,6	28,1	30,1	34,4	28,7	31,9	40,1
	3	26,9	30,1	30,8	26,0	28,2	28,1	25,3	29,5	37,4
	4	33,7	36,7	36,5	30,9	33,0	35,9	30,9	34,0	43,8
	5	27,1	30,2	30,9	25,7	27,4	28,0	25,2	28,8	36,7
		CV (%) = 5,1			CV (%) = 4,9			CV (%) = 4,5		
Rúcula Gigante	6	29,3	33,2	35,1	30,0	31,2	34,0	31,7	34,7	43,1
	7	26,8	29,0	30,3	25,7	27,0	28,3	25,0	29,3	37,4
	8	27,1	29,4	30,7	25,5	26,9	28,1	25,2	28,8	37,6
	9	30,5	34,8	35,7	32,1	33,7	35,9	35,3	36,5	45,0
	10	26,9	28,7	29,9	25,6	26,8	27,7	24,9	29,6	37,2
		CV (%) = 4,8			CV (%) = 4,7			CV (%) = 5,0		

\* Letras distintas dentro de cada coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observou-se que a porcentagem de germinação foi reduzida drasticamente nos tratamentos em que o teor de água excedeu 37% após o envelhecimento acelerado (Tabela 12), ou seja, a associação entre temperatura elevada (45°C) e alta umidade relativa do ar promoveu degradação acentuada no metabolismo das sementes, e ainda acentuou a incidência de patógenos.

Portanto, verificou-se que para ambos os cultivares, nenhuma combinação apresentou relação direta com a primeira contagem de germinação e, principalmente, com a emergência em casa de vegetação, não sendo considerado adequado o teste de envelhecimento acelerado com procedimento tradicional para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de rúcula, nas condições testadas.

#### 4.5 Envelhecimento acelerado (solução saturada de NaCl)

Na Tabela 15 encontram-se os dados obtidos para o teste de envelhecimento acelerado com solução salina, utilizando-se três temperaturas e três períodos de condicionamento, para cinco lotes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante.

Verificou-se, de maneira geral, que o período de condicionamento de 48 horas para todas as temperaturas testadas, não foi eficiente na separação dos lotes da Rúcula Cultivada. Os períodos de 72 e 96 horas se mostraram eficientes na separação dos lotes, sendo mais adequado na temperatura de 41°C, pois essa condição mostrou uma relação direta com os resultados obtidos na avaliação inicial dos lotes (Tabela 2), indicando o lote 4 como o menos vigoroso, os lotes 1, 3 e 5 como os de maior qualidade fisiológica e o lote 2 como intermediário.

Para a Rúcula Gigante, o período de 48 horas permitiu a separação dos lotes somente a 41°C e 45°C. Entretanto, essa identificação dos lotes só se mostrou consistente nos períodos de 72 e 96 horas, à temperatura de 41°C, mostrando relação direta com os resultados obtidos na Tabela 2, apontando os lotes 8 e 9 como os de menor potencial fisiológico, os lotes 6 e 10 como os mais vigorosos e o lote 7 como intermediário.

**Tabela 15** – Dados médios obtidos (% de germinação) para o teste de envelhecimento acelerado (solução saturada de NaCl) de cinco lotes de sementes das cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante.

Cultivares	Lotes	38° C			41° C			45° C		
		48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h
%										
Rúcula Cultivada	1	98 a	98 a	96 a	96 a	94 a	92 a	88 a	84 a	80 a
	2	94 a	95 a	92 a	93 a	88 b	84 b	86 a	81 a	76 a
	3	96 a	94 a	92 a	95 a	93 a	91 a	85 a	83 a	78 a
	4	94 a	90 b	89 b	98 a	80 c	78 c	89 a	86 a	65 b
	5	97 a	96 a	94 a	92 a	92 a	90 a	84 a	80 a	79 a
CV (%) = 3,9										
Rúcula Gigante	6	97 a	96 a	94 a	96 a	95 a	92 a	85 a	82 a	79 a
	7	94 a	93 a	90 a	95 a	89 b	84 b	88 a	86 a	81 a
	8	93 a	86 b	82 b	92 a	80 c	76 c	80 b	77 b	73 b
	9	95 a	92 a	91 a	83 b	81 c	73 c	89 a	85 a	76 b
	10	96 a	94 a	92 a	97 a	94 a	91 a	90 a	89 a	82 a
CV (%) = 4,2										

\* Letras iguais dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Verificou-se que para ambos os cultivares, nas temperaturas de 38°C e 45°C, não foi possível a identificação dos lotes com vigor intermediário, não sendo considerados adequados para a realização do teste de envelhecimento acelerado com solução salina. A descrição do teste de envelhecimento acelerado cita a possibilidade da utilização de temperaturas de 38°C a 45°C, porém, grande parte dos pesquisadores que se dedicam a estudos sobre o teste indicam o uso de 41°C (MARCOS FILHO, 1999b).

