

UFRRJ

INSTITUTO DE AGRONOMIA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO EM
SEMENTES DE ALFACE E CENOURA**

Daniele Lima Rodrigues

2010



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO EM SEMENTES DE
ALFACE E CENOURA**

DANIELE LIMA RODRIGUES

Sob a Orientação do Professor

Higino Marcos Lopes

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Seropédica, RJ
Agosto de 2010

635.52894

R696c Rodrigues, Daniele Lima, 1980-.

T Condicionamento fisiológico em
sementes de alface e cenoura / Daniele
Lima Rodrigues - 2010.

61 f.: il.

Orientador: Higino Marcos Lopes.

Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro, Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia.

Bibliografia: f. 51-57.

1. Alface - Cultivo - Teses. 2.
Alface - Semente - Teses. 3. Cenoura -
Cultivo - Teses. 4. Hortaliças -
Armazenamento - Teses. I. Lopes,
Higino Marcos, 1961-. II. Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro.
Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

DANIELE LIMA RODRIGUES

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 25/08/2010

Higino Marcos Lopes, Dr. UFRRJ
(Orientador)

Claudia Antonia Vieira Rossetto, Dr. UFRRJ

Roberto Fontes Araujo, Dr. EPAMIG

DEDICATÓRIA

*Dedico essa dissertação a meu pai
Geraldo, minha mãe Ilma e minha vó
Maria por todo carinho, compreensão e
apoio.*

AGRADECIMENTOS

O meu maior agradecimento é a Deus que me concedeu essa oportunidade e sempre me amparou em todos os momentos, me confortando e me ensinando a ser mais paciente nos momentos difíceis.

Aos meus amados pais Geraldo e Ilma que me apoiaram todos os dias em que precisei no decorrer do mestrado e em toda a minha vida.

À minha vó Maria por ter me ensinado a amar as plantas, sendo a grande incentivadora para a escolha da minha profissão.

À minha irmã Giseli que esteve comigo nas horas que precisei.

Aos meus sobrinhos, Manuela e Arthur pelos abraços carinhosos e pela compreensão quando a titia não podia brincar.

A meu amigo Andre Luiz Santos Resende que foi quem me incentivou a fazer a prova para o mestrado.

Ao Prof. Higino Marcos Lopes pelo conhecimento compartilhado, pela solicitude e pela confiança depositada no desenvolvimento do trabalho.

À toda equipe do laboratório de sementes, incluindo Davi Cochetto e Bruna Rafaela Menezes pela ajuda e especialmente a Elania Rodrigues da Silva, “meu anjo” no laboratório, pelos esclarecimentos e pelas boas conversas.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia pelos ensinamentos, principalmente ao professor MSc. PhD Raul de Lucena Duarte Ribeiro, pela forma gentil de ensinar olericultura.

A todos meus amigos queridos que sempre estiveram presentes em minha vida, me apoiando ou me distraíndo naqueles momentos que eu achava que não ia conseguir, principalmente à Rogéria, Thais, Alessandra, Lívia, Leonardo.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente por mais esta etapa, pois sozinha eu não conseguiria. Muito obrigada!

RESUMO GERAL

RODRIGUES, Daniele Lima. **Condicionamento fisiológico em sementes de alface e cenoura**. Seropédica: UFRRJ, 2010. 61f. (Dissertação, Mestrado em Agronomia, Fitotecnia).

O objetivo deste trabalho foi encontrar formas alternativas de alcançar melhor percentual de germinação em condições ambientais adversas, para sementes de alface e cenoura. O condicionamento fisiológico é uma técnica que pode diminuir os efeitos negativos de estresses ambientais sobre a germinação e o vigor dessas sementes e neste trabalho os tratamentos utilizados foram quatro: sementes não condicionadas e três métodos de condicionamento fisiológico, dentre eles hidrocondicionamento em papel, hidrocondicionamento por imersão em água destilada e osmocondicionamento em solução de PEG 6000 -1,5 MPa para sementes de alface e -1,0 MPa para sementes de cenoura. Inicialmente foram determinadas as marchas de absorção de água em cada método de condicionamento para sementes de ambas as espécies e esses resultados foram submetidos à análise de regressão. Em sementes de alface da cultivar Regina avaliou-se conjuntamente a imersão prévia ou não das sementes em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) em alguns testes. Os resultados dos efeitos dos métodos de condicionamento e tratamento com NaClO em sementes de alface foram submetidos à análise de variância em um arranjo fatorial 4 x 2 (4 métodos x 2 tratamentos com NaClO) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. Na avaliação da qualidade fisiológica foram utilizados o teste de germinação, primeira contagem do teste de germinação, índice de velocidade de emissão de radícula, índice de velocidade de germinação, teste de germinação a 35°C, condutividade elétrica e teste de pH. No experimento com sementes de cenoura, utilizaram-se dois lotes da cultivar Brasília e o delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os resultados dos efeitos do condicionamento fisiológico em sementes de cenoura foram submetidos à análise de variância em um arranjo fatorial 4 x 2 (4 métodos x 2 lotes) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. Para a avaliação do efeito do armazenamento em até 60 dias após o condicionamento os resultados foram submetidos à análise de variância em um arranjo fatorial 4 x 3 (4 métodos x 3 períodos de armazenamento), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. Os testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes de cenoura foram o teste de germinação, primeira contagem do teste de germinação, índice de velocidade de emissão de radícula, índice de velocidade de germinação, teste de germinação a 35°C e teste de germinação com restrição hídrica, sendo esses testes executados logo após o condicionamento fisiológico, 30 e 60 dias após armazenamento. A taxa de absorção de água foi menor no osmocondicionamento para sementes de alface e obtendo-se germinação e vigor superiores aos demais métodos. O uso de NaClO nos testes de avaliação da qualidade fisiológica em sementes de alface favoreceu a germinação e o vigor. A taxa de embebição de sementes de cenoura foi mais lenta no hidrocondicionamento em papel e no osmocondicionamento e esses métodos aumentaram o vigor de sementes de cenoura do lote 2. Após 60 dias de armazenamento a qualidade fisiológica das sementes diminuiu, porém no hidrocondicionamento em papel e no osmocondicionamento, esse efeito foi menor.

Palavras chave: Condicionamento fisiológico, altas temperaturas, sementes hortaliças.

GENERAL ABSTRACT

RODRIGUES, Daniele Lima. **Priming in lettuce and carrot seeds.** Seropédica: UFRRJ, 2010. 61p. (Dissertation, Master Science in Fitotecnia).

The objective was to find alternative ways to achieve better seed germination under adverse environmental conditions, for lettuce and carrots seeds. The priming is a technique that can reduce the negative effects of environmental stresses on the germination and vigor in this seeds, so the present work we used four treatments: unprimed seeds and three priming methods, among them hydropriming on paper, hydropriming by immersion in distilled water and priming in PEG 6000 -1.5 MPa for lettuce seed and -1.0 MPa for carrot seeds. Initially, the water absorption marches were determined in each conditioning method for seeds of both species and these results were submitted to regression analysis. In lettuce seeds, cv Regina was evaluated jointly or without previous seeds immersion in sodium hypochlorite (NaClO) solution in some tests. The results of priming methods and treatment with NaClO effects in lettuce seeds were subjected to analysis of variance in a factorial arrangement 4 x 2 (4 methods x 2 treatment with NaClO) and means were compared by Tukey test, $P < 0.05$. Tests for evaluating the physiological quality of lettuce seeds were the germination test, speed rate of emission of radicle, speed rate of germination, germination test at 35°C, electrical conductivity and pH test. In the experiment with carrot seed, used two lots of experimental design was completely randomized. The results of priming effects on carrot seeds were subjected to analysis of variance in a factorial 4 x 2 (4 methods x 2 batches) and means were compared by Tukey test, $P < 0.05$. To evaluate the storage effect by up to 60 days after the priming results were subjected to analysis of variance in a factorial 4 x 3 (4 methods x 3 storage periods), and means were compared by Tukey test, $P < 0.05$. Tests for evaluate the physiological quality of carrot seeds were the germination test, first count of germination test, speed rate of emission of radicle, speed rate of germination, germination test at 35°C and germination test with water restriction, and these tests performed immediately after priming and 30 and 60 days after storage. The rate of water absorption was lower in the priming for lettuce seed and obtained superior germination and vigor to other methods. The use of sodium hypochlorite in tests of physiological quality enhanced germination and vigor. The carrot seeds absorption rate was slower in hydropriming on paper and in priming and this methods increased the carrot seeds vigor in lot 2. After 60 days of storage at physiological seed quality decreased, but in hydropriming on paper and priming this effect was smaller.

Key words: Priming, high temperatures, vegetable seeds.

SUMÁRIO

1. Introdução Geral	1
Capítulo I – Embebição, métodos de condicionamento fisiológico em sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) e efeito do hipoclorito de sódio no teste de germinação	4
2. Resumo	5
3. Abstract	6
4. Introdução	7
5. Revisão de Literatura	8
5.1. Aspectos gerais da cultura	8
5.2. Efeito da temperatura na germinação das sementes de alface	8
5.3. Condicionamento fisiológico de sementes	9
5.4. Uso de hipoclorito de sódio na germinação de sementes de alface	10
6. Material e Métodos	11
6.1. Determinação de marchas de absorção de água	11
6.1.1. Hidrocondicionamento em papel	11
6.1.2. Hidrocondicionamento por imersão em água destilada	11
6.1.3. Osmocondicionamento	12
6.2. Determinação dos métodos de condicionamento fisiológico	12
6.2.1. Hidrocondicionamento em papel	12
6.2.2. Hidrocondicionamento por imersão em água destilada	12
6.2.3. Osmocondicionamento	12
6.3. Imersão de sementes de alface em hipoclorito de sódio após condicionamento fisiológico	13
6.4. Avaliação de qualidade fisiológica	13
6.4.1. Teste de germinação	13
6.4.2. Primeira contagem do teste de germinação	13
6.4.3. Índice de velocidade de emissão de radícula (IVER) e índice de velocidade de germinação (IVG)	13
6.4.4. Teste de germinação a 35°C	13
6.4.5. Condutividade elétrica	14
6.4.6. Teste de pH	14
6.5. Delineamento experimental e análise dos resultados	14
7. Resultados e discussão	15
7.1. Marcha de absorção de água	15

7.2. Qualidade fisiológica das sementes de alface, em diferentes métodos de condicionamento fisiológico e ação do hipoclorito de sódio (NaClO)	17
8. Conclusões	23
Capítulo II - Embebição, condicionamento fisiológico e armazenamento de sementes de cenoura (<i>Daucus carota</i> L.)	24
9. Resumo	25
10. Abstract	26
11. Introdução	27
12. Revisão de Literatura	28
12.1. Aspectos gerais da cultura	28
12.2. Condicionamento fisiológico de sementes	29
12.3. Secagem de sementes após condicionamento	30
12.4. Potencial de armazenamento de sementes condicionadas fisiologicamente .	30
13. Material e Métodos	32
13.1. Determinação de marchas de absorção de água	32
13.1.1. Hidrocondicionamento em papel	32
13.1.2. Hidrocondicionamento por imersão em água destilada	32
13.1.3. Osmocondicionamento	33
13.2. Determinação dos métodos de condicionamento fisiológico	33
13.2.1. Hidrocondicionamento em papel	33
13.2.2. Hidrocondicionamento em água destilada	33
13.2.3. Osmocondicionamento	33
13.3. Avaliação de qualidade fisiológica	34
13.3.1. Teste de germinação	34
13.3.2. Primeira contagem do teste de germinação	34
13.3.3. Índice de velocidade de emissão de radícula (IVER) e índice de velocidade de germinação (IVG)	34
13.3.4. Teste de germinação a 35°C	34
13.3.5. Teste de germinação sob restrição hídrica	34
13.4. Avaliação do armazenamento	35
13.5. Delineamento experimental e análise dos resultados	35
14. Resultados e discussão	36
14.1. Marchas de absorção de água	36
14.2. Avaliação da qualidade fisiológica de dois lotes de sementes de cenoura, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico	38

14.3. Efeito do armazenamento em dois lotes de sementes de cenoura, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos	43
15. Conclusões	50
16. Referências bibliográficas	51
Anexo	58

ÍNDICE DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1:	Porcentagem de germinação de sementes de alface, cv. Regina, imersas ou não em solução de hipoclorito de sódio (NaClO)	17
Tabela 2:	Porcentagem de germinação na primeira contagem do teste de germinação de sementes de alface, cv. Regina, imersas ou não em solução de hipoclorito de sódio (NaClO)	20
Tabela 3:	Índice de Velocidade de Emissão de Radículas (IVER) de sementes de alface, cv. Regina, imersas ou não em solução de hipoclorito de sódio (NaClO)	20
Tabela 4:	Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de alface, cv. Regina, imersas ou não em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) ..	21
Tabela 5:	Porcentagem de germinação a 35°C de sementes de alface, cv. Regina, imersas ou não em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) ..	21
Tabela 6:	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) em sementes de alface, cv. Regina	22
Tabela 7:	Resultados dos testes de pH da solução de imersão de sementes de alface, cv. Regina	22

Capítulo II

Tabela 8:	Porcentagem de germinação de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico	38
Tabela 9	Porcentagem de germinação na primeira contagem do teste de germinação de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico	40
Tabela 10:	Índice de Velocidade de Emissão de Radículas (IVER) de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico	41
Tabela 11:	Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico	41
Tabela 12:	Porcentagem de germinação a 35°C de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília, submetidas a diferentes métodos de condicionamento	42
Tabela 13:	Porcentagem de germinação sob déficit hídrico (-0,4 MPa) de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico	42
Tabela 14:	Porcentagem de germinação de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 1, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias)	43
Tabela 15:	Porcentagem de germinação de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 2, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias)	44
Tabela 16:	Porcentagem de germinação na primeira contagem do teste de germinação de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 1, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias)	44
Tabela 17:	Porcentagem de germinação na primeira contagem do teste de germinação de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 2, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias)	45
Tabela 18:	Índice de velocidade de emissão de radícula de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 1, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias) ..	45
Tabela 19:	Índice de velocidade de emissão de radícula de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 2, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias) ..	46
Tabela 20:	Índice de velocidade de germinação de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 1, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias)	46
Tabela 21:	Índice de velocidade de germinação de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 2, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias)	47

Tabela 22:	Porcentagem de germinação em teste de germinação a 35°C de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 1, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias)	47
Tabela 23:	Porcentagem de germinação em teste de germinação a 35°C de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 2, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias)	48
Tabela 24:	Porcentagem de germinação em teste de germinação sob déficit hídrico (-0,4 MPa) de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 1, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias)	48
Tabela 25:	Porcentagem de germinação em teste de germinação sob déficit hídrico (-0,4 MPa) de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 2, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias)	49
Tabela 26:	Análise de variância da regressão, dos resultados obtidos da curva de embebição em hidrocondicionamento em papel de sementes de alface, cv. Regina	58
Tabela 27:	Análise de variância da regressão, dos resultados obtidos da curva de embebição em hidrocondicionamento por imersão em água destilada de sementes de alface, cv. Regina	58
Tabela 28:	Análise de variância da regressão, dos resultados obtidos da curva de embebição em osmocondicionamento de sementes de alface, cv. Regina	58
Tabela 29:	Análise de variância dos resultados obtidos do teste de germinação (%G), primeira contagem do teste de germinação (1 ^a C), índice de velocidade de emissão de radícula (VER), índice de velocidade de germinação (IVG) e teste de germinação a 35°C (%G35) de sementes de alface, cv. Regina, e ação de hipoclorito de sódio (NaClO)	58
Tabela 30:	Análise de variância dos resultados obtidos da condutividade elétrica (CE) e do teste de pH (pH) de sementes de alface, cv. Regina, e ação de hipoclorito de sódio (NaClO)	59
Tabela 31:	Análise de variância da regressão dos resultados obtidos da curva de embebição em hidrocondicionamento em papel de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 1	59
Tabela 32:	Análise de variância da regressão dos resultados obtidos da curva de embebição em hidrocondicionamento por imersão em água destilada de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 1	59
Tabela 33:	Análise de variância da regressão dos resultados obtidos da curva de embebição em osmocondicionamento de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 1	59
Tabela 34:	Análise de variância dos resultados obtidos do teste de germinação (%G), primeira contagem do teste de germinação (1 ^a C), índice de velocidade de emissão de radícula (IVER), índice de velocidade de germinação (IVG), teste de germinação a 35°C (%G35) e teste de germinação sob déficit hídrico (↓H ₂ O) de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília	60

Tabela 35: Análise de variância dos resultados obtidos do teste de germinação (%G), primeira contagem do teste de germinação (1 ^a C), índice de velocidade de emissão de radícula (IVER), índice de velocidade de germinação (IVG), teste de germinação a 35°C (%G35) e teste de germinação sob déficit hídrico (↓H ₂ O) de sementes de cenoura, cv. Brasília do lote 1, durante os três períodos de armazenamento (0, 30 e 60 dias)	60
Tabela 36: Análise de variância dos resultados obtidos do teste de germinação (%G), primeira contagem do teste de germinação (1 ^a C), índice de velocidade de emissão de radícula (IVER), índice de velocidade de germinação (IVG), teste de germinação a 35°C (%G35) e teste de germinação sob déficit hídrico (↓H ₂ O) de sementes de cenoura, cv. Brasília do lote 2, durante os três períodos de armazenamento (0, 30 e 60 dias)	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1:	Marcha de absorção de água de sementes de alface cv. Regina no método de hidrocondicionamento em papel	15
Figura 2:	Marcha de absorção de água de sementes de alface cv. Regina no método de hidrocondicionamento por imersão em água destilada	16
Figura 3:	Marcha de absorção de água de sementes de alface cv. Regina no método de osmocondicionamento	16
Figura 4:	Plântulas normais de alface, cv. Regina, oriundas de sementes não condicionadas. (a) sem imersão das sementes em solução de NaClO e (b) com imersão das sementes em solução de NaClO	18
Figura 5:	(a) Plântulas normais de alface, cv. Regina, oriundas de sementes hidrocondicionadas em papel sem imersão das sementes em solução de NaClO e (b) contagem final de sementes de alface, cv. Regina, oriundas de sementes hidrocondicionadas em papel com imersão das sementes em solução de NaClO.....	18
Figura 6:	Plântulas normais de alface, cv. Regina, oriundas de sementes hidrocondicionadas em água destilada. (a) sem imersão das sementes em solução de NaClO e (b) com imersão das sementes em solução de NaClO	19
Figura 7:	Plântulas normais de alface, cv. Regina, oriundas de sementes osmocondicionadas. (a) sem imersão das sementes em solução de NaClO e (b) com imersão das sementes em solução de NaClO	19

Capítulo II

Figura 8:	Marcha de absorção de água de sementes de cenoura cv. Brasília no método de hidrocondicionamento em papel	36
Figura 9:	Marcha de absorção de água de sementes de cenoura cv. Brasília no método de hidrocondicionamento por imersão em água destilada	37
Figura 10:	Marcha de absorção de água de sementes de cenoura cv. Brasília no método de osmocondicionamento	37
Figura 11:	Plântulas normais de cenoura, cv. Brasília, lote 1, em diferentes métodos de condicionamento fisiológico	39
Figura 12:	Plântulas normais de cenoura, cv. Brasília, lote 2, em diferentes métodos de condicionamento fisiológico	40

1. INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo e o consumo de hortaliças têm aumentado devido à maior conscientização da população em busca de uma dieta alimentar mais rica e saudável, destacando entre outras a cultura de cenoura e alface. A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma hortaliça de grande importância na alimentação da população, rica em vitamina A, utilizada para o consumo *in natura* ou na indústria de alimentos. A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil normalmente, é produzida em cinturões verdes próximos aos grandes centros consumidores devido a sua rápida perecibilidade.

