

UFSM

Dissertação de Mestrado

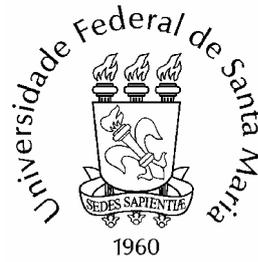
**EFEITO DA LUZ, TEMPERATURA E ESTRESSE HÍDRICO NO
POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ANIS, FUNCHO E
ENDRO**

Raquel Stefanello

PPGA

Santa Maria, RS, Brasil

2005



UFSM

Dissertação de Mestrado

**EFEITO DA LUZ, TEMPERATURA E ESTRESSE HÍDRICO NO
POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ANIS, FUNCHO E
ENDRO**

Raquel Stefanello

PPGA

Santa Maria, RS, Brasil

2005

S816e

Stefanello, Raquel, 1981-

Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de anis, funcho e endro / por Raquel Stefanello ; orientador Danton Camacho Garcia. – Santa Maria, 2005.
56 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

1. Agronomia 2. Produção vegetal 3. Fisiologia de sementes 4. *Pimpinella anisum* 5. *Foeniculum vulgare* 6. *Anethum graveolens* 7 Anis 8. Funcho 9. Endro 10. Germinação de sementes 11. Estresse hídrico. I. Garcia, Danton Camacho, orient.
II. Título

CDU: 631.53.01

Ficha catalográfica elaborada por
Luiz Marchiotti Fernandes CRB-10/1160
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

**EFEITO DA LUZ, TEMPERATURA E ESTRESSE HÍDRICO NO
POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ANIS, FUNCHO E
ENDRO**

por

RAQUEL STEFANELLO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia,
área de concentração em Produção Vegetal da Universidade Federal de
Santa Maria (RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
MESTRE EM AGRONOMIA

PPGA

Santa Maria, RS, Brasil

2005

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

A COMISSÃO EXAMINADORA, ABAIXO ASSINADA, APROVA A
DISSERTAÇÃO

**EFEITO DA LUZ, TEMPERATURA E ESTRESSE HÍDRICO NO
POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ANIS, FUNCHO E
ENDRO**

ELABORADA POR
RAQUEL STEFANELLO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM AGRONOMIA

COMISSÃO EXAMINADORA

Dr. Danton Camacho Garcia – Orientador

Dr. Nilson Lemos de Menezes

Dr^a. Teresinha Roversi

Santa Maria, 08 de abril de 2005.

DEDICO

Aos meus pais Nelci e Anesia pelo estímulo,
ensinamentos e exemplos de respeito,
honestidade, trabalho e fé.

Aos meus irmãos Suzana, Moisés e Catarina
pelo carinho e alegria sempre presentes
e pelas palavras de incentivo e coragem.

AGRADECIMENTOS

A Deus, presença constante, pela vida, sempre guiando e iluminando meus passos.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realização do curso.

Ao professor Danton Camacho Garcia pela oportunidade, orientação, confiança e estímulo.

Ao professor Nilson Lemos de Menezes pela co-orientação e transmissão de conhecimentos.

À CAPES pelo apoio financeiro.

Ao funcionários do Laboratório de Análise de Sementes, Terezinha, Vera e Alberto pela amizade e apoio.

Aos colegas de curso: Cátia Wrasse, Simone Franzin, Teresinha Roversi, Derblai Casaroli, Leandro Pasquali, Patrícia G. Londero, Josana Rodrigues, Ivonete Tazzo pelas palavras amigas, ensinamentos, exemplos, incentivo e auxílio em todos os momentos.

Aos estagiários pela amizade e auxílio prestados durante a realização dos experimentos.

A todas as pessoas que não foram mencionadas mas que, de uma forma ou de outra, contribuíram para que este trabalho se concretizasse.