O grau de umidade das sementes após o período de envelhecimento (Tabela 16), em geral, foram semelhantes para todos os lotes estudados. Verificou-se que o grau de umidade das sementes expostas à solução saturada de NaCl apresentou valores menores e mais uniformes, após os períodos de envelhecimento em relação aos observados na Tabela 14, ou seja, procedimento tradicional, indicando que o uso de solução salina contribuiu para retardar a absorção de água pelas sementes. Diversos autores relataram que mesmo com grau de umidade inferior, há estresse suficiente para reduzir a germinação, principalmente em sementes de hortaliças (JIANHUA; MCDONALD, 1997, PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 1998, RODO et al, 2000).

**Tabela 16** – Dados médios obtidos para o grau de umidade das sementes após os períodos de envelhecimento acelerado (solução saturada de NaCl) de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante.

Cultivares	Lotes	38° C			41° C			45° C		
		48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h	48 h	72 h	96 h
%										
Rúcula Cultivada	1	9,2	9,0	9,4	9,0	9,5	9,9	9,5	9,1	9,9
	2	9,6	9,5	9,6	9,5	9,1	9,2	9,1	9,5	9,7
	3	9,1	9,3	9,8	9,7	9,0	9,7	9,0	9,8	9,4
	4	9,7	9,8	9,0	9,8	9,6	9,2	9,3	9,5	9,8
	5	9,6	9,1	9,5	9,6	9,8	9,0	9,2	9,8	9,7
		CV (%) = 5,2			CV (%) = 4,8			CV (%) = 4,7		
Rúcula Gigante	6	9,0	9,5	9,7	9,4	9,0	9,9	9,1	9,8	9,9
	7	9,8	9,6	9,4	9,2	9,8	9,5	9,5	9,5	9,8
	8	9,2	9,4	9,8	9,3	9,4	9,1	9,0	9,5	9,6
	9	9,5	9,7	9,0	9,1	9,6	9,8	9,4	9,7	9,8
	10	9,3	9,9	9,8	9,0	9,8	9,2	9,8	9,9	9,7
		CV (%) = 5,4			CV (%) = 4,6			CV (%) = 5,6		

\* Letras iguais dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observou-se também que o uso de solução saturada de NaCl promoveu valores de umidade relativa baixos, suficientes para reduzir acentuadamente ou impedir o desenvolvimento de microrganismos, minimizando a preocupação com efeitos de microrganismos associados às sementes, interferindo nos resultados do teste.

Dessa forma, verificou-se que o teste de envelhecimento acelerado com solução salina é eficiente na avaliação do potencial fisiológico de sementes de rúcula, sendo que a melhor condição para a realização deste teste é utilizando-se a temperatura de 41°C num período de 72 horas de condicionamento das sementes, pois um dos objetivos do teste é a rapidez com que se obtém os resultados.

#### 4.6 Deterioração Controlada

Na Tabela 17 são apresentados os dados médios obtidos para o teste de deterioração controlada, para Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante, utilizando-se cinco lotes de cada cultivar, com três graus de umidade distintos e dois períodos de condicionamento em banho-maria.

**Tabela 17** – Dados médios obtidos para o teste de deterioração controlada de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante.

Cultivares	Lotes	24 hs			48 hs		
		18%	21%	24%	18%	21%	24%
%							
Rúcula Cultivada	1	97 a	96 a	95 a	94 a	92 a	88 a
	2	85 b	83 b	86 b	82 b	88 ab	70 b
	3	76 c	72 c	68 d	83 b	80 b	64 c
	4	96 a	94 a	88 b	88 ab	87 ab	86 a
	5	92 ab	78 bc	74 c	92 a	88 ab	85 a
<b>CV (%) = 4,2</b>							
Rúcula Gigante	6	98 a	97 a	98 a	98 a	94 a	96 a
	7	97 a	96 a	96 a	97 a	96 a	94 a
	8	98 a	97 a	98 a	97 a	95 a	96 a
	9	93 ab	93 ab	91 b	88 b	86 b	81 b
	10	85 b	82 b	80 c	84 b	82 b	78 c
<b>CV (%) = 4,4</b>							

\* Letras iguais dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Verificou-se que, de forma geral, todas as combinações indicaram o lote 3 da Rúcula Cultivada, com menor vigor, contrariando os resultados obtidos na avaliação inicial dos lotes de sementes (Tabela 2), onde aponta o lote 4 como o de menor potencial fisiológico. Os lotes 1, 4 e 5 foram apontados como os de melhor potencial fisiológico, e o lote 2 como intermediário.