A maioria dos lotes de sementes de hortaliças apresenta baixa germinação, que de acordo com a Portaria nº 457 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de 18/12/1986 estabelece o valor de 65% de germinação mínima para sementes de cenoura, exigindo altas densidades de semeadura e posterior desbaste para que seu cultivo tenha sucesso. Para sementes de alface estabelece o valor mínimo de 70% de germinação.

É importante assegurar a máxima germinação com uniformidade e rapidez, sendo assim justificado o uso de técnicas que acelerem a germinação das sementes e a emergência das plântulas (PEREIRA et al., 2008).

Um rápido estabelecimento das plantas de alface e cenoura no campo é interessante, evitando capinas, facilitando o desbaste, a uniformização do plantio e conseqüentemente garantindo a produção. Neste sentido, identificar um método rápido, barato e preciso que permita a uniformização do início da emergência de plântulas, principalmente em condições adversas, como altas temperaturas ou déficit hídrico se torna questão importante.

As sementes de hortaliças são expostas a diferentes condições edafoclimáticas no momento da germinação, então a qualidade da semente é ponto fundamental quando se trata de novas cultivares ou híbridos, em que o alto custo enfatiza a necessidade de serem adotadas técnicas para se obter o máximo de emergência do lote de sementes (NASCIMENTO et al., 2004).

O uso de técnicas que assegurem a germinação de sementes no campo é um fator de grande importância para os produtores rurais, para que os custos de produção não sejam maiores pela aquisição e uso de semente de baixa qualidade. Essas técnicas devem ser de fácil utilização e econômicas para que todos tenham acesso à melhor qualidade de produção.

A absorção de água pelas sementes é realizada em três fases. Na fase I, a absorção de água é dependente apenas da diferença de potencial hídrico, um processo destiladamente físico-químico que ocorre em qualquer semente, mesmo dormente ou não viável. Na fase II, a embebição se mantém constante e ocorrem eventos metabólicos importantes para o desenvolvimento do embrião, até que ocorra a emergência da raiz primária. Com o rompimento do tegumento, a semente volta a absorver água e ocorre alongamento da raiz primária, o que caracteriza a fase III. Este modelo trifásico de absorção de água foi proposto por Bewley e Black (1994).

Os métodos de pré-germinação ou condicionamento de sementes variam de acordo com a espécie, o tamanho das sementes, a qualidade fisiológica inicial do lote de sementes e principalmente nos fatores como contato das sementes com a água, solução osmótica ou matriz. As variáveis como temperatura, potencial hídrico, período de condicionamento e oxigenação das sementes neste processo tem sido pesquisados.

O condicionamento fisiológico de sementes ou “priming” é um conjunto de técnicas destinadas a realçar a qualidade ou beneficiar o desempenho de lotes de sementes e/ou das plântulas produzidas. Dentre os procedimentos disponíveis, destacam-se o hidrocondicionamento, o osmocondicionamento e o matricondicionamento, sendo o armazenamento das sementes condicionadas um aspecto fundamental a ser resolvido, com vistas para uso do processo em escala comercial (KIKUTI; MARCOS FILHO, 2009; MARCOS FILHO 2005).

A hidratação não monitorada das sementes resulta na plena disponibilidade de água que é captada através da afinidade da água pelos tecidos das sementes e acontece pela imersão direta ou exposição das sementes em atmosfera úmida, caracterizando o hidrocondicionamento em papel e o hidrocondicionamento por imersão em água destilada (MARCOS FILHO, 2005).

A hidratação controlada das sementes acontece sob potencial hídrico preestabelecido com o uso de soluções com potencial osmótico conhecido (sais inorgânicos, manitol, glicerol e polietilenoglicol). As sementes podem ser imersas nessa solução como no caso do osmocondicionamento (MARCOS FILHO, 2005).

O condicionamento de sementes é um conjunto de tratamentos de hidratação antes da semeadura, destinado a realçar a qualidade ou beneficiar o desempenho de lotes de sementes e/ou das plântulas produzidas, com procedimentos para favorecer a germinação, a sanidade, o desenvolvimento de plântulas, interferirem nas relações semente/ambiente, aprimorar as características físicas do lote e facilitar a incorporação de materiais ou substâncias às sementes antes da semeadura, consistindo na embebição das sementes em uma solução osmótica por determinado período e após isso, secando-as para o grau de umidade original (CANTLIFFE et al., 1984; NASCIMENTO, 1998; MARCOS FILHO, 2005; NASCIMENTO, 2005; HILL et al., 2007).

Alguns benefícios do condicionamento fisiológico em sementes de hortaliças são a maior probabilidade de se obter uma melhor emergência, particularmente em condições de estresse, como déficit hídrico ou temperatura inadequada, a maior uniformidade de germinação e emergência, a maior velocidade na germinação, a melhoria da emergência das plântulas em solos com alta concentração salina, a minimização do efeito de microorganismos causadores de tombamento “damping-off” e a minimização dos problemas relacionados com a aderência do tegumento (testa) aos cotilédones durante a emergência (CASIEIRO; MARCOS FILHO, 2005; NASCIMENTO, 2004).

Segundo Marcos Filho (2005), não é coerente a recomendação do condicionamento fisiológico para lotes de sementes com potencial fisiológico elevado, ou seja, aqueles que apresentam germinação próxima de 100%.

Um dos aspectos fundamentais para possibilitar a comercialização das sementes condicionadas é a redução cuidadosa do teor de água após o tratamento até atingir nível adequado para o armazenamento (CASIEIRO; MARCOS FILHO, 2005).

De acordo com Marcos Filho (2005), o desenvolvimento de protocolos para o condicionamento fisiológico de sementes, deve considerar a escolha do método mais adequado, a possibilidade de secagem e os efeitos sobre a longevidade das sementes, havendo ainda a necessidade do direcionamento de considerável esforço da pesquisa não só para aprimorar procedimentos para o condicionamento de sementes como para elucidação dos efeitos do ambiente, com especial atenção para a secagem e o armazenamento das sementes tratadas.

Nascimento & Aragão (2004), constataram que o condicionamento osmótico em sementes de melão aumentou o desempenho da semente e reduziu as diferenças de qualidade da semente. O condicionamento osmótico aumentou a taxa de germinação das sementes envelhecidas em temperaturas e no total de germinação a 17°C.

Nascimento (2005) avaliou que o condicionamento osmótico aumentou a velocidade de germinação das sementes de berinjela em condições normais (25°C); que as sementes de melancia osmoticamente condicionadas germinaram mais rápido do que aquelas não condicionadas, principalmente em condições de baixas temperaturas; que a 17°C as sementes de melão osmoticamente condicionadas apresentaram maior e mais rápida germinação; e que sementes de tomate osmoticamente condicionadas além de germinarem mais rapidamente, apresentaram uma maior percentagem de germinação (93%) do que aquelas não tratadas (46%), principalmente em condições de baixas temperaturas.

De maneira geral, evidências têm demonstrado que lotes de sementes de alface e cenoura apresentam baixa germinação em altas temperaturas, como acontece no período de verão, sendo crítico para os cultivos de cenoura e alface, ocorrendo muitas vezes falta do produto no mercado, com conseqüente elevação de preços. Estas espécies são classificadas como culturas oleráceas de clima ameno, que produzem melhor sob temperaturas amenas.

A temperatura ótima para a germinação de sementes de alface é de 20°C, sendo a mínima 2°C e a máxima 30°C e para a germinação de sementes de cenoura a ótima é de 25°C, sendo a mínima 5°C e a máxima 35°C (MARCOS FILHO, 2005; FILGUEIRA, 2003).

Embora esteja disponível no mercado cultivares tolerantes ao calor, muitas vezes as falhas na emergência ou a formação de plântulas fracas podem causar sérios prejuízos ou acréscimos nos custos de produção, sendo assim o aprimoramento de técnicas como o condicionamento fisiológico, que podem beneficiar as culturas (KIKUTI; MARCOS FILHO, 2009).

Os objetivos gerais dessa pesquisa envolvem a avaliação de métodos de condicionamento fisiológico e seus efeitos na germinação e vigor em sementes de alface e cenoura.

CAPÍTULO I

EMBEBIÇÃO, MÉTODOS DE CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO EM
SEMENTES DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) E EFEITO DO
HIPOCLORITO DE SÓDIO NO TESTE DE GERMINAÇÃO

2. RESUMO

RODRIGUES, Daniele Lima. **Embebição, métodos de condicionamento fisiológico em sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e efeito do hipoclorito de sódio no teste de germinação**. Seropédica: UFRRJ, 2010. 27f. (Dissertação, Mestrado em Agronomia, Fitotecnia).

O objetivo deste trabalho foi avaliar métodos alternativos para melhorar a germinação e o vigor de sementes de alface da cultivar Regina, principalmente em condições de altas temperaturas, pois estas apresentam emergência e desenvolvimento inicial de plântulas prejudicado nestas condições. Foram utilizados três métodos de condicionamento fisiológico: hidrocondicionamento em papel, hidrocondicionamento por imersão em água destilada e osmocondicionamento em solução de PEG 6000 -1,5 MPa e sementes testemunhas. Inicialmente foram determinadas as marchas de absorção de água em cada método de condicionamento e esses resultados foram submetidos à análise de regressão. Os resultados dos efeitos dos métodos de condicionamento fisiológico e tratamento com hipoclorito de sódio (NaClO) foram submetidos à análise de variância em um arranjo fatorial 4 x 2 (4 métodos x 2 tratamentos com NaClO) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. Foram avaliados em sementes de alface, cv. Regina a imersão ou não das sementes em solução de NaClO no teste de germinação. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelo teste de germinação, primeira contagem do teste de germinação, índice de velocidade de emissão de radícula, índice de velocidade de germinação, teste de germinação a 35°C, condutividade elétrica e teste de pH. A protrusão da raiz primária ocorreu com teor de água médio de 50,6% e a taxa de embebição foi mais lenta no osmocondicionamento. O osmocondicionamento manteve a germinação e aumentou o vigor de sementes de alface. O uso de hipoclorito de sódio aumentou a germinação e o vigor, exceto quando as sementes foram hidrocondicionadas em papel. As sementes condicionadas e imersas em solução de NaClO aumentaram a germinação a 35°C.

Palavras chave: Condicionamento fisiológico, hipoclorito de sódio, altas temperaturas.

3. ABSTRACT

RODRIGUES, Daniele Lima. **Soaking, methods of seed priming in lettuce (*Lactuca sativa* L.) and sodium hypochlorite effect on the germination test.** Seropédica: UFRRJ, 2010. 27f. (Dissertation, Master Science in Fitotecnia).

The objective of this study was to evaluate alternative methods to improve germination and vigor of lettuce seeds, cultivar Regina, especially at high temperatures because they have an emergency and early development of seedlings injured in these conditions. Three methods of priming were used: hydropriming on paper, hydropriming by immersion in distilled water and priming in PEG 6000 -1.5 MPa and unprimed seeds. Initially, were determined the water absorption marches in each conditioning method and these results were submitted to regression analysis. The results of the priming methods and treatment with sodium hypochlorite (NaClO) effects were subjected to analysis of variance in a factorial 4 x 2 (4 methods x 2 treatment with NaClO) and the means were compared by Tukey test, $P < 0.05$. In lettuce seeds, cv. Regina was evaluated immersion or not the seeds in a NaClO solution on the germination test. The physiological quality of seeds was evaluated by the germination test, first count of germination test, speed rate of emission of radicle, speed rate of germination, germination at 35°C, electrical conductivity and pH test. The primary root protrusion occurred with water content averaging 50.6% and the rate of absorption was slower in the priming. Priming kept germination and increased the vigor of lettuce seeds. The use of NaClO increased germination and vigor, except when seeds were primed on paper. The seeds primed and immersed in NaClO solution increased germination at 35°C.

Key words: Priming, sodium hypochlorite, high temperatures.

4. INTRODUÇÃO

As sementes de alface têm a germinação, a emergência e o desenvolvimento inicial de plântulas diretamente afetado pela temperatura do substrato no qual se efetua a semeadura, sendo que a temperatura ótima está em torno de 20°C, e a maioria das cultivares não germina em temperaturas superiores a 30°C (FILGUEIRA, 2003).

Alguns tratamentos pré-germinativos são eficientes, aumentando a tolerância das sementes a temperaturas elevadas e, de acordo com Marcos Filho (2005), o uso de condicionamento de sementes é sugerido para caracterizar o conjunto de técnicas destinadas a realçar a qualidade ou beneficiar o desempenho de lotes de sementes e/ou das plântulas produzidas.

Para esta técnica, a determinação da marcha de absorção de água é importante, pois a tolerância das sementes à desidratação decresce à medida que progride a embebição. Torna-se necessário saber quando ocorre a ativação metabólica adequada e o momento de cessar o fornecimento de água e a realização da secagem (MARCOS FILHO, 2005).

A escarificação feita pelo hipoclorito de sódio também evita a termodormência de sementes, pois além de aumentar a permeabilidade do tegumento ao oxigênio, água e solutos, também pode facilitar a remoção ou oxidação de inibidores de germinação, é utilizada para a quebra de dormência em sementes (FERREIRA; RANAL, 1999).

O hipoclorito de sódio é amplamente utilizado como antisséptico em testes de germinação, porém os seus efeitos sobre sementes condicionadas fisiologicamente é desconhecido.

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1. Aspectos gerais da cultura

Alface (*Lactuca sativa* L.) originou-se de uma espécie silvestre, ainda atualmente encontrada em regiões de clima temperado no sul da Europa e na Ásia Ocidental (FILGUEIRA, 2003). Há muitos cultivares, de diversos grupos diferenciados, podendo ser plantados em campo, em estufas e em hidroponia, durante o ano todo.

Sendo a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil, ela é produzida em cinturões verdes próximos aos grandes centros consumidores por causa de sua rápida perecibilidade no período pós-colheita, devido ao seu alto teor de água e grande área foliar (SANTOS et al., 2001).

A cultura da alface é muito exigente em água, sendo uma planta que tolera levemente à acidez do solo, preferindo, no entanto, solos com pH de 6,0 a 6,8 e se adapta melhor a solos de textura média, com boa retenção de água (FILGUEIRA, 2003).

É uma planta anual, florescendo sob dias longos e temperaturas altas, na etapa reprodutiva do ciclo da cultura que se inicia com o pendoamento. Dias curtos e temperaturas amenas ou baixas favorecem a etapa vegetativa, constatando-se que todas as cultivares produzem melhor sob tais condições (FILGUEIRA, 2003).

No Brasil, a semeadura direta de alface é pouco utilizada, pois em temperaturas e pluviosidade elevadas acontecem falhas na germinação e na emergência das plântulas.

Segundo o CEASA-RJ (2009), a comercialização de alface se dá o ano todo, sendo que a maior oferta se dá nos meses de março-maio e dezembro e sua menor oferta nos meses de fevereiro e agosto-setembro.

5.2. Efeito da temperatura na germinação de sementes de alface

As sementes de alface têm a germinação, a emergência e o desenvolvimento inicial de plântulas diretamente afetado pela temperatura do substrato no qual se efetua a semeadura, a temperatura ótima está em torno de 20°C, sendo que a maioria das cultivares não germina em temperaturas superiores a 30°C (FILGUEIRA, 2003; NASCIMENTO; CANTLIFFE, 2002).

A semente de alface é muito sensível as variações de 2 a 3°C acima da temperatura ótima, as sementes podem não germinar, caracterizando a termo-inibição, que não é um fenômeno permanente, ou seja, caso a temperatura volte a níveis adequados, as sementes tornam-se aptas a reassumir o metabolismo germinativo (MARCOS FILHO, 2005).

Em temperaturas variando de 10 a 20°C a percentagem de germinação de sementes de alface é superior a 80% e em temperaturas superiores a 30°C essas sementes entram em estado de dormência, onde elas não voltam a germinar mesmo em temperaturas adequadas (NASCIMENTO; PEREIRA, 2007; MARCOS FILHO, 2005).

A utilização de sementes de alta qualidade fisiológica pode minimizar o risco com perdas durante o estabelecimento de plântulas no transplântio de mudas (NASCIMENTO, 2005).

As altas temperaturas durante a embebição da semente de alface pode causar falhas, atrasar ou inibir completamente a germinação. O embrião da alface é completamente incluído dentro do endosperma onde a radícula deve penetrar para

crescer e terminar a germinação, sendo assim, as primeiras horas de embebição são críticas para sementes de alface germinarem sob condições de altas temperaturas. (NASCIMENTO et al., 2004; NASCIMENTO, 2003).

No cultivo de alface, um rápido estabelecimento da cultura no campo é importante, pois, diminui a necessidade de capinas, o tempo de exposição de sementes e plântulas a microrganismos patogênicos no solo e assim podemos assegurar o estabelecimento e a uniformização das plantas.

5.3. Condicionamento fisiológico de sementes

Hidrocondicionamento é um método simples de condicionamento fisiológico. Não necessita de nenhum equipamento técnico especial, devido ao uso de água destilada como meio de preparação, porém causa embebição muito rápida e favorece a ocorrência de injúrias às sementes. (MORADI; YOUNESI, 2009; MARCOS FILHO, 2005).

Marcos Filho e Kikuti (2008) obtiveram resultados que indicaram que o hidrocondicionamento promove efeitos benéficos sobre a velocidade de germinação e de emergência de plântulas de couve-flor, aspectos diretamente relacionados ao estabelecimento do estande.

O condicionamento osmótico é um tratamento pré-germinativo que consiste no controle da embebição das sementes por meio de imersão das sementes em soluções osmóticas a um dado período e temperatura, regulando a quantidade de água absorvida pela semente, permitindo a hidratação até que os potenciais hídricos das sementes e da solução atinjam o equilíbrio. Assim, o processo bioquímico preparatório para a germinação é ativado promovendo as fases I e II da germinação, mas sem permitir o estágio de emergência da raiz primária (MARCOS FILHO, 2005).

Nascimento (1998) especificou algumas características do condicionamento osmótico, como o potencial osmótico da solução, que varia de -0,5 a -2,0 MPa, a temperatura utilizada que em sua maioria varia de 15 a 25°C, a duração da embebição que é de um período de 2 a 21 dias, a aeração que se torna importante pois o oxigênio é um fator essencial a germinação e a luz para as sementes que necessitam desse fator para germinar.

A solução de substância osmótica usada no condicionamento fisiológico pode ter preço elevado. No caso do PEG, este método também exige um equipamento para aeração da solução de hidratação. Devido a esses dois requisitos condicionamento osmótico é um método mais caro e necessita de adequada preparação (MORADI; YOUNESI, 2009).

A análise dos dados e a interpretação dos resultados permitiram Eira & Marcos Filho (1990) concluir que o condicionamento osmótico de sementes de alface, constitui-se numa alternativa viável para favorecer o desempenho sob condições de estresse hídrico, salino ou térmico, principalmente em lotes de baixa qualidade fisiológica.

O condicionamento osmótico em solução de PEG6000 com potencial osmótico de -0,80MPa por 96 horas mais as doses de ácido giberélico até 200mg L⁻¹ aumentou a velocidade de germinação de sementes e o comprimento das plântulas de alface, porém tais efeitos foram variáveis com as diferentes cultivares utilizadas (MENEZES et al., 2006).

Tem acontecido melhor desempenho das sementes de alface condicionadas osmoticamente em temperaturas altas, permitindo maior velocidade e uniformidade na germinação (NASCIMENTO; CANTLIFFE, 2002).

Duman (2006) identificou que em sementes osmocondicionadas e não condicionadas, a porcentagem de germinação teve pequena ou nenhuma diferença em testes com duas cultivares de alface, já em estresse térmico a 35°C o condicionamento osmótico mostrou melhorias na emergência das plântulas.

5.4. Uso de hipoclorito de sódio na germinação de sementes de alface

O uso de hipoclorito de sódio como forma de assepsia de sementes ou outras unidades de dispersão é bastante comum, no entanto essa substância pode afetar a germinação das sementes de algumas espécies, estimulando ou inibindo o processo. Em algumas espécies o tratamento com hipoclorito de sódio estimula a germinação, mas, em tratamento prolongado ela é reduzida (CARNELOSSI et al., 1995).

A escarificação feita pelo hipoclorito de sódio além de aumentar a permeabilidade do tegumento ao oxigênio, água e solutos, também pode facilitar a remoção ou oxidação de inibidores de germinação, o que levou Bewley & Black (1994) a considerar essa substância como um agente químico oxidante, usado para quebra de dormência em sementes. A aplicação de hipoclorito de sódio pode ainda evitar a termodormência em sementes, o que é extremamente importante para hortaliças cultivadas em regiões mais quentes (FERREIRA; RANAL, 1999)

O embrião da semente de alface é totalmente envolvido pelo endosperma, o qual é constituído de uma camada de duas a quatro células. O endosperma pode atrasar ou prevenir a germinação das sementes atuando como uma barreira física à emissão da radícula, especialmente sob condições desfavoráveis. Assim, o “enfraquecimento” (“amolecimento”) do endosperma favoreceria a emissão da radícula e consequentemente a germinação das sementes de alface sob altas temperaturas (NASCIMENTO; CANTILIFFE, 2002).

A desinfestação superficial de sementes de gergelim com hipoclorito de sódio favoreceu uma germinação rápida e uniforme nos testes de germinação (CAMACHO; SALINAS, et al., 2010).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o ponto de emissão de radícula de acordo com as marchas de absorção de água, a taxa de absorção de água nas marchas de embebição nos diferentes métodos de condicionamento, os efeitos do hidrocondicionamento em papel, hidrocondicionamento por imersão em água destilada e osmocondicionamento em sementes de alface que sejam rápidos, de baixo custo e fácil execução interagindo com o uso de solução de hipoclorito de sódio, para garantir e acelerar a germinação em condições normais e de altas temperaturas.

6. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Controle de Qualidade de Sementes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica - RJ. Foram utilizadas sementes de alface da cultivar “Regina”, com o peso de mil sementes de 1,493g e um teor de água inicial de 6,2%.

6.1. Determinação de marchas de absorção de água

A marcha de absorção de água das sementes foi determinada avaliando a variação do teor de água em função do tempo de exposição destas em diferentes meios, condições e métodos de embebição definidos como, hidrocondicionamento em papel (FANAN; NOVEMBRE, 2007), hidrocondicionamento por imersão em água destilada (AFZAL et al., 2007) e osmocondicionamento (HILL; CUNNINGHAM, 2007).

Em todos os métodos avaliados, o teor de água das sementes foi determinado por meio da variação de peso inicial e final das sementes, considerando o teor de água inicial. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão relacionando o tempo de embebição e o teor de água. Foi determinada a taxa de embebição ($Tx H_2O = \Delta \text{ teor de água} / \Delta \text{ tempo}$) e o tempo médio, em horas, necessário para que as sementes tenham atingido o teor de água suficiente para a protrusão da raiz primária, levando em consideração pelo menos cinco sementes com raiz primária com pelo menos 1 mm de comprimento.

6.1.1. Hidrocondicionamento em papel

Esta marcha de absorção foi conduzida de acordo com metodologia de Lima e Marcos Filho (2009), onde amostras de 0,3 g de sementes foram colocadas entre quatro folhas de papel, que foram umedecidas com água destilada na proporção de duas vezes o peso do papel a 15°C. Após 30 minutos, 1, 3, 6, 12, 22, 26, 36 e 48 horas, foi determinado o teor de água, com base na variação de peso das sementes.

6.1.2. Hidrocondicionamento por imersão em água destilada

Fundamentado nos estudos de Lopes et al. (1996), amostras de 1,0 g de sementes foram imersas em 50 mL de água destilada na relação 1:50 (volume semente : volume de solução), em recipientes de garrafa pet com altura de 17,4 cm e diâmetro de 3,2 cm colocados dentro de tubos de PVC. O condicionamento foi realizado a $10 \pm 2^\circ\text{C}$ e a aeração do sistema foi realizada por bombas de aquário. Após 15 minutos, 30 minutos, 2, 4 e 6 horas, determinou-se o teor de água por meio da variação de peso das sementes.

6.1.3. Osmocondicionamento

De acordo com Balbinot e Lopes (2006), amostras de 1,0 g de sementes foram imersas em 10 mL de solução de polietileno glicol PEG6000 com potencial osmótico de $-1,5$ MPa obtido com a concentração de $342,054 \text{ g L}^{-1}$, na relação 1:10 (volume semente : volume de solução), em recipientes de polietileno com altura de 7,4 cm e diâmetro de 3,6 cm. O condicionamento foi realizado a 15°C e os recipientes foram colocados sobre uma mesa de agitação a 250 rpm. O teor de água foi determinado após 1, 24, 48, 72 e 168 horas após a imersão das sementes, de acordo com a variação de peso destas.

6.2. Determinação dos métodos de condicionamento fisiológico

O condicionamento fisiológico foi avaliado por três métodos: hidrocondicionamento em papel, hidrocondicionamento por imersão em água destilada e osmocondicionamento de acordo com as marchas de absorção de água.

6.2.1. Hidrocondicionamento em papel

Amostras de 0,5 g de sementes foram colocadas entre quatro folhas de papel germitest, que foram umedecidas com água destilada na proporção de duas vezes o peso do papel. O condicionamento foi realizado a 15°C por 6 horas. Após este período, as sementes foram secas em estufa de circulação de ar a $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$, até atingirem o teor de água inicial e foram submetidas aos testes para avaliação de viabilidade e vigor descritos posteriormente.

6.2.2. Hidrocondicionamento por imersão em água destilada

Amostras de 1,0 g de sementes foram imersas em 50 mL de água destilada na relação 1: 10 (volume semente: volume de solução), em recipientes de garrafa pet com altura de 17,4 cm e diâmetro de 3,2 cm colocados dentro de tubos de PVC. O condicionamento foi realizado à temperatura de $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$, onde a aeração do sistema foi realizada por meio de bombas de aquário por um período de 2 horas. Após este período, as sementes foram retiradas e secas em estufa de circulação de ar a $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$, até atingirem o teor de água inicial e foram submetidas aos testes para avaliação de viabilidade e vigor descritos posteriormente.

6.2.3. Osmocondicionamento

Amostras de 1,0 g de sementes foram imersas em 10 mL de solução de polietileno glicol PEG6000 na concentração de $342,054 \text{ g L}^{-1}$, correspondente ao potencial osmótico de $-1,5$ MPa na relação 1:10 (volume semente : volume de solução), em recipientes de polietileno com altura de 7,4 cm e diâmetro de 3,6 cm. O condicionamento foi realizado a 15°C e os recipientes foram colocados sobre uma mesa de agitação a 250 rpm, para a aeração da solução, por 24 horas. Após este período, as

sementes foram lavadas, secas em estufa de circulação de ar a $35 \pm 2^\circ\text{C}$, até atingirem o teor de água inicial e submetidas aos testes para avaliação de viabilidade e vigor descritos posteriormente.

6.3. Imersão de sementes de alface em hipoclorito de sódio após condicionamento fisiológico

Amostras de sementes de alface condicionadas fisiologicamente ou não foram imersas em solução de NaClO a 1%, por 1 minuto e em seguida lavadas com água destilada. As sementes foram avaliadas por meio do teste de germinação, da primeira contagem do teste de germinação, do índice de velocidade de emissão de radícula, do índice de velocidade de emergência e do teste de germinação sob estresse térmico a 35°C .

6.4. Avaliação da qualidade fisiológica

6.4.1. Teste de germinação

Quatro repetições de 50 sementes foram colocadas sobre três folhas de papel umedecidas com água destilada na proporção de duas vezes e meia o peso do substrato, no interior de caixas tipo gerbox, envolvidas em sacos de polietileno. As sementes de alface permaneceram em câmaras reguladas a 20°C , com luz artificial por 16 horas, sendo a primeira avaliação realizada aos quatro dias e a avaliação final aos sete dias, registrando-se a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

6.4.2. Primeira contagem do teste de germinação

Foi registrada a porcentagem de plântulas normais em conjunto com o teste de germinação, aos quatro dias após a implantação do teste (BRASIL, 2009).

6.4.3. Índice de velocidade de emissão de radícula (IVER) e índice de velocidade de germinação (IVG)

Estes dois testes foram conduzidos juntamente, utilizando a metodologia do teste de germinação, registrando diariamente o número de sementes que inicialmente emitiram a radícula e posteriormente o número de plântulas normais. O índice de velocidade de emissão de radícula e de germinação foi calculado de acordo com Maguire (1962).

6.4.4. Teste de germinação a 35°C

A germinação a 35°C foi avaliada de acordo com o item 6.6.1., exceto pela temperatura da câmara que foi mantida a 35°C . As plântulas normais foram registradas

em duas contagens de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes para a espécie (BRASIL, 2009; MENEZES et al., 2006).

6.4.5. Condutividade elétrica

Quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento foram pesadas e imersas em 50 mL de água destilada e mantidas por 6 horas em câmara de germinação à temperatura de 20°C (FRANZIN et al., 2004). A avaliação foi realizada com o auxílio de um condutímetro DIGIMED modelo DM-31. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de sementes (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

6.4.6. Teste de pH

Os valores de pH foram determinados nas mesmas condições da avaliação da condutividade elétrica com o auxílio de medidor de pH digital MS TECNOPON modelo mPA-210.

6.5. Delineamento experimental e análise dos resultados

O delineamento experimental utilizado na determinação da marcha de absorção de água foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão.

O delineamento experimental utilizado no experimento envolvendo quatro tratamentos, com e sem imersão em solução de hipoclorito de sódio foi inteiramente casualizado, em quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância em um arranjo fatorial 4 x 2, onde as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo utilizado o programa estatístico SAEG – Sistema para Análises Estatísticas. Os dados do teste de germinação a 35°C e de condutividade elétrica foram previamente transformados em $\text{arcsen}\sqrt{(x+0,5)}$, e os valores originais foram empregados nas tabelas.

7. RESULTADO E DISCUSSÃO

7.1. Marcha de absorção de água

A absorção de água pela semente se dá em três fases: na primeira ocorre rápida absorção de água, na segunda a absorção é mais lenta e na terceira, após a protrusão da raiz primária, esta volta a se intensificar.

A marcha de absorção do método do hidrocondicionamento em papel mostrou rápida absorção de água pela semente nas primeiras 12 horas de embebição, identificada como fase I, com uma taxa de embebição de 3,28% teor de água h⁻¹, já a fase II teve uma taxa de embebição das sementes de 0,21% teor de água h⁻¹. A protrusão da raiz primária ocorreu com 36 horas de embebição, quando as sementes atingiram um valor médio de teor de água de 50,6%, dando início a fase III de embebição de água pelas sementes de alface da cultivar Regina, tornando-se parâmetro para os outros métodos (Figura 1).

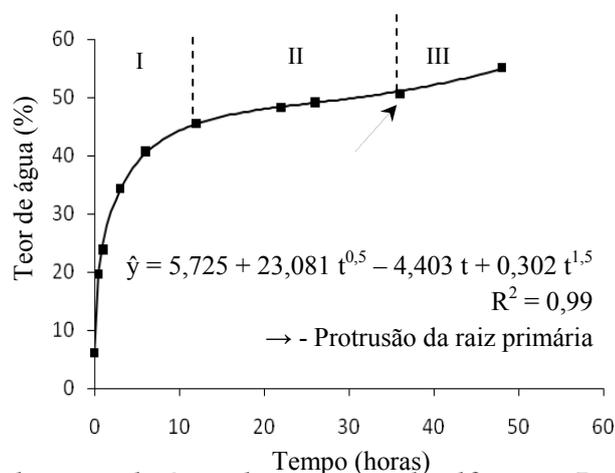


Figura 1: Marcha de absorção de água de sementes de alface cv. Regina no método de hidrocondicionamento em papel.

Foi observado em sementes de pepino, cv. Safira que a protrusão da raiz primária ocorreu após o teor de água médio de 33,3%, após um período médio de 15 horas e as do cv. Jóia apresentaram protrusão da raiz primária após o teor de água médio de 36,4%, após um período médio de 21,5 horas (LIMA; MARCOS FILHO, 2009).

A absorção rápida de água se deve ao completo contato das sementes com a água e a maior diferença de potencial hídrico entre as sementes e o meio, principalmente nos estágios iniciais de embebição.

A fase I do hidrocondicionamento por imersão em água destilada foi mais rápida que nos outros métodos, como esperado e ocorreu nas primeiras duas horas de embebição com uma taxa de 13,80% de teor de água h⁻¹, onde as sementes atingiram 33,8% de teor de água. Este teor de água foi utilizado como referência para a definição do período de condicionamento, pois em testes preliminares alcançou maior porcentagem de germinação. A partir deste teor de água foi observado um aumento de plântulas anormais, provavelmente devido aos danos causados pela rápida embebição, diminuindo a germinação. A fase II teve uma menor taxa de embebição com valor médio de 2,35% teor de água h⁻¹ e alcançou 43,2% de teor de água ao final de 6 horas de embebição (Figura 2).