Para a Rúcula Gigante, verificou-se que o lote 10 foi considerado como o de menor vigor, e os lotes 6, 7 e 8 como os de melhor qualidade, contrariando também os resultados obtidos na Tabela 2, ou seja, na avaliação inicial dos lotes de sementes, pois os testes iniciais revelaram os lotes 8 e 9 como os de pior qualidade e os lotes 6 e 10 como os de melhor qualidade fisiológica.

Apesar dessa diferença nos resultados obtidos, observou-se que as combinações 24%/24hs e 24%/48hs apresentaram maior poder discriminatório da qualidade dos lotes com relação ao potencial fisiológico. Quando o grau de umidade foi ajustado para 24%, o teste de deterioração controlada, de forma geral, revelou-se mais severo, causando diminuição acentuada na germinação das sementes, provavelmente, devido aos graus de umidade atingidos pelas sementes terem sido mais elevados e ter contribuído para intensificar as atividades metabólicas das sementes. Powell e Mathews (1981) também encontraram resultados semelhantes em sementes de nabo, utilizando o teste de deterioração controlada. Em contrapartida, verificou-se que o ajuste do grau de umidade para 18% e 21% proporcionou resultados menos drásticos.

Esses resultados estão de acordo com diversos trabalhos em sementes de hortaliças, como os de Osman e George (1988) e Panobianco e Marcos Filho (1998) em sementes de pimentão; ISTA (1995) em beterraba e cenoura; Strydom e Van de Venter (1998) em repolho; Alsadon et al (1995) e Panobianco e Marcos Filho (2001 a e b) em tomate. Esses autores afirmaram que o ajuste do grau de umidade das sementes para 24% foi o mais adequado para a condução do teste. Por outro lado, Bhering et al (2000), em sementes de pepino verificaram que esse teor de água só se mostrou eficiente na condução do teste de deterioração controlada, quando as sementes foram submetidas ao período de 48 horas de condicionamento em banho-maria.

Os dados referentes ao grau de umidade das sementes após o período em banho-maria no teste de deterioração controlada, encontram-se na Tabela 18.

Observou-se que o grau de umidade das sementes se manteve aproximadamente constante durante o decorrer do teste de deterioração controlada, fato este que é um pré-requisito para a condução do teste (MATTHEWS, 1980). O uso da embalagem aluminizada se mostrou eficiente para a manutenção da umidade desejada.

**Tabela 18** – Dados médios obtidos para o grau de umidade após o teste de deterioração controlada de cinco lotes de sementes dos cultivares Rúcula Cultivada e Rúcula Gigante.

Cultivares	Lotes	24 hs			48 hs		
		18%	21%	24%	18%	21%	24%
%							
Rúcula Cultivada	1	18,1	21,0	24,2	18,1	21,2	24,0
	2	18,0	21,2	24,0	17,9	21,0	24,2
	3	17,9	21,1	24,1	18,2	20,9	24,1
	4	18,2	20,9	24,2	18,2	21,2	23,9
	5	18,3	21,1	23,9	18,0	21,1	24,0
<b>CV (%) = 4,3</b>							
Rúcula Gigante	6	17,9	21,3	24,2	18,0	21,1	24,1
	7	18,2	21,2	24,1	18,1	21,0	24,0
	8	18,0	21,0	24,1	18,0	20,9	23,9
	9	18,1	20,9	24,0	18,2	21,2	24,0
	10	18,0	21,3	24,2	18,2	21,0	24,2
<b>CV (%) = 4,1</b>							

\* Letras iguais dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Porém, como os resultados obtidos para o teste de deterioração controlada não mostrou relação com as avaliações iniciais de qualidade das sementes, principalmente para o teste de emergência em casa de vegetação, verificou-se que nas condições deste trabalho, esse teste não foi sensível o suficiente para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rúcula, para os dois cultivares estudados.

## **5 CONCLUSÕES**

Os testes de deterioração controlada e envelhecimento acelerado (procedimento tradicional) não são eficientes para avaliação do vigor de sementes de rúcula.

Os testes de condutividade elétrica (50 sementes/50mL, a 25°C por 4 horas), lixiviação de potássio (50 sementes/50mL, a 30°C por 2 horas) e envelhecimento acelerado com solução salina (41°C por 72 horas) apresentam sensibilidade suficiente para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rúcula.