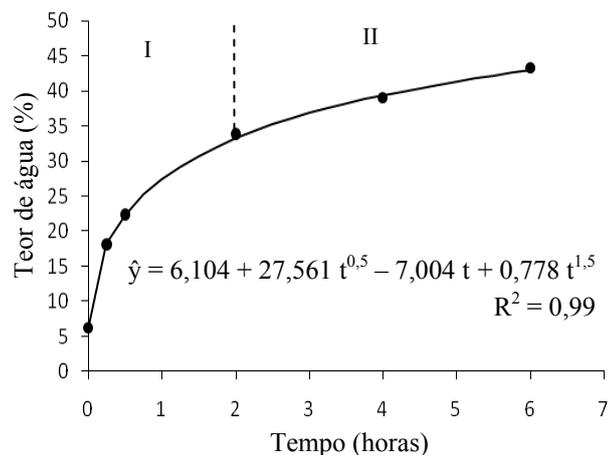


Figura 2: Marcha de absorção de água de sementes de alface cv. Regina no método de hidrocondicionamento por imersão em água destilada.

No osmocondicionamento, os teores de água das sementes se mostraram muito próximos das 24 até 168 horas (7 dias) de embebição, variando de 37,7 a 42,8%, sem a protrusão da raiz primária (Figura 3).

Bittencourt et al. (2004) avaliaram que após as 48 horas de embebição de sementes de aspargo em solução de PEG -1,0 e -1,2 MPa iniciou a fase II e somente após 504 horas (21 dias) de embebição iniciou a protrusão da raiz primária.

No osmocondicionamento a fase I ocorreu nas primeiras 24 horas de embebição com uma taxa de 1,31% teor de água h⁻¹. A fase II apresentou uma taxa de embebição de 0,04% de teor de água h⁻¹ (Figura 3).

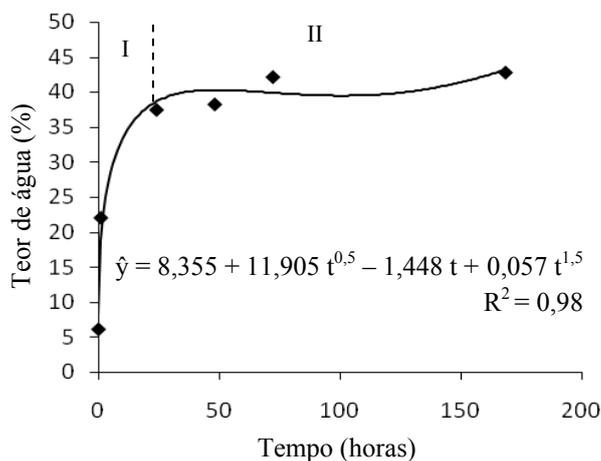


Figura 3: Marcha de absorção de água de sementes de alface cv. Regina no método de osmocondicionamento.

A absorção muito rápida de água pelas sementes favorece a ocorrência de injúrias às sementes (MARCOS FILHO, 2005). Em sementes de alface, cv. Regina, a

taxa de embebição foi mais lenta nas fases I e II no osmocondicionamento (Figura 3) e mais rápida no hidrocondicionamento por imersão em água destilada (Figura 2).

7.2. Qualidade fisiológica das sementes de alface, em diferentes métodos de condicionamento fisiológico e ação do hipoclorito de sódio (NaClO)

O método do osmocondicionamento favoreceu a germinação de sementes de alface, em relação aquelas não condicionadas, e o uso de NaClO após o condicionamento favoreceu a germinação de sementes, exceto quando elas foram hidrocondicionadas em papel (Tabela 1).

Tabela 1: Porcentagem de germinação de sementes de alface, cv. Regina, imersas ou não em solução de hipoclorito de sódio (NaClO).

Condicionamento	Sem NaClO	Com NaClO
	(%)	
Testemunha	33 bB	64 aA
Hidrocondicionamento em papel	42 bA	0 bB
Hidrocondicionamento em água destilada	35 bB	57 aA
Osmocondicionamento	66 aA	64 aA

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As plântulas normais oriundas de sementes que foram imersas em solução de NaClO foram maiores que as não imersas (Figura 4).

Em determinação de germinação de sementes de alface cv. Maioba aos 7 dias, as sementes tratadas com hipoclorito de sódio obtiveram mesmos percentuais de germinação, como aconteceu com sementes osmocondicionadas, já as sementes cv. Moreninha-de-Uberlândia tratadas com hipoclorito de sódio não germinaram (CARNELOSSI, et al., 1995), acontecendo o mesmo com as sementes hidrocondicionadas em papel neste trabalho (Figura 5).

No teste de germinação de sementes hidrocondicionadas em papel, as sementes sem tratamento com NaClO resultaram em plântulas normais com aproximadamente 2 cm, o mesmo aconteceu com as não condicionadas sem tratamento com NaClO, as sementes hidrocondicionadas em papel tratadas com NaClO não germinaram (Figuras 4 e 5).



Figura 4: Plântulas normais de alfaca, cv. Regina, oriundas de sementes não condicionadas. (a) sem imersão das sementes em solução de NaClO e (b) com imersão das sementes em solução de NaClO.

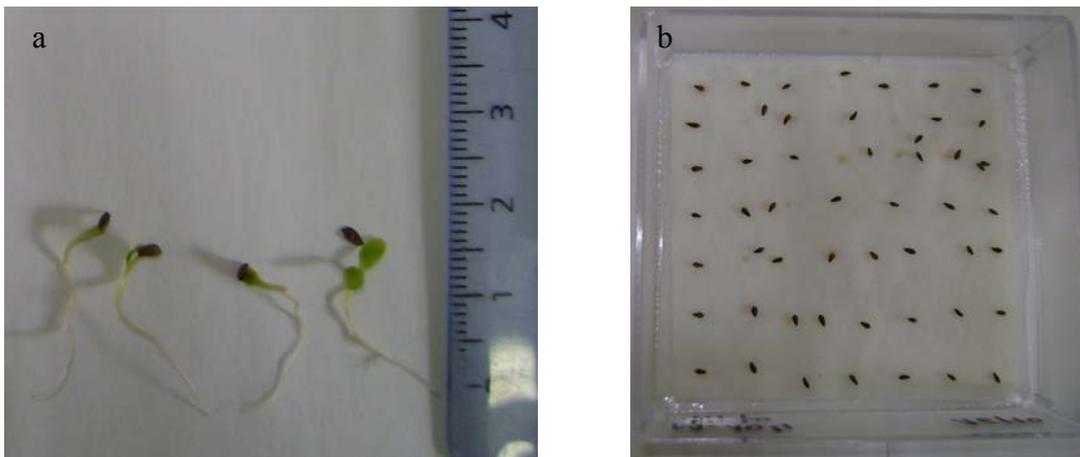


Figura 5: (a) Plântulas normais de alfaca, cv. Regina, oriundas de sementes hidrocondicionadas em papel sem imersão das sementes em solução de NaClO e (b) contagem final de sementes de alfaca, cv. Regina, oriundas de sementes hidrocondicionadas em papel com imersão das sementes em solução de NaClO.

Plântulas normais de sementes hidrocondicionadas por imersão em água destilada tiveram desenvolvimento igual ao das osmocondicionadas com e sem tratamento com NaClO (Figuras 6 e 7).

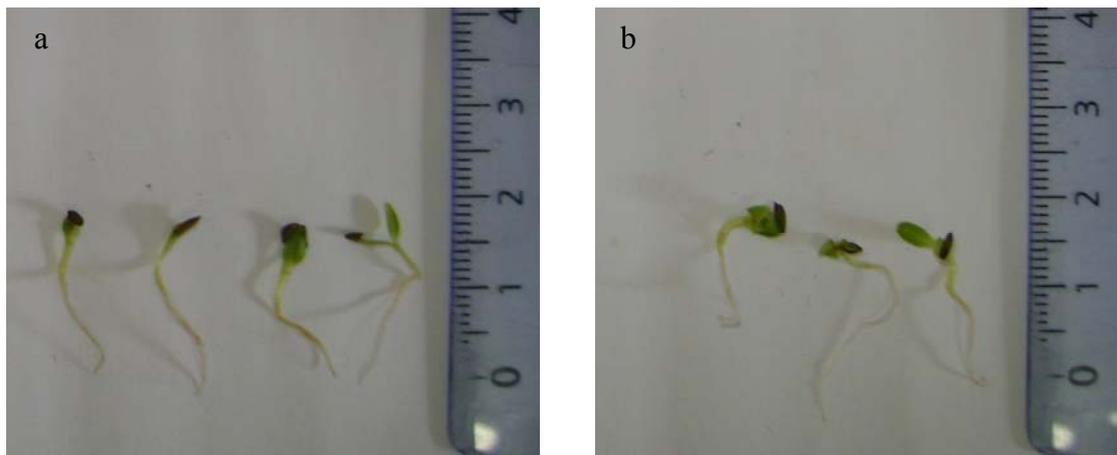


Figura 6: Plântulas normais de alface, cv. Regina, oriundas de sementes hidrocondicionadas em água destilada. (a) sem imersão das sementes em solução de NaClO e (b) com imersão das sementes em solução de NaClO.



Figura 7: Plântulas normais de alface, cv. Regina, oriundas de sementes osmocondicionadas. (a) sem imersão das sementes em solução de NaClO e (b) com imersão das sementes em solução de NaClO.

O vigor representado pela primeira contagem do teste de germinação foi superior nas sementes osmocondicionadas e a utilização do NaClO aumentou a germinação, exceto nas sementes hidrocondicionadas em papel (Tabela 2).

Tabela 2: Porcentagem de germinação na primeira contagem do teste de germinação de sementes de alface, cv. Regina, imersas ou não em solução de hipoclorito de sódio (NaClO).

Condicionamento	Sem NaClO	Com NaClO
	(%)	
Testemunha	1 bB	29 bA
Hidrocondicionamento em papel	8 bA	0 cA
Hidrocondicionamento em água destilada	12 bB	41 abA
Osmocondicionamento	49 aA	50 aA

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Após condicionar fisiologicamente sementes de alface nos métodos avaliados, pode-se verificar que tanto no teste de germinação quanto na primeira contagem do teste de germinação que o osmocondicionamento apresentou melhores resultados e que o uso de solução de NaClO aumentou a porcentagem de germinação, com exceção do hidrocondicionamento em papel (Tabelas 1 e 2).

O IVER (Tabela 3) de sementes osmocondicionadas sem imersão em solução de NaClO e de sementes hidrocondicionadas em papel com a imersão em solução de NaClO foi baixo, sendo no primeiro caso pela emissão tardia de raiz primária e no segundo pela baixa emissão total.

Tabela 3: Índice de Velocidade de Emissão de Radículas (IVER) de sementes de alface, cv. Regina, imersas ou não em solução de hipoclorito de sódio (NaClO).

Condicionamento	Sem NaClO	Com NaClO
Testemunha	17,45 bA	17,81 bA
Hidrocondicionamento em papel	28,89 aA	6,37 cB
Hidrocondicionamento em água destilada	36,27 aA	23,65 bB
Osmocondicionamento	6,52 cB	36,93 aA

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os melhores resultados para IVG foram em sementes hidrocondicionamento em papel e hidrocondicionamento por imersão em água destilada sem a imersão em solução de NaClO e em sementes osmocondicionadas com a em solução de NaClO (Tabela 4).

Tabela 4: Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de alface, cv. Regina, imersas ou não em solução de hipoclorito de sódio (NaClO).

Condicionamento	Sem NaClO	Com NaClO
Testemunha	3,82 bA	2,42 bcA
Hidrocondicionamento em papel	8,48 aA	0,70 cB
Hidrocondicionamento em água destilada	11,21 aA	5,02 bB
Osmocondicionamento	1,20 bB	10,01 aA

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O índice de velocidade de emissão de radícula e o de germinação refletem o vigor das sementes. Sendo assim, os resultados das tabelas 3 e 4 indicam que o osmocondicionamento diminuiu o vigor das sementes em relação aos outros métodos de condicionamento. A imersão das sementes em solução de NaClO favoreceu somente os resultados das sementes osmocondicionadas.

No teste de germinação a 35°C (Tabela 5) com sementes que não foram imersas em solução de NaClO, as hidrocondicionadas em papel e em água destilada mostraram maiores percentuais de germinação, já as sementes imersas em solução de NaClO, todos os métodos de condicionamentos foram superiores as não condicionadas.

As sementes de alface podem ser induzidas a dormência secundária (termodormência) quando submetidas a altas temperaturas (NASCIMENTO; CANTLIFFE, 2002) e os resultados da tabela 5 mostram que o condicionamento pode auxiliar na superação desta dormência, aumentando a germinação. O uso de NaClO aumentou os percentuais de germinação de sementes condicionadas.

Dois lotes de sementes de alface cv. Everglades obtiveram percentual médio de germinação de 83% na temperatura de 20°C e de 7% na temperatura de 35°C (NASCIMENTO; PEREIRA, 2007).

Tabela 5: Porcentagem de germinação a 35°C de sementes de alface, cv. Regina, imersas ou não em solução de hipoclorito de sódio (NaClO).

Condicionamento	Sem NaClO	Com NaClO
	(%)	
Testemunha	0 bA	0 bA
Hidrocondicionamento em papel	7 abA	15 aA
Hidrocondicionamento em água destilada	13 aA	18 aA
Osmocondicionamento	0 bB	11 abA

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Schwember e Bradford (2010) obtiveram valores de germinação a 20°C de 96% e 100% para sementes de alface hidrocondicionadas em água destilada por 6 horas e osmocondicionadas por 24 horas respectivamente, já em teste de germinação a 35°C sementes hidrocondicionadas não germinaram e as osmocondicionadas tiveram 40% de germinação.

Sementes osmocondicionadas em solução de PEG -1,2 MPa mantiveram o mesmo percentual de germinação a 20 e a 30°C, enquanto que as testemunhas tiveram resultados de 100% de germinação a 20°C e de 4% a 35°C (NASCIMENTO, 2003).

O teste de condutividade elétrica pode ser útil na avaliação de sementes condicionadas. Os resultados obtidos revelam que valores entre 7,625 e 10,245 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ indicam o aumento de vigor das sementes, principalmente nas sementes osmocondicionadas em relação a testemunha. Este valor poderá servir de referência para sementes de alface. Os valores do teste de pH não identificaram em geral, os melhores tratamentos (Tabelas 6 e 7).

Sementes de cebola condicionadas fisiologicamente obtiveram menores valores de condutividade elétrica do que as testemunhas (KEPCZYNSKA et al., 2003).

Tabela 6: Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) em sementes de alface, cv. Regina.

Condicionamento	C.E. ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Testemunha	19,740 a
Hidrocondicionamento em papel	10,245 b
Hidrocondicionamento em água destilada	7,775 b
Osmocondicionamento	7,625 b

Letras discriminam médias nas colunas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7: Resultados dos testes de pH da solução de imersão de sementes de alface, cv. Regina.

Condicionamento	pH
Testemunha	5,13 a
Hidrocondicionamento em papel	5,23 a
Hidrocondicionamento em água destilada	4,93 b
Osmocondicionamento	5,18 a

Letras discriminam médias nas colunas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

8. CONCLUSÕES

- A protrusão da raiz primária ocorreu quando as sementes de alface, cv. Regina, atingiram um teor de água médio de 50,6%;
- A taxa de embebição das sementes de alface, cv. Regina nas marchas de absorção de água foi mais lenta no osmocondicionamento;
- O osmocondicionamento foi o melhor método de condicionamento fisiológico para sementes de alface, cv. Regina no teste de germinação e na primeira contagem do teste de germinação.
- O uso de hipoclorito de sódio após o condicionamento em sementes de alface, cv. Regina favoreceu a germinação, exceto quando elas foram hidrocondicionadas em papel;
- Em condições de temperatura a 35°C, a germinação de sementes de alface, cv. Regina, condicionadas fisiologicamente e quando foram imersas em solução de hipoclorito de sódio aumentou o percentual de germinação, ajudando a superar a termodormência.

CAPÍTULO II

EMBEBIÇÃO, CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E ARMAZENAMENTO DE
SEMENTES DE CENOURA (*Daucus carota* L.)

9. RESUMO

RODRIGUES, Daniele Lima. **Embebição, condicionamento fisiológico e armazenamento de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.)**. Seropédica: UFRRJ, 2010. 29f. (Dissertação, Mestrado em Agronomia, Fitotecnia).

O objetivo deste trabalho foi avaliar métodos alternativos para melhorar a germinação e o vigor de sementes de cenoura da cultivar Brasília, principalmente em condições de altas temperaturas e estresse hídrico, em razão da semeadura desta espécie ser realizada diretamente no campo. Foram utilizados três métodos de condicionamento fisiológico: hidrocondicionamento em papel, hidrocondicionamento por imersão em água destilada e osmocondicionamento em solução de PEG 6000 -1,0 MPa e sementes testemunhas. Inicialmente foram determinadas as marchas de absorção de água em cada método de condicionamento e esses resultados foram submetidos à análise de regressão. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado envolvendo quatro métodos de condicionamento fisiológico e dois lotes, com quatro repetições. Os resultados dos efeitos do condicionamento fisiológico foram submetidos à análise de variância em um arranjo fatorial 4 x 2 (4 métodos x 2 lotes) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. Os testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes de cenoura foram o teste de germinação, primeira contagem do teste de germinação, índice de velocidade de emissão de radícula, índice de velocidade de germinação, teste de germinação a 35°C e teste de germinação com restrição hídrica, sendo esses testes executados logo após o condicionamento fisiológico e 30 e 60 dias após o armazenamento, esses resultados foram submetidos à análise de variância em um arranjo fatorial 4 x 3 (4 métodos x 3 períodos de armazenamento), e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A protrusão da raiz primária ocorreu com teor de água médio de 48,8% e a taxa de embebição foi mais lenta no hidrocondicionamento em papel e no osmocondicionamento. O hidrocondicionamento em papel e osmocondicionamento mantiveram a germinação e aumentaram o vigor de sementes de cenoura do lote 2, de menor vigor inicial. Após 60 dias de armazenamento a qualidade fisiológica das sementes diminuiu, porém nos métodos de hidrocondicionamento em papel e osmocondicionamento este efeito foi menor.