## REFERÊNCIAS

- ALSADON, A.; YULE, L.J.; POWELL, A.A. Influence of seed ageing on the germination, vigour and emergence in module trays of tomato and cucumber seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.23, n.3, p.665-672, 1995.
- ANDRADE, R.N.; SANTOS, D.S.B.; SANTOS FILHO, B.G.; MELLO, V.D.C. Correlação entre testes de vigor em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.1, n.2, p.153-162, 1995.
- ARGERICH, C.A.; BRADFORD, K.J. The effects of priming and ageing on seed vigour in tomato. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.40, n.214, p.599-607, 1989.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln: AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).
- BARBEDO, A.S.C.; CAMARA, F.L.A.; NAKAGAWA, J.; BARBEDO, C.J. População de plantas, método de colheita e qualidade de sementes de cenoura cultivar Brasília. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1645-1652, 2000.
- BARROS, A.S.R.; MARCOS FILHO, J. Testes para avaliação rápida do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.2, p.289-295, 1997.
- BENNETT, M.A.; EVANS, A.F.; GRASSBAUGH, E.M. Saturated salt accelerated aging (SSAA) test for assessing and comparing sweet corn seed lots. In: CONGRESS OF ISTA, 26, 2001, Angers. **Abstracts appendix...** Angers: ISTA, 2001. p.11.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 444p.
- BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; GOMES, J.M.; BARROS, D.I. Métodos para avaliação do vigor de sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.171-175, 2000.
- BHERING, M.C.; BARROS, D.I.; DIAS, D.C.F.S. Aplicação do vigor de sementes de melancia pelos testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.2, p.204, 2001a.
- BHERING, M.C.; BARROS, D.I.; DIAS, D.C.F.S.; NUNES, H.V. Testes para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de berinjela. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.2, p.203, 2001b.
- BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; BARROS, D.I.; DIAS, L.A.S.; TOKUHISA, D. Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad.) pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.2, p.1-6, 2003.

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

BUSTAMANTE, L. et al. Pea seed quality and seedling emergence in the field. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.12, n.2, p.551-558, 1984.

CAMARGO, L.S. **As hortaliças e seu cultivo**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1992. 252p.

CAMARGO FILHO, W.P.; MAZZEI, A.R. Mercado de verduras: planejamento, estratégia e comercialização. **Informações econômicas**, São Paulo, v.31, n.3, p.45-54, 2001.

CANO-RÍOS, P.; RAMÍREZ-ROSALES, G.; ORTEGÓN-PEREZ, J.; ESPARZA-MARTÍNEZ, J.H.; RODRÍGUEZ-HERRERA, S. Análisis dialélico para vigor de semilla en melón. **Agrociencia**, Montecillo, v.34, n.3, p.337-342, 2000.

CARPI, V.A.F. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.)**. 2005. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

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

CAVARIANI, C.; PIANA, Z.; TILLMANN, M.A.A.; MINAMI, K. Métodos de remoção da mucilagem e qualidade fisiológica de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.3, p.43-46, 1994.

CORTES, P.M.; SPAETH, S.C. Potassium leakage from artificially aged pea (*Pisum sativum* L.) embryos during imbibition. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v.8, n.1, p. 30-42, 1994.

CUSTODIO, C.C.; MARCOS FILHO, J. Potassium leachate test for the evaluation of soybean seed physiological quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.25, n.3, p.549-564, 1997.

DELOUCHE, J.C. Standardization of vigour tests. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v.1, n.2, p.75-85, 1976.

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

DEMIR, I.; ELLIS, R.H. Development of pepper (*Capsicum annuum*) seed quality. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.121, n.2, p.385-399, 1992.

DESWAL, D.P.; SHEORAN, I.S. A simple method for seed leakage measurement; applicable to single seeds of any size. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.21, n.1, p.179-85, 1993.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. Condutividade elétrica. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.5, n.1, p.26-36, 1995.

DIAS, D.C.F.S.; VIEIRA, A.N.; BHERING, M.C. Estudo dos testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: I. Couve-flor, cebola e cenoura. In: SEMINARIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15, 1996, Gramado, . **Anais...** Gramado: CESH, FELAS, 1996. p.28.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS-FILHO, J. Electrical conductivity test for vigour evaluation in soybean seeds. **Seed Research**, New Delhi, v.24, n.1, p.1-10, 1996a.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS-FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.1, p.31-42, 1996b.

DIAS, D.C.F.S.; VIEIRA, A.N.; BHERING, M.C. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão-de-vagem e quiabo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.408-413, 1998.