Palavras chave: Condicionamento fisiológico, altas temperaturas, deficiência hídrica.

10. ABSTRACT

RODRIGUES, Daniele Lima. Soaking, priming and storage of carrot seeds (*Daucus carota* L.). Seropédica: UFRRJ, 2010. 29f. (Dissertation, Master Science in Fitotecnia).

The objective of this study was to evaluate alternative methods to improve germination and vigor of carrot seeds cultivar Brasília, especially at high temperatures and water restriction, due to this species seeding is performed directly in the field. We used three methods of priming: hydropriming on paper, hydropriming by immersion in distilled water and priming in PEG 6000 -1.0 MPa and unprimed seeds. Initially, were determined water absorption marches in each conditioning method and these results were submitted to analysis regression. The experimental design was randomized using four methods of priming and two lots, with four replications. The results of priming effects were subjected to analysis of variance in a factorial 4 x 2 (4 methods x 2 lots) and means were compared by Tukey test, $P < 0.05$. Tests for evaluating the carrot seeds physiological quality were the germination test, first count of germination test, speed rate of radicle emission, speed rate germination, germination test at 35°C and germination test with water restriction, and these tests performed immediately after priming and 30 and 60 days after storage, these tests were performed after priming and 30 and 60 days after storage, these results were subjected to analysis of variance in a factorial 4 x 3 (4 methods x 3 storage times), and means were compared by Tukey test $P < 0.05$. The primary root protrusion occurred with water content averaging 48.8% and the rate of absorption was slower in hydropriming on paper and priming. Hydropriming on paper and priming kept the germination and increased the carrot seeds in lot 2, which less initial vigor. After 60 days of storage the physiological seeds quality decreased, but in hydropriming on paper and priming this effect was smaller.

Key words: Priming, high temperatures, water deficiency.

11. INTRODUÇÃO

A faixa de temperatura ideal para a germinação de sementes de cenoura está entre 20 a 30°C, altas temperaturas prejudicam o ciclo da cultura, levando os pesquisadores a realizarem estudos visando à seleção de genótipos mais adaptados e técnicas que melhorem o desempenho das sementes nessas condições. Havendo assim, melhoria do estabelecimento da lavoura, já que ela é proveniente de locais de temperaturas amenas (PEREIRA et al., 2007b).

O condicionamento de sementes é uma técnica que consiste em um conjunto de tratamentos de hidratação antes da semeadura, destinado a realçar a qualidade ou beneficiar o desempenho de lotes de sementes e/ou das plântulas produzidas, com procedimentos para favorecer a germinação, a sanidade, o desenvolvimento de plântulas (HILL et al., 2007).

Os métodos de pré-germinação ou condicionamento fisiológico de sementes variam de acordo com a espécie, o tamanho das sementes, a qualidade fisiológica inicial do lote de sementes e principalmente nos fatores como contato das sementes com a água, solução osmótica ou matriz (NASCIMENTO, 2009).

A determinação da marcha de absorção de água torna-se necessária, pois é conhecido que a tolerância das sementes a desidratação decresce à medida que progride a embebição, sendo severamente inibida ou perdida a partir da protusão da raiz primária. Sendo assim, é importante saber sobre a ativação metabólica adequada e o momento certo para paralisar o fornecimento de água para a realização da secagem das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

As sementes condicionadas fisiologicamente, geralmente diminuem a viabilidade e o vigor durante o armazenamento, que pode variar com a metodologia de condicionamento e as condições ambientais (NASCIMENTO, 2009).

12. REVISÃO DE LITERATURA

12.1. Aspectos gerais da cultura

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma hortaliça da família *Apiaceae*, rica em vitamina A e utilizada para o consumo *in natura* ou na indústria de alimentos. Originária da Europa e da Ásia é cultivada nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil, sendo uma planta bienal e seu ciclo produtivo varia de 90 a 120 dias. É uma cultura que se desenvolve melhor em solos de textura média, com níveis de nutrientes e matéria orgânica adequados e com pH na faixa de 6,0 a 6,5 (FILGUEIRA, 2003).

O efeito da temperatura durante o ciclo da cultura é importante e tem levado os pesquisadores a realizarem estudos visando a seleção de genótipos mais adaptados a condições de altas temperaturas para melhoria do estabelecimento da lavoura, já que ela é proveniente de locais de temperaturas amenas. Atualmente encontra-se no mercado cultivares comerciais, como Brasília, Alvorada, Carandaí e Kuronan que são adaptadas ao cultivo em locais de clima mais quente. Deve-se levar em consideração que o período de verão é considerado o mais crítico para o cultivo de cenoura, ocorrendo muitas vezes falta do produto no mercado, com conseqüente elevação de preços (PEREIRA et al., 2007b; OLIVEIRA, et al., 2005).

A semeadura na cultura de cenoura é feita diretamente no campo, podendo ser com o uso de semeadeira mecânica ou manual. A semeadura manual utiliza-se de uma excessiva quantidade de sementes, sendo o gasto de em média de 0,7 a 1,0 grama de sementes por metro quadrado de canteiro, o que gera um problema econômico, pela compra de excesso de sementes e de mão de obra, pela necessidade do raleio que se torna um manejo obrigatório para a obtenção de raízes de melhor tamanho e qualidade e o raleio diminui a competição entre plantas para que obtenha água, luz e nutrientes em quantidades adequadas, através da maior disponibilização de espaço (PEREIRA et al., 2008).

O espaçamento recomendado para que se obtenha um número satisfatório de plantas e raízes por hectare é de 4 a 5 cm entre plantas.

A maioria das hortaliças tem ciclo curto de produção e, conseqüentemente, é importante ter alternativas que possam uniformizar o estabelecimento das plantas (FANAN; NOVEMBRE, 2007). As hortaliças, especialmente aquelas em que os órgãos vegetativos são os produtos finais podem apresentar variedades e lotes com limitações na germinação e no vigor de sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Segundo Marcos Filho (2005), lotes de sementes sadias e vigorosas podem apresentar comportamento deficiente em campo, pois, sob condições ambientais subótimas, a percentagem de emergência de plântulas geralmente não corresponde à da germinação em laboratório.

Na fase inicial de implantação da cultura da cenoura é necessário que a germinação das sementes e estabelecimento das plantas seja o mais rápido e uniforme possível para que ocorra a cobertura completa do solo, evitando competição com plantas espontâneas ou invasoras, patógenos do solo e deficiência hídrica. Neste caso, sabe-se que as sementes podem apresentar diferenças na germinação e no vigor, comprometendo assim o sincronismo e uniformidade na emergência de plântulas. A utilização de sementes de alta qualidade fisiológica irá minimizar o risco com perdas de produção durante o estabelecimento de plântulas, seja no transplântio de mudas ou na semeadura direta (NASCIMENTO, 2005).

O cultivo de cenoura sob altas temperaturas no momento da sementeira pode reduzir a germinação de sementes e comprometer o estabelecimento das plantas. A germinação das sementes de cenoura ocorre sob temperaturas de 8 a 35°C, sendo que a velocidade e uniformidade de germinação variam com a temperatura dentro desses limites. (PEREIRA et al., 2007b).

O controle de plantas daninhas em cenoura, cv. Brasília, durante os 21 dias após a sementeira fez com que a cultura expressasse um potencial produtivo semelhante ao tratamento que foi mantido na ausência de plantas daninhas até a colheita (COELHO et al., 2009). Um rápido estabelecimento da cultura da cenoura no campo é importante, pois, diminui a necessidade de capinas, facilita o desbaste e reduz o tempo de exposição de sementes e plântulas a microrganismos patogênicos no solo. Pode-se assim, assegurar o estabelecimento e a uniformização das plantas, pois qualquer esforço nesse sentido de garantir é de fundamental importância para se alcançar um bom estado e ter a garantia da produtividade e qualidade do produto colhido (NASCIMENTO, 1998).

Produtos químicos como fungicidas e inseticidas são utilizados como protetores das sementes, principalmente para controlar fungos e insetos na fase de emergência de plântulas e estabelecimento da cultura. A utilização de sementes condicionadas fisiologicamente pode acelerar a germinação e a emergência diminuindo o tempo de exposição destas sementes a patógenos do solo, reduzindo o tempo entre a sementeira e a emergência das plântulas, evitando assim, o tratamento das sementes com inseticidas e fungicidas químicos (BALBINOT; LOPES, 2006; FESSEL et al., 2002).

Os tratamentos de pré-germinação como o osmocondicionamento, hidrocondicionamento e matricionamento se destacam e estão relacionados com o controle de embebição inicial das sementes.

12.2. Condicionamento fisiológico de sementes

O hidrocondicionamento tem como vantagens a não utilização de produtos químicos que possam vir a ser nocivos a semente durante o período de embebição, porém a embebição muito rápida pode favorecer a ocorrência de injúrias às sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Sementes de pepino, cv Safira, hidrocondicionadas em papel tiveram maior percentual de germinação na primeira contagem do teste de germinação e maior velocidade de germinação que as não condicionadas (LIMA; MARCOS FILHO, 2009).

Sementes de cebola hidrocondicionadas em papel apresentaram melhor germinação e maior vigor que as não condicionadas (HÖLBIG, 2007)

Marcos Filho & Kikuti (2008) obtiveram resultados que indicaram que o hidrocondicionamento por imersão em água promove efeitos benéficos sobre a velocidade de germinação e de emergência de plântulas de couve-flor, aspectos diretamente relacionados ao estabelecimento do estado.

O hidrocondicionamento por imersão em água foi mais eficaz que o osmocondicionamento e matricionamento em sementes de trigo, melhorando a emergência e o vigor de plântulas em condições normais e salinas (AFZAL et al., 2007).

O condicionamento osmótico de sementes tem efeito positivo no desenvolvimento da raiz primária por promover incrementos nos níveis de DNA e RNA, no teor de proteínas solúveis, na taxa respiratória, na “síntese-de-novo” de enzimas específicas, o que proporcionaria maior acúmulo de solutos, resultando num crescimento mais rápido e maior acúmulo de biomassa (PEREIRA et al., 2008).

Esta técnica foi usada em algumas sementes vegetais para aumentar a taxa da germinação, a germinação total e a uniformidade do plantio, sendo os maiores benefícios do condicionamento osmótico se mostram em condições edafo-climáticas adversas (NASCIMENTO; ARAGÃO, 2004; NASCIMENTO et al., 2009)

Marcos Filho (2005) exemplificou que vários autores concluíram que sementes de cenoura osmocondicionadas por 14 dias, com uma temperatura de 15°C, em uma solução de PEG 6000 (-1,0 MPa), obtiveram emergência mais rápida das plântulas e germinação mais rápida e uniforme.

Balbinot & Lopes (2006) observaram que houve incremento na porcentagem de plântulas normais de cenoura em relação à testemunha, zero hora, em relação aos demais tratamentos, 12, 24 e 18 horas de embebição submetidas à secagem. Sendo assim, o condicionamento osmótico de sementes de cenoura, nos tratamentos utilizados aumentou a velocidade de germinação.

Azami & Mohammadi (2008) concluíram que as sementes de cenoura que embeberam em solução de PEG aumentaram a porcentagem de germinação e diminuíram o tempo médio de germinação, avaliaram também que o tempo de secagem das sementes não causou efeito significativo na porcentagem de germinação após o período de armazenamento.

Pereira et al. (2009) relataram que condicionamento fisiológico em sementes de cenoura cv. Brasília em solução com potencial osmótico de -1,0 MPa por quatro dias, mostraram-se com aumento da primeira contagem do teste de germinação em relação a controle, não havendo diferença estatística na porcentagem final de germinação.

12.3. Secagem de sementes após o condicionamento

Após o condicionamento, as sementes atingem teores de água relativamente elevados e inadequados para a conservação do potencial fisiológico durante o armazenamento. Desta maneira, a secagem deve ser conduzida de maneira adequada, para minimizar a possibilidade de reversão dos efeitos benéficos do tratamento (MARCOS FILHO; KIKUTI, 2008).

Sabe-se que a tolerância das sementes à desidratação decresce à medida que progride a embebição, sendo severamente inibida ou perdida a partir da protusão da raiz primária. Torna-se necessário saber a ativação metabólica adequada e o momento adequado para paralisar o fornecimento de água e para a realização da secagem (MARCOS FILHO, 2005).

Desta maneira, verifica-se que os efeitos da secagem pós-condicionamento das sementes dependem do procedimento adotado para a secagem, da espécie considerada e do potencial fisiológico dos lotes utilizados (CASIEIRO; MARCOS FILHO, 2005).

A secagem das sementes após o condicionamento é desejável, pois facilita seu manuseio e armazenamento, evitando expor as sementes ao risco de danos mecânicos provocados pelos equipamentos de semeadura (BALBINOT; LOPES, 2006).

12.4. Potencial de armazenamento de sementes condicionadas fisiologicamente

O armazenamento de sementes tem como objetivo principal a preservação da qualidade (genética, física, fisiológica e sanitária) para a manutenção de estoques para cultivos posteriores (NASCIMENTO, 2009).

Um ponto em discussão das sementes pré-condicionadas refere-se à manutenção dos efeitos do tratamento durante o armazenamento. Este é um assunto pouco pesquisado, embora resultados promissores tenham sido obtidos por alguns pesquisadores (POSSE et al., 2004).

Em avaliação de lotes de sementes de cenoura e cebola, a porcentagem de germinação de sementes submetidas ao pré-tratamento com PEG, não foi afetada pela secagem e pelo armazenamento, mas o desenvolvimento das plântulas foi prejudicado, sendo que o número de plântulas anormais aumentou durante o armazenamento (DREW et al., 1997).

Rodrigues et al. (2009) avaliaram que sementes de cenoura osmocondicionadas em soluções aeradas de KNO_3 e PEG6000 apresentaram aumento no vigor imediatamente após o tratamento e após 30 dias de armazenamento das sementes, porém os benefícios encontrados do condicionamento fisiológico não foram mantidos aos 90 dias de armazenamento.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o ponto de emissão de radícula de acordo com as marchas de absorção de água, a taxa de absorção de água nas marchas de embebição nos diferentes métodos de condicionamento, os efeitos do hidrocondicionamento em papel, hidrocondicionamento por imersão em água destilada e osmocondicionamento na melhoria do vigor de dois lotes de sementes de cenoura em condições de altas temperaturas e de deficiência hídrica e avaliar a viabilidade e o vigor das sementes condicionadas ou não, armazenadas por até 60 dias.

13. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Controle de Qualidade de Sementes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ. Foram utilizados dois lotes de sementes de cenoura da cultivar “Brasília”. O lote 1 com um peso de mil sementes de 2,391g e teor de água de 7,90% e o lote 2 com peso de mil sementes de 2,249g e 7,73% de teor de água. Ambos os lotes foram classificadas em um conjunto de peneiras e as sementes utilizadas nos experimentos foram as provenientes de uma mistura das retidas nas peneiras de abertura de 1,40 e 1,18 mm.

13.1. Determinação da marcha de absorção de água

A marcha de absorção de água das sementes foi realizada utilizando amostras do lote 1, determinando a variação do teor de água em função do tempo de exposição destas em diferentes meios, condições e métodos de embebição, definidos como hidrocondicionamento em papel (MARCOS FILHO; KIKUTI, 2008), hidrocondicionamento por imersão em água destilada (AFZAL et al., 2007) e osmocondicionamento (PEREIRA et al., 2009), que serão descritos posteriormente.

O teor de água das sementes foi determinado por meio da variação de peso inicial e final das sementes, considerando o teor de água inicial. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão relacionando o tempo de embebição e o teor de água.

Foi determinada a taxa de embebição ($T_x H_2O = \Delta \text{ teor de água} / \Delta \text{ tempo}$) e o tempo médio, em horas, necessário para que as sementes tenham atingido o teor de água suficiente para a protrusão da raiz primária, levando em consideração pelo menos cinco sementes com raiz primária com pelo menos 1 mm de comprimento.

13.1.1. Hidrocondicionamento em papel

Esta marcha de absorção foi conduzida de acordo com metodologia de Lima e Marcos Filho (2009), onde amostras de 0,300 g de sementes foram colocadas entre quatro folhas de papel, que foram umedecidas com água destilada na proporção de duas vezes o peso do papel, a 15°C. Após 30 minutos, 1, 3, 6, 12, 22, 26, 36 e 48 horas, foi determinado o teor de água, com base na variação de peso das sementes.

13.1.2. Hidrocondicionamento por imersão em água destilada

Fundamentado nos estudos de Lopes et al. (1996), amostras de 1,000 g de sementes foram imersas em 50 mL de água destilada na relação 1:50 (volume semente : volume de solução), em recipientes de garrafa pet com altura de 17,4 cm e diâmetro de 3,2 cm colocados dentro de tubos de PVC. O condicionamento foi realizado a $10 \pm 2^\circ\text{C}$ e a aeração do sistema foi realizada por meio de bombas de aquário. Após 15 minutos, 30 minutos, 2, 4 e 6 horas, determinou-se o teor de água por meio da variação de peso das sementes.

13.1.3. Osmocondicionamento

De acordo com Pereira et al. (2007a) amostras de 1 g de sementes foram imersas em 10 mL de solução de PEG 6000 com potencial osmótico de $-1,0$ MPa obtido com a concentração de $273,237 \text{ g L}^{-1}$, na relação 1:10 (volume semente : volume de solução), em recipientes de polietileno com altura de 7,4 cm e diâmetro de 3,6 cm. O condicionamento foi realizado a 15°C e os recipientes foram colocados sobre uma mesa de agitação a 250 rpm. O teor de água foi determinado após 1, 24, 48, 72 e 168 horas após a imersão das sementes, de acordo com a variação de peso destas.

13.2. Determinação dos métodos de condicionamento fisiológico

O condicionamento fisiológico foi avaliado por três métodos: hidrocondicionamento em papel, hidrocondicionamento por imersão em água destilada e osmocondicionamento.

13.2.1. Hidrocondicionamento em papel

Amostras de 0,500 g foram colocadas entre quatro folhas de papel germitest, que foram umedecidas com água destilada na proporção de duas vezes o peso do papel. O condicionamento foi realizado a 15°C por um período de 48 horas. Após este período, as sementes foram secas em estufa de circulação de ar a $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$, até atingirem o teor de água inicial e foram submetidas aos testes para avaliação da viabilidade e do vigor descritos posteriormente.

13.2.2. Hidrocondicionamento por imersão em água destilada

Amostras de 1,000 g de sementes foram imersas em 50 mL de água destilada na relação 1:10 (volume semente : volume de solução), em recipientes de garrafa pet com altura de 17,4 cm e diâmetro de 3,2 cm colocados dentro de tubos de PVC. O condicionamento foi realizado à temperatura de $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$, onde a aeração do sistema foi realizada por meio de bombas de aquário por um período de 6 horas. Após este período, as sementes foram retiradas e secas em estufa de circulação de ar a $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$, até atingirem o teor de água inicial e foram submetidas aos testes para avaliação da viabilidade e do vigor descritos posteriormente.

13.2.3. Osmocondicionamento

Amostras de 1,000 g de sementes foram imersas em 10 mL de solução de PEG 6000 na concentração de $273,237 \text{ g L}^{-1}$, correspondente ao potencial osmótico de $-1,0$ MPa na relação 1:10 (volume semente: volume de solução), em recipientes de polietileno com altura de 7,4 cm e diâmetro de 3,6 cm. O condicionamento foi realizado à temperatura de 15°C e os recipientes foram colocados sobre uma mesa de agitação a 250 rpm, para a aeração da solução, por um período de 24 horas. Após este período, as sementes foram lavadas, secas em estufa de circulação de ar a $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$, até

atingirem o teor de água inicial e foram submetidas aos testes para avaliação da viabilidade e do vigor descritos posteriormente.

13.3. Avaliação da qualidade fisiológica

13.3.1. Teste de germinação

Quatro repetições de 50 sementes foram imersas previamente em solução de NaClO a 1%, por 3 minutos e semeadas sobre três folhas de papel germitest, umedecidas com água destilada na proporção de duas vezes e meia o peso do substrato, no interior de caixas tipo gerbox, envolvidas em sacos de polietileno. As sementes de cenoura permaneceram em câmaras sob temperatura alternada de 20 e 30°C. A primeira avaliação foi realizada aos sete dias e a avaliação final aos quatorze dias, registrando-se a porcentagem de plântulas normais, sendo consideradas plântulas normais aquelas com raiz primária e parte aérea desenvolvida (BRASIL, 2009).

13.3.2. Primeira contagem do teste de germinação

Foi registrado o percentual de plântulas normais após sete dias da implantação do teste de germinação (BRASIL, 2009).

13.3.3. Índice de velocidade de emissão de radícula (IVER) e índice de velocidade de germinação (IVG)

Estes dois testes foram conduzidos conjuntamente, utilizando a metodologia do teste de germinação, registrando diariamente o número de sementes que inicialmente emitiram a radícula e posteriormente o número de plântulas normais até quatorze dias. O índice de velocidade de emissão de radícula e de germinação foi calculado de acordo com Maguire (1962).

13.3.4. Teste de germinação a 35°C

A germinação a 35°C foi avaliada de acordo com o item 14.6.1. exceto pela temperatura da câmara que foi mantida a 35°C. O substrato foi umedecido com solução contendo o antibiótico ampicilina diluído em água destilada na proporção de 1:100 (antibiótico : água destilada). As plântulas normais foram registradas aos sete e aos quatorze dias de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes para a espécie (BRASIL, 2009; PEREIRA et al., 2007a).

13.3.5. Teste de germinação sob restrição hídrica

Foi realizado seguindo a metodologia do teste de germinação, sendo que o substrato foi umedecido com uma solução de PEG 6000 na concentração de -0,4 MPa (ALMEIDA, 2009). As plântulas normais foram registradas aos sete e aos quatorze dias

de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes para a espécie (BRASIL, 2009).

13.4. Avaliação do armazenamento

Amostras de sementes condicionadas nos métodos citados e não condicionadas foram avaliadas imediatamente após a secagem das sementes e outra amostra foi armazenada em embalagem impermeável, a 10°C e após os períodos de 30 e 60 dias foram submetidas aos testes para avaliação da viabilidade e vigor definidos anteriormente.

13.5. Delineamento experimental e análise dos resultados

O delineamento experimental utilizado na determinação da marcha de absorção de água foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão.

Para o experimento que avaliou os efeitos do condicionamento fisiológico, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado envolvendo métodos de condicionamento fisiológico e dois lotes de semente de cenoura, com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância em um arranjo fatorial 4 x 2 (4 métodos x 2 lotes), e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados dos testes utilizados para avaliar o efeito do armazenamento foram submetidos à análise de variância em um arranjo fatorial 4 x 3 (4 métodos x 3 períodos de armazenamento), e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo que para resultados de primeira contagem do teste de germinação, germinação a 35°C de sementes do lote 1 e germinação sob déficit hídrico foram previamente transformados em $\arcsen\sqrt{(x+0,5)}$ e os valores originais foram empregados nas tabelas, sendo utilizado o programa estatístico SAEG – Sistema para Análises Estatísticas.

14. RESULTADOS E DISCUSSÃO

14.1. Marchas de absorção de água

A absorção de água na semente acontece em três fases, sendo a primeira de absorção rápida, a segunda fase ocorre uma absorção mais lenta e a terceira, após a protrusão da raiz primária, volta a se intensificar (BEWLEY; BLACK, 1994).

A fase I de absorção de água pelas sementes de cenoura no método de hidrocondicionamento em papel foi observada nas primeiras 26 horas de embebição com uma taxa de embebição média de 1,51% teor de água h⁻¹. A fase II, mais lenta, teve uma taxa de embebição de 0,03% teor de água h⁻¹. Nesta condição, a protrusão da raiz primária ocorreu após 54 horas do início da embebição, quando as sementes atingiram um valor médio de teor de água de 48,8%, dando início a fase III de embebição. Este teor de água foi utilizado como referência para identificar o período necessário para o condicionamento das sementes antes da protrusão da raiz primária (Figura 8).

O tempo de duração escolhido para o hidrocondicionamento em papel, de acordo com a marcha de absorção de água, foi de 48 horas, pois apresentou um valor médio de teor de água igual ao de 54 horas, no entanto sem ocorrer a protrusão da raiz primária.

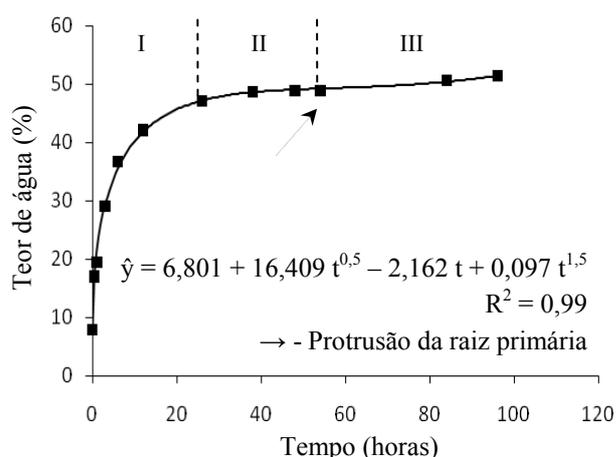


Figura 8: Marcha de absorção de água de sementes de cenoura cv. Brasília no método de hidrocondicionamento em papel.

A rápida embebição no hidrocondicionamento por imersão em água destilada dificultou a identificação das fases de embebição, porém foi estimado para a fase I o período de embebição até 2 horas, com uma taxa de 10,15% teor de água h⁻¹ com as sementes atingindo 28,2% de teor de água ao final de 2 horas. A fase II teve uma taxa de embebição de 4,00% teor de água h⁻¹, alcançando um teor de água de 44,2% ao final de 6 horas de embebição com um teor de água próximo a valores encontrados nas sementes hidrocondicionadas em papel por 48 h (Figura 9). Neste caso foi definido o tempo de seis horas para o condicionamento das sementes neste método.

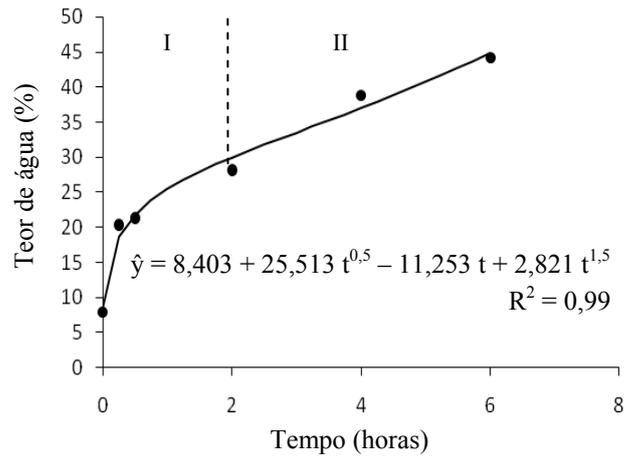


Figura 9: Marcha de absorção de água de sementes de cenoura cv. Brasília no método de hidrocondicionamento por imersão em água destilada.

No osmocondicionamento a fase I ocorreu nas primeiras 24 horas de embebição com uma taxa de 1,51% teor de água h⁻¹. A fase II apresentou uma taxa de embebição de 0,03% teor de água h⁻¹, sendo observados nesta fase, valores médios de teor de água variando de 44,2 a 47,9% após 72 e 168 h, respectivamente, sem ocorrer a protrusão da raiz primária (Figura 10).

Assim, o período escolhido de duração do osmocondicionamento das sementes foi de 24 horas, com teor de água médio de 44,2%, que é um valor próximo ao do determinado na marcha de absorção de água do hidrocondicionamento em papel por 48 horas.

Bittencourt et al. (2004) encontraram uma rápida absorção de água pelas sementes em osmocondicionamento nas primeiras 24 horas e o mesmo aconteceu com as sementes de cenoura, cv. Brasília (Figura 10).

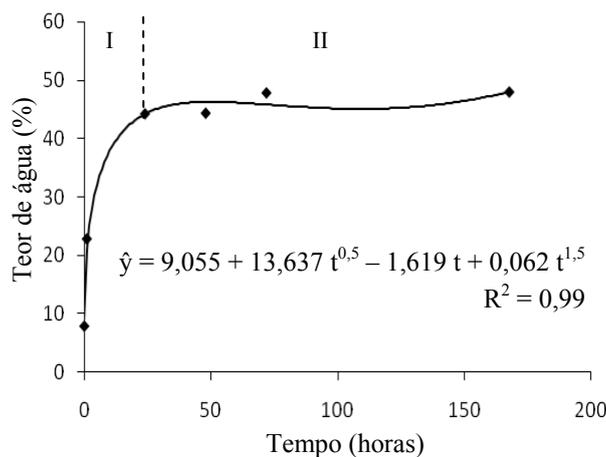


Figura 10: Marcha de absorção de água de sementes de cenoura cv. Brasília no método de osmocondicionamento.

14.2. Avaliação da qualidade fisiológica de dois lotes de sementes de cenoura, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico

Os métodos de condicionamento não influenciaram a germinação das sementes, sendo que o lote 2 apresentou menor percentual de germinação em relação ao lote 1 (Tabela 13).

Sementes de trigo hidrocondicionadas em água destilada tiveram maior crescimento radicular e de parte aérea que as testemunhas e as osmocondicionadas em condições normais de germinação e em condições salinas (AFZAL et al., 2007).

Tabela 8: Porcentagem de germinação de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico.

Método	Lote 1	Lote 2
	(%)	
Testemunha	79 aA	50 aB
Hidrocondicionamento em papel	81 aA	55 aB
Hidrocondicionamento em água destilada	73 aA	56 aB
Osmocondicionamento	75 aA	52 aB

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

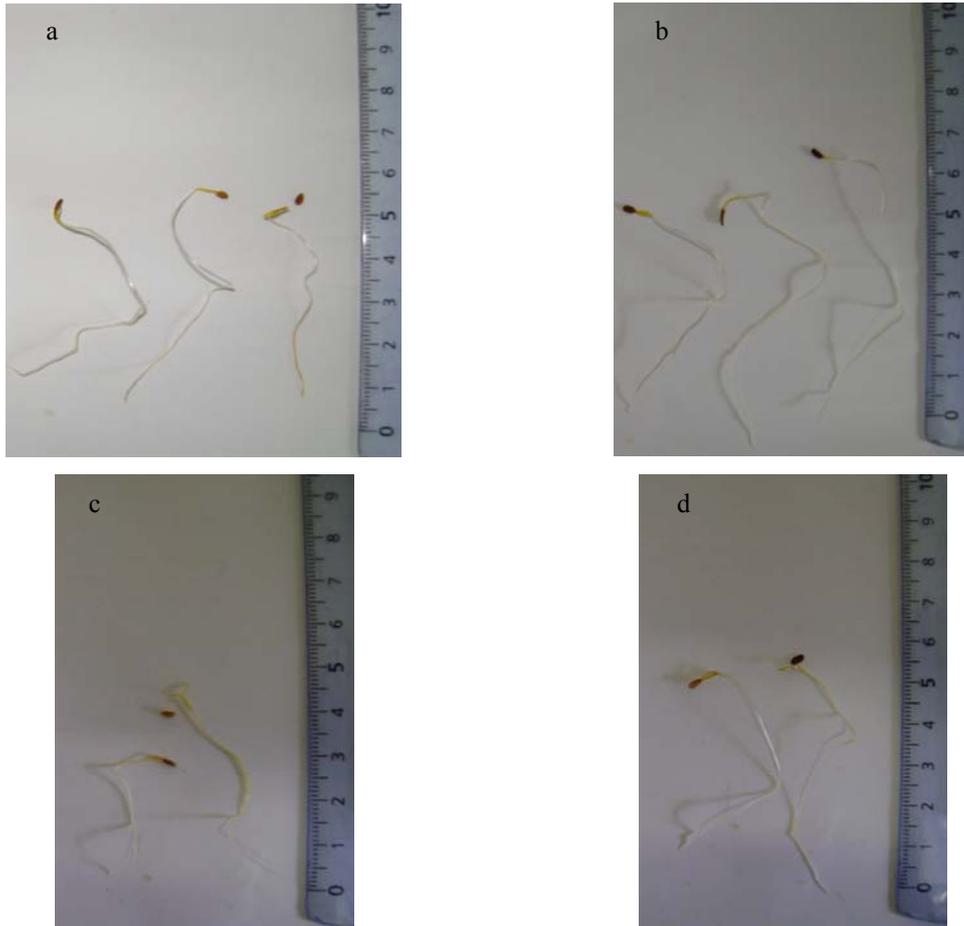


Figura 11: Plântulas normais de cenoura, cv. Brasília, lote 1, em diferentes métodos de condicionamento fisiológico. (a) testemunha, (b) hidrocondicionamento em papel, (c) hidrocondicionamento por imersão em água destilada e (d) osmocondicionamento.

As plântulas normais obtidas do lote 1 hidrocondicionadas em papel foram maiores que todos os outros tratamentos (Figura 11). As plântulas normais testemunhas, do lote 2 tiveram desenvolvimento mais uniforme Figura 12).

A porcentagem de germinação na primeira contagem do teste de germinação não indicou variações no vigor das sementes, exceto quando se utilizou o osmocondicionamento no lote 2, causando uma redução no vigor (Tabela 14).

Nascimento et al. (2009) avaliaram que condicionamento osmótico favoreceu a velocidade de germinação de sementes de cenoura, sendo que as não condicionadas demoraram mais para germinar.