DIAS, D.C.F.S.; BHERING, M.C.; TOKUHISA, D.; HILST, P.C. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.154-162, 2006.

DUTRA, A.S.; VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.2, p.117-122, 2006.

FAGIOLI, M. **Relação entre a condutividade elétrica de sementes e a emergência das plântulas de milho em campo**. 1997. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

FRANCK, W.J. Address to the Association of Official Seed Analysts. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Zürich, v.16, n.3, p.36-39, 1950.

GIVELBERG, A.; HOROWITZ, M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. Solute leakage from *Solanum nigrum* L. seeds exposed to high temperatures during imbibition. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.35, n.161, p.1754-1763, 1984.

GLOBIRSON, D. The quality of lettuce seed harvested at different times after anthesis. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.9, n.2, p.861-866, 1981.

GONÇALVES, E.P. **Avaliação do potencial fisiológico de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) por meio de diferentes testes de vigor**. 2003. 64 f. Tese

(Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GRANQVIST, G.A. Leakage of cations from a carrot seed lot. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.8, n.215, p.219-224, 1987.

GRAY, D. The effect of time to emergence on head weight and variation in head weight at maturity in lettuce (*Lactuca sativa*). **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.82, n.14, p.569-575, 1976.

GUIMARAES, J.R.M.; MALAVASI, M.M.; LOPES, H.M. Definição do protocolo do teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.3, n.3, p.138, 1993.

HALLOIN, J.M. Solute loss deteriorated cotton seed: relationship between deterioration, seed moisture and solute loss. **Crop Science**, Madison, v.15, n.1, p.11-15, 1975.

HAMPTON, J.G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance: can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, Zurich, v.18, n.3, p.215-228, 1990.

HAMPTON, J.G. Vigor testing within laboratories of the International Seed Testing Association: a survey. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, n.1, p.199-203, 1992.

HAMPTON, J.C.; JOHNSTONE, K.A.; EUA-UMPON, V. Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and French bean seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, n.4, p.677-686, 1992.

HAMPTON, J.G.; LUNGWANGWA, A.L.; HILL, K.A. The bulk conductivity test for *Lotus* seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.22, n.1, p.177-180, 1994.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, B.H. Conductivity test. In: HAMPTON, J.G.; TEKRONY, B.M. (Ed.). **Handbook of vigor methods**. 3. ed. Zürich: ISTA, 1995. p.22-34.

HORA, R.C.; GOTO, R.; BRANDÃO FILHO, J.U.T.O. O lugar especial da produção de hortaliças no agronegócio. **Agrianual 2004: anuário da agricultura brasileira**, São Paulo, p.322-323, 2004.

IDIARTE, H.G. **Relação do envelhecimento acelerado na qualidade fisiológica de sementes de cebola**. 1995. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zürich: ISTA, 1995. 116p.

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

KRISHNASAMY, V.; RAMARAJPALANIAPPAN, M.S.M.G. Electrical conductivity of the seed leachate in tomato and brinjal. **South Indian Horticulture**, [S.I.], v.37, n.5, p.303-304, 1989.

LARSEN, S.U.; POVLSEN, F.V.; ERIKSEN, E.N.; PEDERSEN, H.C. The influence of seed vigour on field performance and the evaluation of the applicability of the controlled deterioration vigour test in oil seed rape (*Brassica napus*) and pea (*Pisum sativum*). **Seed Science and Technology**, Zurich, v.26, n.3, p.627-641, 1998.

LEOPOLD, A.C. Temperature effects on soybean imbibition and leakage. **Plant Physiology**, Minneapolis, v.65, n.4, p.1096-1098, 1980.

LIMA, D. **Avaliação da viabilidade e vigor de sementes de cebola (*Allium cepa* L.)**. 1993. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1993.

LIMA, W.A.A.; DIAS, D.C.F.S.; BACCO, M.G. Teste de envelhecimento acelerado na avaliação do vigor de sementes de quiabo. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.7, n.1/2, p.179, 1997.

LOEFFLER, T.M. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. Lexington, 1981. 181f. Dissertation (M.S.) – University of Kentucky, Kentucky, 1981.

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

LOOMIS, E.L.; SMITH, O.E. The effect of artificial aging on the concentration of Ca, Mg, Mn, K, and Cl in imbibing cabbage seed. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.105, n.5, p.647-650, 1980.

LOTT, J.N.A.; CAVDEK, V.; CARSON, J. Leakage of K, Mg, Cl, Ca and Mn from imbibing seeds, grains and isolated seed parts. **Seed Science Research**, Wallingford, v.1, n.4, p.229-233, 1991.

MARCOS FILHO, J. **Qualidade fisiológica e maturação de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1979. 180 f. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.

MARCOS FILHO, J. O valor dos teste de vigor. **Seed News**, [S.I.], v.18, n.6, p.32, 1998.

MARCOS FILHO, J.; AMORIM, H.V.; SILVAROLLA, M.B.; PESCARIN, H.M.C. Relações entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA PESQUISA DE SOJA, 2, 1981, Brasília. **Anais...** Londrina: EMBRAPA/ CNPSo, 1982. v.1. p.676-688.

MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H.M.C.; KOMATSU, Y.H.; DEMETRIO, C.G.B.; FANCELLI, A.L. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.5, p.605-613, 1984.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVENBRE, A.D.C.L.; CHAMMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, p.1805-1815, 1990.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999a. p.1-21.

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

MARTINS, C.C.; MARTINELLI-SENEME, A.; CASTRO, M.M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.2, p.96-101, 2002.

MATTHEWS, S. Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: HEBBLETHWAITE, P.D. (Ed.). **Seed production**. London: Butterworths, 1980. p.647-660.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Controlled deterioration test. In: PERRY, D.A. (Ed.). **Handbook of vigour test methods**. 2.ed. Zürich: ISTA, 1987. p.49-56.

McDONALD, M.B. Improving our understanding of vegetable and flower seed quality. **Seed Technology**, Lincoln, v.20, n.2, p.121-124, 1998.

McKERSIE, B.D.; STINSON, R.H. Effect of dehydration on leakage and membrane structure in *Lotus corniculatus* L. seeds. **Plant Physiology**, Minneapolis, v.66, n.2, p.316-320, 1980.

MELLO, S.C.; SPINOLA, M.C.M.; MINAMI, K. Métodos de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de brócolos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.1151-1155, 1999.

MENDONÇA, E.A.F. et al. Teste de deterioração controlada em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L.) var. *italica*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.280-287, 2000.

MENDONÇA, E.A.F.; RAMOS, N.P.; FESSEL, S.A. Adequação da metodologia do teste de deterioração controlada para sementes de brócolis. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.1, p.18-24, 2003.

MENEZES, N.L.; NASCIMENTO, W.N. Teste de envelhecimento precoce em sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.). **Horticultura brasileira**, Brasília, v.6, n.1, p.63, 1998.

MENEZES, N. L.; PASINATTO, P.R. Protocolo do teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de azevém, aveia preta e milho. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.5, n.2, p.123. 1995.

MIGUEL, M.V.C. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de milho através do teste de lixiviação de potássio**. 2001. 113 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

MINAMI, K.; TESSAROLI NETO, J. **A cultura da rúcula**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1998. 19p.

MOSS, G.I.; MULLETT, J.H. Potassium release and seed vigour in germination bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed as influenced by temperature over the previous five generations. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.33, n.137, p.1147-1160, 1982.

MULLETT, J.H.; CONSIDINE, J.A. Potassium release and uptake in germination legume seeds in relation to seed condition and germination environment. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.31, p.151-162, 1980.

MURPHY, J.B.; NOLAND, T.L. Temperature effects on seed imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiology**, Minneapolis, v.69, n.2, p.428-431, 1982.

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

NOVEMBRE, A.D.L.C.; CARPI, V.A.F.; MARCOS FILHO, J.; CHAMMA, H.M.C.P. Teste de condutividade elétrica para estimar o potencial fisiológico de sementes de berinjela. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n.2, p.293, 2002.

NOVEMBRE, A.D.L.C.; DIAS, D.C.F.S.; CHAMMA, H.M.C.P.; MARCOS FILHO, J. Estudo da metodologia dos testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica para sementes de tomate. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.3, n.3, p.140, 1995.

OLIVEIRA, J.A. **Correlação entre a evolução de hexanal e de aldeídos totais, a lixiviação de íons e o potencial de germinação de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1990. 79 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

OLIVEIRA, S.R.S.; NOVEMBRE, A.D.L.C. Teste de condutividade elétrica para as sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.1, p.31-36, 2005.

OLUOCH, M.O.; WELBAUM, G.E. Effect of postharvest washing and pos-storage priming on viability and vigour of six-year-old muskmelon (*Cucumis melo* L.) seeds from eight stages of development. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.24, n.2, p.195-209, 1996.

OSMAN, O.A.; GEORGE, R.A.T. Controlled deterioration as a vigour test for sweet pepper seed. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.218, n.4, p.110-114, 1988.

PANDEY, D.K. Ageing of French bean seeds at ambient temperature in relation to vigour and viability. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.17, n.1, p.41-47, 1989.