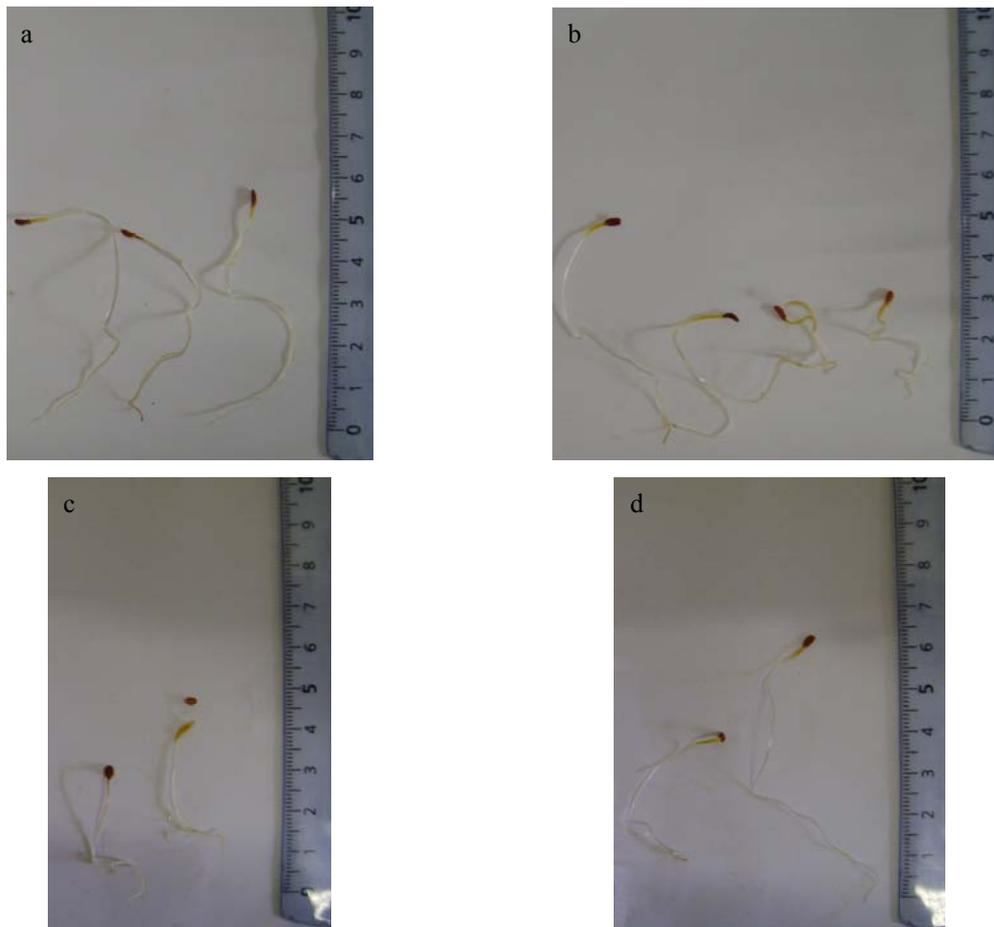


Figura 12: Plântulas normais de cenoura, cv. Brasília, lote 2, em diferentes métodos de condicionamento fisiológico. (a) testemunha, (b) hidrocondicionamento em papel, (c) Hidrocondicionamento por imersão em água destilada e (d) osmocondicionamento.

Tabela 9: Porcentagem de germinação na primeira contagem do teste de germinação de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico.

Método	Lote 1	Lote 2
	(%)	
Testemunha	69 aA	35 abB
Hidrocondicionamento em papel	70 aA	45 aB
Hidrocondicionamento em água destilada	61 aA	42 abB
Osmocondicionamento	63 aA	33 bB

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As tabelas 15 e 16 mostram os resultados dos índices de velocidade. Nestas avaliações foi constatado que o hidrocondicionamento em papel e o osmocondicionamento aumentaram a velocidade de germinação, sobretudo no lote 2.

Tabela 10: Índice de Velocidade de Emissão de Radículas (IVER) de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico.

Método	Lote 1	Lote 2
Testemunha	11,98 bA	5,94 bB
Hidrocondicionamento em papel	17,01 aA	9,80 aB
Hidrocondicionamento em água destilada	12,14 bA	7,37 abB
Osmocondicionamento	11,94 bA	9,35 aB

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11: Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico.

Método	Lote 1	Lote 2
Testemunha	5,70 aA	3,09 bB
Hidrocondicionamento em papel	6,78 aA	4,40 aB
Hidrocondicionamento em água destilada	6,16 aA	3,14 bB
Osmocondicionamento	6,08 aA	4,59 aB

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A porcentagem de germinação a 35°C foi maior no método de hidrocondicionamento em papel para os lotes 1 e 2 e no osmocondicionamento para o lote 2. O lote 2, de menor vigor, mostrou melhores resultados que o lote 1, de melhor vigor, em condição de temperatura supra-ótima nos métodos de condicionamento (Tabela 17).

Tabela 12: Porcentagem de germinação a 35°C de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico.

Método	Lote 1	Lote 2
	(%)	
Testemunha	11 bA	11 bA
Hidrocondicionamento em papel	20 aA	19 aA
Hidrocondicionamento em água destilada	5 bB	18 abA
Osmocondicionamento	8 bB	15 abA

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O osmocondicionamento aumentou a porcentagem de germinação em teste sob déficit hídrico, principalmente no lote 2, sem efeitos no lote 1 (Tabela 18).

Almeida et al. (2009) constataram que o estresse hídrico reduz a porcentagem de germinação de sementes de cenoura.

Sementes de cenoura osmocondicionadas em teste de germinação sob estresse hídrico tiveram melhores resultados de porcentagem de germinação que as não condicionadas (PEREIRA et al., 2009).

Tabela 13: Porcentagem de germinação sob déficit hídrico (-0,4 MPa) de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico.

Método	Lote 1	Lote 2
	(%)	
Testemunha	24 aA	1 bB
Hidrocondicionamento em papel	28 aA	10 abB
Hidrocondicionamento em água destilada	23 aA	7 bB
Osmocondicionamento	22 aA	17 aA

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As sementes do lote 2, de menor vigor, mostraram melhores respostas aos métodos de condicionamento fisiológico em condições de germinação adversas que as do lote 1 (Tabela 17 e 18).

Os resultados evidenciaram que para sementes de cenoura da cultivar Brasília, os métodos utilizados foram mais efetivos em melhorar o vigor do lote 2, com germinação e vigor inicial menores. Tornando-se possível aumentar o vigor de lotes de sementes de cenoura apresentam baixo vigor utilizando técnicas adequadas de condicionamento fisiológico.

14.3. Efeito do armazenamento em dois lotes de sementes de cenoura, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos

As sementes de cenoura do lote 1 mantiveram o percentual de germinação aos 60 dias de armazenamento após o condicionamento fisiológico no método do osmocondicionamento. No lote 2, todos os métodos de condicionamento tiveram redução no percentual de germinação igual ao das não condicionadas (Tabelas 19 e 20).

Rossetto et al. (2002) observaram que até os 60 dias de armazenamento, sementes de tomate submetidas ao osmocondicionamento apresentaram maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, do que as que não foram tratadas.

Foi observado que em sementes de cebola matricionadas em Micro-cel E e água com quatro meses de armazenamento tiveram redução do percentual de germinação de 98% para aproximadamente 70% (SZAFIROWSKA et al., 2002).

O condicionamento fisiológico reduziu o vigor de sementes de cenoura após o armazenamento.

Tabela 14: Porcentagem de germinação de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 1, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias).

Método de condicionamento	Período de armazenamento		
	0	30	60
Testemunha	79 aA	75 aA	43 cB
Hidrocondicionamento em papel	81 aA	75 aAB	70 aB
Hidrocondicionamento por imersão em água destilada	73 aA	76 aA	54 bB
Osmocondicionamento	75 aA	63 bB	65 aAB

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas discriminam médias nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 15: Porcentagem de germinação de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 2, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias).

Método de condicionamento	Período de armazenamento		
	0	30	60
	%		
Testemunha	50 aA	54 aA	27 bB
Hidrocondicionamento em papel	55 aA	53 aAB	43 aB
Hidrocondicionamento por imersão em água destilada	56 aA	40 bB	38abB
Osmocondicionamento	52 aA	52 aA	41aB

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas discriminam médias nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação da porcentagem de germinação na primeira contagem do teste de germinação de sementes dos dois lotes pode-se ver uma redução significativa aos 30 dias após o condicionamento fisiológico (Tabelas 21 e 22).

Resultados semelhantes foram observados em sementes de pimentão tratadas com PEG 6000 e armazenadas a 25°C as quais mostraram emergência de plântulas decrescente ao longo do período de armazenamento (POSSE et al., 2004).

Tabela 16: Porcentagem de germinação na primeira contagem do teste de germinação de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 1, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias).

Método de condicionamento	Período de armazenamento		
	0	30	60
	%		
Testemunha	69 aA	0 bB	0 bB
Hidrocondicionamento em papel	70 aA	2 bC	9 aB
Hidrocondicionamento por imersão em água destilada	61 aA	1 bB	1 bB
Osmocondicionamento	63 aA	14 aB	2 bC

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas discriminam médias nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 17: Porcentagem de germinação na primeira contagem do teste de germinação de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 2, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias).

Método de Condicionamento	Período de armazenamento		
	0	30	60
	%		
Testemunha	32 aA	17 bB	0 aC
Hidrocondicionamento em papel	42 aA	1 cB	1 aB
Hidrocondicionamento por imersão em água destilada	42 aA	4 cB	0 aB
Osmocondicionamento	33 aA	34 aA	0 abB

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas discriminam médias nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A variação do índice de velocidade de emissão de radícula e de germinação pode identificar o vigor de determinado lote de sementes. Neste caso, os maiores valores foram obtidos para sementes de cenoura hidrocondicionadas em papel. Em ambos os lotes estes valores diminuíram após 30 e 60 dias de armazenamento, com exceção das hidrocondicionadas por imersão em água destilada do lote 1, que tiveram diminuição do vigor somente aos 60 dias após o condicionamento (Tabelas 23, 24, 25 e 26).

Fanan e Novembre (2007) avaliaram que sementes de berinjela hidrocondicionadas em papel tiveram perda média no percentual germinativo de 95% para 89%, havendo redução também no índice de velocidade de germinação.

Tabela 18: Índice de velocidade de emissão de radícula de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 1, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias).

Método de Condicionamento	Período de armazenamento		
	0	30	60
Testemunha	11,98 bA	6,57 bB	3,98 bC
Hidrocondicionamento em papel	17,01 aA	11,99 aB	7,25 aC
Hidrocondicionamento por imersão em água destilada	12,14 bA	11,01 aA	7,17 aB
Osmocondicionamento	11,94 bA	8,03 bB	6,64 aB

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas discriminam médias nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 19: Índice de velocidade de emissão de radícula de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 2, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias).

Método de Condicionamento	Período de armazenamento		
	0	30	60
Testemunha	5,94 bA	3,63 aB	2,50 bC
Hidrocondicionamento em papel	9,80 aA	4,66 aB	5,65 aB
Hidrocondicionamento por imersão em água destilada	7,37 bA	4,33 aB	4,58 aB
Osmocondicionamento	9,35 aA	4,10 aB	5,19 aB

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas discriminam médias nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 20: Índice de velocidade de germinação de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 1, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias).

Método de Condicionamento	Período de armazenamento		
	0	30	60
Testemunha	5,70 bA	3,74 bB	1,50 bC
Hidrocondicionamento em papel	6,78 aA	5,64 aB	3,85 aC
Hidrocondicionamento por imersão em água destilada	6,16 abA	5,62 aA	3,94 aB
Osmocondicionamento	6,08 abA	4,49 bB	3,44 aC

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas discriminam médias nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 21: Índice de velocidade de germinação de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 2, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias).

Método de Condicionamento	Período de armazenamento		
	0	30	60
Testemunha	3,09 bA	1,76 aB	1,26 bB
Hidrocondicionamento em papel	4,40 aA	2,39 aB	2,91 aB
Hidrocondicionamento por imersão em água destilada	3,14 bA	2,23 aB	2,53 aAB
Osmocondicionamento	4,59 aA	2,04 aC	3,09aB

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas discriminam médias nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O percentual de germinação em teste de germinação a 35°C de sementes de cenoura dos dois lotes diminuiu aos 60 dias após o condicionamento fisiológico, tendo em vista que a germinação de sementes de cenoura é reduzida em temperaturas superiores a 30°C (FILGUEIRA, 2003).

Tabela 22: Porcentagem de germinação em teste de germinação a 35°C de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 1, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias).

Método de condicionamento	Período de armazenamento		
	0	30	60
	%		
Testemunha	11 bA	9 bA	0 bB
Hidrocondicionamento em papel	20 aA	16 aA	11 aB
Hidrocondicionamento por imersão em água destilada	5 cB	11 abA	0 bC
Osmocondicionamento	8 bcA	8 bA	0 bB

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas discriminam médias nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 23: Porcentagem de germinação em teste de germinação a 35°C de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 2, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias).

Método de condicionamento	Período de armazenamento		
	0	30	60
	%		
Testemunha	10 bA	9 bA	0 aB
Hidrocondicionamento em papel	19 aA	15 abA	1 aB
Hidrocondicionamento por imersão em água destilada	18 aA	18 aA	6 aB
Osmocondicionamento	15 abA	17 aA	1 aB

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas discriminam médias nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O hidrocondicionamento em papel se mostrou como o melhor método para teste de germinação sob déficit hídrico (-0,4 MPa) para sementes de cenoura do lote 1 armazenadas até 60 dias (Tabela 30).

Tabela 24: Porcentagem de germinação em teste de germinação sob déficit hídrico (-0,4 MPa) de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 1, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias).

Método de condicionamento	Período de armazenamento		
	0	30	60
	%		
Testemunha	24 aA	17 bA	0 bB
Hidrocondicionamento em papel	28 aB	43 aA	43 aA
Hidrocondicionamento por imersão em água destilada	23 aB	50 aA	0 bC
Osmocondicionamento	22 aB	44 aA	1 bC

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas discriminam médias nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 25: Porcentagem de germinação em teste de germinação sob déficit hídrico (-0,4 MPa) de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote 2, condicionadas fisiologicamente em diferentes métodos e diferentes períodos de armazenamento (zero, 30 e 60 dias).

Método de condicionamento	Período de armazenamento		
	0	30	60
	%		
Testemunha	1 cB	7 abA	10 aA
Hidrocondicionamento em papel	10 abA	5 abA	0 bB
Hidrocondicionamento por imersão em água destilada	7 bA	2 bB	1 bB
Osmocondicionamento	17 aA	9 aB	12 aAB

Letras minúsculas discriminam médias nas colunas e letras maiúsculas discriminam médias nas linhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teste de déficit hídrico não se mostrou adequado na avaliação dos efeitos dos métodos de condicionamento utilizados.

Os resultados obtidos indicaram como melhores métodos o hidrocondicionamento em papel e o osmocondicionamento, porém é necessário avaliar os seus efeitos para outros lotes e por períodos superiores aos 60 dias de armazenamento.

15. CONCLUSÕES

- A protrusão da raiz primária ocorreu quando as sementes de cenoura, cv. Brasília atingiram um teor de água médio de 48,8%;
- A taxa de embebição das sementes de cenoura, cv. Brasília nas marchas de absorção de água foi igual no hidrocondicionamento em papel e no osmocondicionamento;
- O hidrocondicionamento em papel e osmocondicionamento foram os melhores métodos para sementes de cenoura, cv. Brasília do lote 2, de menor vigor inicial;
- Após 60 dias de armazenamento, sementes de cenoura, cv. Brasília condicionadas fisiologicamente diminuiu a qualidade fisiológica, porém os métodos de hidrocondicionamento em papel e de osmocondicionamento, mostraram resultados melhores.

16. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAZAMI, M.A.; MOHAMMADI, S. Determination of the best temperature and dry condition in carrot primed-seed. *Pakistan Journal of Biological Science*, v.11, n.11, p.1502-1505. 2008. <<http://scialert.net/qredirect.php?doi=pjbs.2008.1502.1505&linkid=pdf>> Acesso em: 20 abr. 2009.
- AFZAL, I.; BASRA, S.M.A.; AHMAD, N.; LODHI, T.E. Counteraction of salinity stress on wheat plants by pre-sowing seed treatments. *Pakistan Journal of Agriculture Science*, v.44, n.1, p.50-58. 2007. http://pakjas.com.pk/upload/59762_.pdf Acesso em: 30 nov. 2008.
- ALMEIDA, A. da S.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A.; PINHO, M. da S. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de cenoura. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.31, n.3, p.87-95. 2009.
- ANDREOLI, C.; KHAN, A. Matricconditioning integrated with gibberellic acid to hasten seed germination and improve stand establishment of pepper and tomato. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.34, n.10, p.1953-1958. 1999. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v34n10/7197.pdf>> Acesso em: 27 nov. 2008.
- BALBINOT, E.; LOPES, H.M. Efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem na germinação e no vigor de sementes de cenoura. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v. 28, n. 1, p.01 - 08. 2006.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. New York: Plenum Press. 445 p. 1994.
- BITTENCOURT, M.L.C.; DIAS, D.C.F.S.; ARAÚJO, E.F.; DIAS, L.A.S. Controle da hidratação para o condicionamento osmótico de sementes de aspargo. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.26, n.2, p.99 - 104. 2004. <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v26n2/24495.pdf>> Acesso em 04 ago. 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. Portaria 457, de 18/12/1986. Brasília, DF. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=17346>>. Acesso em: 28 nov. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: Mapa/ACS. 2009. 398 p.

BROCKLEHURST, P.A.; DEARMAN, J. Interaction between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion: I. Laboratory germination. *Annals of Applied Biology*, v.102, p. 577 - 584. 1983.

CAMACHO, C.C.; SALINAS, B.I. de T. Desinfestación de semillas de sésamo com hipoclorito de sódio previa a La realización del test de germinación. In: XXII Seminário Panamericano de Semillas. Kathy Benétez Procucciones S.A., Asunción, Paraguay, p. 55, 2010.

CANTLIFFE, D. J.; FISCHER, J. M.; NELL, T. A. Mechanism of seed priming in circumventing therm dormancy in lettuce. *Plant Physiology*, v. 75, p. 290-294. 1984. <<http://www.plantphysiol.org/cgi/reprint/75/2/290.pdf>> Acesso em 28 nov. 2008.