PANOBIANCO, M. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de tomate**. 2000. 152 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D. Electrical conductivity of soybean soaked seeds. I. Effects of genotype. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.9, p.621-627, 1996.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Comparação de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.306-310, 1998.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.9, n.1/2, p.134, 1999.

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

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Evaluation of the physiological potential of tomato seeds by germination and vigor tests. **Seed Technology**, Lincoln, v.23, n.2, p.151-161, 2001b.

PERRY, D.A. Report of vigour test committee 1977-1980. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.9, n.1, p.115-126, 1981.

PIANA, Z.; TILLMAN, M.A.A.; MINAMI, K. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.149-153, 1995.

PIGNONE, D. Present status of rocket genetic resources and conservation activities. In: PADULOSI, S.; PIGNONE, D. **Rocket: a mediterranean crop for the world**. Italy: International Plant Genetic Resources Institute, 1997. p.2-12.

POWELL, A.A. The controlled deterioration test. In: VAN DE VENTER, H.A. (Ed.). **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: ISTA, 1995. p.73-87.

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Evaluation of controlled deterioration, a new vigour test for small seed vegetables. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.2, p.633-640, 1981.

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Prediction of the storage potential of onion seed under commercial storage conditions. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.12, n.2, p.641-647, 1984.

POWELL, A.A.; DON, R.; HAIGH, P.; PHILLIPS, G.; TONKIN, J.H.B.; WHEATON, O.E. Assessment of the repeatability of the controlled deterioration vigour test both within and between laboratories. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.12, n.2, p.421-427, 1984.

POWELL, A.A.; FERGUSON, A.J.; MATTHEWS, S. Identification of vigour differences among combining pea (*Pisum sativum*) seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.25, n.3, p.443-464, 1997.

PURQUERIO, L.F.V. **Crescimento, produção e qualidade de rúcula (*Eruca sativa* Miller) em função do nitrogênio e da densidade de plantio**. 2005. 138 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

RAMOS, N.P.; OBANDO FLOR, E.P.; MENDONÇA, E.A.F.; MINAMI, K. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.98-103, 2004.

REDFEARN, M. A new seed vigour test: is it important for the beet crop? **British Sugar**, Peterborough, v.64, n.1, p.15-18, 1996.

REGHIN, M.Y.; OTTO, R.F.; VAN DER VINNE, J. Efeito da densidade de mudas por célula e do volume da célula na produção de mudas e cultivo da rúcula. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.2, p. 287-295, 2004.

RIBEIRO, D.M.C.A.; CARVALHO, M.L.M.; SALGADO, K.C.C. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho através do teste de condutividade elétrica (bulk). **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.7, n.1/2, p. 187, 1997.

RIBEIRO, F.C.; CARVALHO, N.M. The saturated salt accelerated aging method seems to act leniently on carrot, lettuce and broccoli seeds germination. In: INTERNATIONAL SEED TESTING CONGRESS - SEED SYMPOSIUM, 26, 2001, Angers. **Abstracts...** Zürich: ISTA, 2001. p.39-40.

RODO, A.B. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de cebola e sua relação com o desempenho das plântulas em campo**. 2002. 123 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. Teste de lixiviação de potássio para avaliação rápida do potencial fisiológico de sementes de cebola. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.2, p.183, 2001.

RODO, A.B.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A.; SAMPAIO, N.V. Teste de condutividade elétrica em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.29-38, 1998.

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.

ROSSETO, C.A.V.; FERNANDEZ, E.M.; MARCOS FILHO, J. Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.171-178, 1995.

ROVERI-JOSÉ, S.C.B.; CARVALHO, M.L.M.; RODRIGUES, R. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.55-61, 2001.

SÁ, M.E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.13-19, 1999.

SADER, R.; MENDONÇA, E.A.F.; RAMOS, N.P.; FESSEL, S.A. Teste de deterioração controlada em sementes de brocoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.2, p.175, 2001.

SAMAD, I.M.A.; PEARCE, R.S. Leaching of onions, organic molecules and enzymes from seeds of peanut (*Arachis hypogea* L.) imbibing without testas or with intact testas. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.29, n.113, p.1471-1478, 1978.

SHORT, G.E.; LACY, M.L. Carbohydrate exudation from pea seeds: effect of cultivar, seed age, seed color and temperature. **Phytopathology**, Saint Paul, v.66, n.2, p.182-187, 1976.

SILVA, J.B. **Testes para avaliar o potencial fisiológico de sementes de beterraba**. 2006. 67 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

SILVA, J.B.; VIEIRA, R.D. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.2, p.128-134, 2006.

SILVA, M.A.S.; TORRES, S.B.; CARVALHO, I.M.S. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.212-214, 1998.

SIMON, E.W.; MATHAVAN, S. The time-course of leakage from imbibing seeds of different species. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 14, n.1, p.9-13, 1986.

SIMON, E.W.; RAJA-HARUN, R.M. Leakage during seed imbibition. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.23, n.77, p.1076-1085, 1972.

SPINOLA, M.C.M.; CALLIARI, M.F.; MARTINS, L.; TESSARIOLI NETO, J. Comparação entre métodos para avaliação do vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.301-305, 1998.

STRYDOM, A.; VAN DE VENTER, H.A. Comparison of seed vigour tests for cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*). **Seed Science and Technology**, Zurich, v.26, n.3, p.579-585, 1998.

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

TAYLOR, A.G.; LEE, S.S.; BERESNIEWICZ, M.M.; PAINE, D.H. Aminoacid leakage from aged vegetable seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.23, n...., p.113-122, 1995.

TEBALDI, N.D.; SADER, R.; BIRUEL, R.P.; SCALON, N.J.O.; BALLARIS, A.L.; GAVIOLI, E. Determinação do tempo e da temperatura para o teste de envelhecimento acelerado de sementes de brócolos (*Brassica oleracea* L.) var. *italica* Plenck. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 11, Foz do Iguaçu, 1999. **Resumos...** Curitiba: ABRATES, 1999. p.120.

TEKRONY, D.M. Seed vigour testing – 1982. **Journal of Seed Technology**, Zurich, v.8, n.1, p.55-60, 1983.

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

TORRES, S.B. Qualidade fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annumm* L.) através do teste de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.18, n.2, p.246-250, 1996.

TORRES, S.B. Comparação entre diferentes testes de vigor e a correlação com a emergência no campo de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.65-69, 1998.

TORRES, S.B. **Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão**. 2002. 103 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

TORRES, S.B. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de erva-doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.2, p.20-24, 2004.

TORRES, S.B. Envelhecimento acelerado em sementes de pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens* L.). **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 36, n.1, p.98-104, 2005.

TORRES, S.B.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.108-112, 2001.

TORRES, S.B.; CASEIRO, R.F.; RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.480-483, 1998.

TRANI, P.E.; FORNASIER, J.B.; LISBÃO, R.S. **Cultura da rúcula**. Campinas: IAC, 8p. 1992 (Boletim Técnico, 146).

TRIGO, M.F.O.O.; TRIGO, L.F.N. Avaliação do vigor em sementes de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.5, n.2, p.131, 1995a.

TRIGO, M.F.O.O.; TRIGO, L.F.N. Determinação da qualidade fisiológica de sementes de cenoura. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.5, n.2, p.134, 1995b.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim, efeitos de teor de água inicial e de período de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.46-52, 1999.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.2, p.7-12, 2003.

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

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

VIEIRA, R.D.; MINOHARA, L.; CARVALHO, N.M. ; BERGAMASCHI, M.C.M. Relationship of black layer and milk line development to maize seed maturity. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.142-147, 1995.

VIEIRA, R.D.; PAIVA-AGUERO, J.A.; PERECIN, D.; BITTENCOURT, S.R.M. Correlation of electrical conductivity and other vigor tests with field emergence of soybean seedlings. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.27, n..., p.67-75, 1999.

VIEIRA, R.D.; PENARIOL, A.L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.1333-1338, 2002.

WANG, Y.R.; HAMPTON, J.G. Red clover (*Trifolium pratense* L.) seed quality. **Proceedings of the Agronomy Society of New Zealand**, v.19, n.1, p.63-68, 1989.

WANG, W.R.; HAMPTON, J.G.; HILL, M.J. Red clover vigour testing: effects of three test variables. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.22, n.1, p.99-105, 1994.

WOODSTOCK, L.W.; FURMAN, K.; LEFFLER, H.R. Relationship between weathering deterioration and germination, respiratory metabolism and mineral leaching from cotton seeds. **Crop Science**, Madison, v.25, n.3, p.459-466, 1985.

WURR, D.C.E.; FELLOUS, J.R. The effect of time of seedling emergence of crisp lettuce on time of maturity. **The Journal of Horticultural Science**, London, v.58, n.4, p.561-566, 1983.

ZHANG, T.; HAMPTON, J.G. Does fungicide seed treatment affect bulk conductivity test results? **Seed Science and Technology**, Zürich, v.27, n.3, p.1041-1045, 1999.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores - SANEST**. Pelotas: UFPel, 1984. (Registro SEI n.06606-0, categoria AO).

# Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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