CARNELOSSI, M.A.G.; LAMOUNIER, L.; RANAL, M.A. Efeito da luz, hipoclorito de sódio, escarificação e estratificação na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), cv. maioba e moreninha-de-uberlândia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.6, p.779-787. 1995. <[http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/4b9327fca7facde032564ce004f7a6a/02ca2282a1fe4877032567bd00743790/\\$FILE/pab95_06_jun.pdf](http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/4b9327fca7facde032564ce004f7a6a/02ca2282a1fe4877032567bd00743790/$FILE/pab95_06_jun.pdf)> Acesso em: 18 maio 2010.

CASIEIRO, R.F.; MARCOS FILHO, J. Métodos para a secagem de sementes de cebola submetidas ao condicionamento fisiológico. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 4, p. 887 - 892. 2005. < <http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n4/a05v23n4.pdf>> Acesso em: 25 nov. 2008.

CEASA-RJ. Intensidade de comercialização no mercado atacadista. <<http://www.ceasa.rj.gov.br/ceasa/calendario/calendario.htm>> Acesso em: 04 fev. 2009.

COELHO, M.; BIANCO, S.; CARVALHO, L.B. Interferência de plantas daninhas na cultura da cenoura (*Daucus carota*). *Planta Daninha*, Viçosa, v.27, n. especial, 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v27nspe/v27nspea04.pdf>> Acesso em: 01 jun. 2010.

DREW, R.L.K.; HANDS, L.J.; GRAY, D. Relating the effects of priming to germination of unprimed seeds. *Seed Science and Technology*, v.25, n.3, p.537-548. 1997.

DUMAN, I. Effects of seed priming with PEG or K_3PO_4 on germination and seedling growth in lettuce. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, v.9, n.5, p.923-928. 2006. <<http://scialert.net/qredirect.php?doi=pjbs.2006.923.928&linkid=pdf>> Acesso em 30 nov. 2008.

EIRA, M.T.S.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento osmótico de sementes de alface: II. Desempenho sob estresses hídrico, salino e térmico. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.12, n.1, p.28-45. 1990.

FANAN, S.; NOVENBRE, A.D.L.C. Condicionamento fisiológico de sementes de berinjela. *Bragantia*, Campinas, v.66, n.4, p.675-683. 2007. <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v66n4/18.pdf>> Acesso em 20 abr. 2009.

FERREIRA, W.R.; RANAL, M.A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de *Brassica chinensis* L. var. *Parachinensis* (Bailey) Sinskaja (couve-da-malásia). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.3, p.353-361. 1999. <[http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/ecd4ca3ff88efcfa032564cd004ea083/a9c372f0bb65d2c00325679c005c0c13/\\$FILE/pab467-96.pdf](http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/ecd4ca3ff88efcfa032564cd004ea083/a9c372f0bb65d2c00325679c005c0c13/$FILE/pab467-96.pdf)> Acesso em: 18 maio 2010.

FESSEL, S. A.; VIEIRA, R.D.; RODRIGUES, T.J.D.; FAGIOLI, M. 2002. Germinação de sementes de alface submetidas a condicionamento osmótico durante o armazenamento. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.59, n.1, p.73-77. <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v59n1/8077.pdf>> Acesso em: 27 nov. 2008.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Editora UFV, Viçosa. 2 ed. 2003.

FRANZIN, S.M.; MENEZES, N.L. de; GARCIA, D.C.; WRASSE, C.F. Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.26, n.2, p.63-69, 2004.

HILL, H.J.; CUNNINGHAM, J.D.; BRADFORD, K.J.; Taylor, A.G. Primed lettuce seeds exhibit increased sensitivity to moisture content during controlled deterioration. *Hort Science*, v.42, n.6, p.1436-1439. 2007. <<http://www.plantsciences.ucdavis.edu/bradford/Hill%20et%20al-lettuce%20aging-HS-2007.pdf>> Acesso em: 28 nov. 2008.

HÖLBIG, L. dos S. Recobrimento e condicionamento fisiológico de sementes de cebola e cenoura. 47p. Dissertação – Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2007 <http://www.ufpel.edu.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=386> Acesso em: Acesso em 30 mar. 2010.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for seed testing. 356 p. 2004.

KEPCZYNSKA, E.; PIEKNA-GROCHALA, J.; KEPCZYNSKI, J. Effects of matricconditioning on onion seed germination, seedling emergence and associated physical and metabolic events. *Plant Growth Regulation*, v.41, p.269-278. 2003. <http://www.springerlink.com/content/h44p3852h0r47514/fulltext.pdf> Acesso em: 27 nov. 2008.

KIKUTI, A.L.P.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.27, n.2, p.240-245. 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v27n2/v27n2a21.pdf>> Acesso em: 30 mar. 2010.

LIMA, L.B.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e relação com desempenho das plantas em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.31, n.3, p.027 - 037. 2009.

LOPES, H.M.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R.M.J. Germinação e vigor de sementes de cebola (*Allium cepa* L.) influenciados pelo período e temperatura do condicionamento osmótico. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.18, n.2, p.173-179, 1996.

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

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

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.26, n.2, p.165-169. 2008. <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v26n2/07.pdf>> Acesso em: 29 nov. 2008.

MENEZES, N.L.; ESPINDOLA, M.C.G.; PASQUALLI, L.L.; SANTOS, C.M.R.; FRAZIN, S.M. Associação de tratamentos pré-germinativos em sementes de alface. *Revista da FZVA*. Uruguaiana, v.13, n.1, p.1-11. 2006. <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/viewFile/2334/1821>> Acesso em: 18 maio 2010.

MORADI, A.; YOUNESI, O. Effects of osmo- and hydro-priming on seed parameters of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, v.3, n.3, p.1696-1700. 2009. <<http://www.insipub.com/ajbas/2009/1696-1700.pdf>> Acesso em: 10 maio 2010.

NASCIMENTO, W. M. Tecnologia de sementes de hortaliças. Embrapa Hortaliças. Brasília. 432 p. 2009.

NASCIMENTO, W.M.; SILVA, J.B.C.; SANTOS, P.E.C.; CARMONA, R. Germinação de sementes de cenoura osmoticamente condicionadas e peletizadas com diversos ingredientes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 27, n.1, p. 12-16. 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v27n1/03.pdf>> Acesso em 30 mar. 2010.

NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, R.S. Testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface e sua relação com a germinação sob temperaturas adversas. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.29, n.3, p.175-179, 2007.

NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 2, p. 211 – 214. 2005.<<http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n2/25055.pdf>> Acesso em: 29 nov. 2008.

NASCIMENTO, W.M.; CANTLIFFE, D.J.; HUBER, D.J. Ethylene evolution and endo- β -mannanase activity during lettuce seed germination at high temperature. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.61, n.2, p.156-163. 2004. <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v61n2/19356.pdf>> Acesso em: 27 nov. 2008.

NASCIMENTO, W.M.; ARAGÃO, F.A.S. Muskmelon seed priming in relation to seed vigor. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.61, n.1, p.114-117. 2004. <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v61n1/a19v61n1.pdf>> Acesso em: 21 ago. 2008.

NASCIMENTO, W. M. Preventing thermoinhibition in a thermosensitive lettuce genotype by seed imbibition at low temperature. *Scientia Agricola*, Piracicaba. v.60, n.3, p.477-480. 2003. <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v60n3/16401.pdf>> Acesso em:15 dez. 2008.

NASCIMENTO, W.M.; CANTLIFFE, D.J. Germinação de sementes de alface sob altas temperaturas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.20, n.1, p.103-106. 2002. <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v20n1/14427.pdf>> Acesso em: 20 nov. 2008.

NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.16, n.2, p.106-109. 1998. <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/biblioteca/hb_16_2.pdf#page=8> Acesso em: 27 nov. 2008.

OLIVEIRA, C.D.; BRAZ, L.T.; BANZATTO, D.A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de cenoura. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.3, p.743-748. 2005. < <http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n3/a11v23n3.pdf>> Acesso em: 15 dez. 2008.

PEREIRA, M. D.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Germinação e vigor de sementes de cenoura osmocondicionadas em papel umedecido e solução aerada. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v. 30, n. 2, p.137 - 145. 2008.

PEREIRA, M. D.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Primed carrot seeds performance under water and temperature stress. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.66, n.2, p.174-179. 2009. <http://www.scielo.br/pdf/sa/v66n2/05.pdf> Acesso em: 1 jun. 2010.

PEREIRA, M.D.; DIAS, D.C.F. dos S.; DIAS, L.A. dos S.; ARAÚJO, E.F. Hydration of carrot seeds in relation to osmotic potential of solution and conditioning method. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 29, nº 3, p. 144-150, 2007a.

PEREIRA, R.S.; NASCIMENTO, W.M.; VIEIRA, J.V. Germinação e vigor de sementes de cenoura sob condições de altas temperaturas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 25, p. 215 - 219. 2007b. < <http://www.scielo.br/pdf/hb/v25n2/16.pdf>> Acesso em: 5 nov. 2009.

POSSE, S.C.P.; DA SILVA, R.F.; VIEIRA H.D. Temperatura de armazenamento e desempenho de sementes hidratadas e osmocondicionadas de pimentão. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.26, n.1, p.38-43, 2004.

QUEIROGA, V.P.; DURÁN, J.M.; SANTOS, J.W.; SOFIATTI, V. Influência do teor de água e do período de condicionamento matricial sobre a germinação e o vigor de sementes de algodão. VI Congresso Brasileiro de Algodão. Uberlândia. 2007. http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/cba6/trabalhos/Producao_e_Tecnologia_de_Sementes/Trabalho%20PT01.pdf Acesso em: 29 nov. 2008.

RODRIGUES, D.L.; LOPES, H.M.; SILVA, E.R.; MENEZES, B.R.S. Efeito do armazenamento e do condicionamento fisiológico em sementes de cenoura (*Daucus carota* L.). In: XVI Congresso Brasileiro de Sementes. Informativo ABRATES, Londrina. v.19, n.2. 2009.

ROSSETTO, C.A.V.; LIMA, T.M.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica e potencial de armazenamento de sementes de tomate submetidas ao condicionamento osmótico. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 4, p. 630-634, dezembro 2002. <http://www.scielo.br/pdf/hb/v20n4/14507.pdf> Acesso em: 29 nov. 2008.

SANTOS, R.H.S.; SILVA, F.; CASALI, V.W.D.; CONDÉ, A. R. Conservação pós-colheita de alface cultivada com composto orgânico. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.36, n.3, p.521-525. 2001. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v36n3/4796.pdf>> Acesso em: 28 nov. 2008.

SCHWEMBER, A.R.; BRADFORD, K.J. A genetic locus and gene expression patterns associated with the priming effect on lettuce seed germination at elevated temperatures. *Plant Molecular Biology*, v.73, n.1 – 2, p.105 – 118. 2010. <<http://www.springerlink.com/content/682072461754ng63/fulltext.pdf>> Acesso em: 18 maio 2010.

SZAFIROWSKA, A.; GRZESIK, M.; HABDAS, H.; HABDAS, M. Improving germination and vigour of aged and stored onion seeds by matricconditioning. *ACTA physiologiae plantarum*. v.24. n.2, p.167-171. 2002. <http://www.springerlink.com/content/c660682158547wk8/fulltext.pdf> Acesso em: 1 dez. 2008.

VIEIRA R.D.; KRZYZANOWSKI FC. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI FC; VIEIRA RD; FRANÇA NETO JB (eds). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES. cap.4. p.1-26. 1999.

ANEXO

Tabela 26: Análise de variância da regressão dos resultados obtidos da curva de embebição em hidrocondicionamento em papel de sementes de alface, cv. Regina.

FV	GL	SQ	QM	F	Probab.
Devido à regressão	3	2296,971	765,657	3053,71	0,00
Independente	6	1,504	0,251		

Tabela 27: Análise de variância da regressão dos resultados obtidos da curva de embebição em Hidrocondicionamento por imersão em água destilada de sementes de alface, cv. Regina.

FV	GL	SQ	QM	F	Probab.
Devido à regressão	3	985,741	328,580	1211,69	0,00
Independente	2	0,542	0,271		

Tabela 28: Análise de variância da regressão dos resultados obtidos da curva de embebição em osmocondicionamento de sementes de alface, cv. Regina.

FV	GL	SQ	QM	F	Probab.
Devido à regressão	3	1025,668	341,889	26,66	0,04
Independente	2	25,650	12,825		

Tabela 29: Análise de variância dos resultados obtidos do teste de germinação (%G), primeira contagem do teste de germinação (1^aC), índice de velocidade de emissão de radícula (IVER), índice de velocidade de germinação (IVG) e teste de germinação a 35°C (%G35) de sementes de alface, cv. Regina, e ação de hipoclorito de sódio (NaClO).

FV	GL	QM				
		%G	1 ^a C	IVER	IVG	%G35
Condicionamento	3	2579,50**	3082,79**	270,33**	35,36**	126,29**
Hipoclorito	1	32,00**	1275,13**	9,53**	21,48**	99,72**
C x H	3	2096,33**	696,46**	1057,98**	111,77**	14,00 ^{ns}
Resíduo	24	105,83	103,71	27,86	2,94	11,28
Coeficiente de variação (%) =		22,93	43,22	24,29	31,99	6,76

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Tabela 30: Análise de variância dos resultados obtidos da condutividade elétrica (CE) e do teste de pH (pH) de sementes de alface, cv. Regina, e ação de hipoclorito de sódio (NaClO).

FV	GL	QM	
		CE	pH
Condicionamento	3	84,54**	$0,68 \times 10^{-1}$ **
Resíduo	12	10,99	$0,87 \times 10^{-2}$
Coeficiente de variação (%) =		16,84	1,82

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Tabela 31: Análise de variância da regressão dos resultados obtidos da curva de embebição em hidrocondicionamento em papel de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote1.

FV	GL	SQ	QM	F	Probab.
Devido à regressão	3	2545,125	848,375	1102,07	0,00
Independente	8	6,158	0,770		

Tabela 32: Análise de variância da regressão dos resultados obtidos da curva de embebição em Hidrocondicionamento por imersão em água destilada de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote1.

FV	GL	SQ	QM	F	Probab.
Devido à regressão	3	868,315	289,439	56,60	0,01
Independente	2	10,228	5,114		

Tabela 33: Análise de variância da regressão dos resultados obtidos da curva de embebição em osmocondicionamento de sementes de cenoura, cv. Brasília, lote1.

FV	GL	SQ	QM	F	Probab.
Devido à regressão	3	1365,159	455,053	76,69	0,01
Independente	2	11,868	5,934		

Tabela 34: Análise de variância dos resultados obtidos do teste de germinação (%G), primeira contagem do teste de germinação (1^aC), índice de velocidade de emissão de radícula (IVER), índice de velocidade de germinação (IVG), teste de germinação a 35°C (%G35) e teste de germinação sob déficit hídrico (↓H₂O) de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília.

FV	GL	QM					
		%G	1 ^a C	IVER	IVG	%G35	↓H ₂ O
Condicionamento	3	34,58 ^{ns}	129,54*	29,98**	2,53**	138,03**	92,46**
Lote	1	4465,13**	5778,13**	212,34**	45,08**	185,28**	1891,13**
C x L	3	57,21 ^{ns}	83,71 ^{ns}	7,85**	0,84 ^{ns}	76,12**	110,46**
Resíduo	24	32,73	37,79	1,93	0,33	12,86	20,96
Coeficiente de variação (%) =		8,80	11,75	13,00	11,45	27,01	28,28

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Tabela 35: Análise de variância dos resultados obtidos do teste de germinação (%G), primeira contagem do teste de germinação (1^aC), índice de velocidade de emissão de radícula (IVER), índice de velocidade de germinação (IVG), teste de germinação a 35°C (%G35) e teste de germinação sob déficit hídrico (↓H₂O) de sementes de cenoura, cv. Brasília do lote 1, durante os três períodos de armazenamento (0, 30 e 60 dias).

FV	GL	QM					
		%G	1 ^a C	IVER	IVG	%G35	↓H ₂ O
Armazenamento	2	1559,65**	10910,11**	180,83**	36,22**	675,57**	2464,56**
Condicionamento	3	227,47**	144,69**	42,51**	7,68**	333,20**	748,16**
A x C	6	293,55**	145,83**	6,06**	0,90**	34,25**	477,51**
Resíduo	36	28,69	10,49	1,19	0,23	5,68	10,36
Coeficiente de variação (%) =		7,77	13,27	5,96	10,04	15,56	11,88

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Tabela 36: Análise de variância dos resultados obtidos do teste de germinação (%G), primeira contagem do teste de germinação (1^aC), índice de velocidade de emissão de radícula (IVER), índice de velocidade de germinação (IVG), teste de germinação a 35°C (%G35) e teste de germinação sob déficit hídrico (↓H₂O) de sementes de cenoura, cv. Brasília do lote 2, durante os três períodos de armazenamento (0, 30 e 60 dias).

FV	GL	QM					
		%G	1 ^a C	IVER	IVG	%G35	↓H ₂ O
Armazenamento	2	1158,33**	4455,17**	102,29**	12,94**	929,08**	67,67*
Condicionamento	3	116,13*	139,68**	24,47**	3,96**	119,33**	273,48**
A x C	6	133,78**	310,49**	3,02*	0,81**	19,42 ^{ns}	137,89**
Resíduo	36	34,73	22,47	0,99	0,21	14,61	14,91
Coefficiente de variação (%) =		12,67	23,14	7,06	16,58	35,84	28,14

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.