SUMÁRIO

RESUMO	VIII
ABSTRACT	X
LISTA DE TABELAS.....	XII
LISTA DE FIGURAS	XIV
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. Características botânicas.....	2
2.2. Qualidade e germinação de sementes	2
2.3. Luz	4
2.4. Temperatura.....	5
2.5. Água.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1. Etapa I: Efeito da luz e da temperatura sobre o potencial fisiológico das sementes de anis, funcho e endro.	8
Grau de umidade.....	9
Teste de germinação.....	9
Índice de velocidade de germinação (IVG)	9
Primeira contagem de germinação.....	10
Comprimento das plântulas	10
Massa seca das plântulas	10
Teste de sanidade	11
3.2. Etapa II: Efeito do estresse hídrico na germinação e no vigor das sementes de anis, funcho e endro.	11
Análise estatística.....	12

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4.1. Etapa I: Efeito da luz e da temperatura sobre o potencial fisiológico das sementes de anis, funcho e endro.....	13
4.1.1. Teste de germinação.....	14
4.1.2. Primeira contagem do teste de germinação.....	18
4.1.3. Índice de velocidade de germinação.....	20
4.1.4. Comprimento e massa seca das plântulas.....	22
4.2. Etapa II: Efeito do estresse hídrico na germinação e no vigor de sementes de anis, funcho e endro.....	24
5. CONCLUSÕES.....	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

EFEITO DA LUZ, TEMPERATURA E ESTRESSE HÍDRICO NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ANIS, FUNCHO E ENDRO

Autora: Raquel Stefanello

Orientador: Prof. Dr. Danton Camacho Garcia

Santa Maria: abril de 2005.

O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da luz, da temperatura e do estresse hídrico na germinação e no vigor de sementes de anis, funcho e endro. O experimento foi conduzido em duas etapas. Na etapa I, as sementes foram colocadas para germinar nas temperaturas constantes de 20, 25, 30 °C e alternada de 20-30 °C na presença e ausência de luz. Os parâmetros avaliados foram: percentagem de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca das plântulas. Na etapa II, as sementes foram colocadas em substrato embebido em solução de polietileno glicol (PEG 6000) nos potenciais osmóticos correspondentes a zero; -0,05; -0,10; -0,15; -0,20; -0,25; -0,30 MPa. Avaliou-se a percentagem de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com os dados submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade, na etapa I e análise de regressão polinomial, na etapa II. Conforme os resultados pode-se concluir que a germinação das sementes de anis, funcho e endro ocorre tanto na presença quanto na ausência de luz, porém a manifestação do vigor é favorecida pela luz. A germinação das sementes

de endro é maior na presença de luz. As sementes de anis, funcho e endro, sem dormência, germinam melhor nas temperaturas constantes de 20 e 25 °C e a temperatura de 30 °C não é adequada para o teste de germinação nestas espécies. As sementes de endro são mais tolerantes ao estresse hídrico que as sementes de anis e funcho. A diminuição dos potenciais osmóticos reduz a germinação e o vigor das sementes de anis, funcho e endro, sendo o vigor mais afetado que a germinação. A germinação é reduzida drasticamente, a partir de -0,1 MPa para funcho e -0,2 MPa para endro, quando há diminuição dos potenciais osmóticos com polietileno glicol 6000.

Palavras-chave: *Pimpinella anisum*, *Foeniculum vulgare*, *Anethum graveolens*, germinação, estresse hídrico.

ABSTRACT

Dissertation of Master in Agronomy
Agronomy Pos-Graduation Program
Universidade Federal de Santa Maria

THE EFFECT OF LIGHT, TEMPERATURE AND HYDRIC STRESS IN THE PHYSIOLOGIC POTENTIALITY OF SEEDS OF ANISE, FENNEL AND DILL

Author: Raquel Stefanello
Adviser: Danton Camacho Garcia
Santa Maria, April 2005.

The objective of that work was to evaluate the effects of light, of temperature and of hydric stress in the germination and vitality of seeds of anise, fennel and dill. The experiment was led in two stages. In stage I, the seeds were placed to germinate to constant temperatures of 20, 25, 30 °C and alternate temperatures of 20-30 °C in the presence and absence of light. The assessed parameters were: germination percentage, first count, index of germination speed, length and dry mass of seedlings. In stage II, the seeds were placed in soaked substratum in polyethylene glicol (PEG 6000) in the osmotic potentials equivalent to zero; -0,05; -0,10; -0,15; -0,20; -0,25; -0,30 MPa. Germination percentage, first count and index of germination speed were evaluated. In stage I, the procedure employed was reached by chance, with the data submitted to variance analysis and to the Tukey test to a 5% of probability, and in stage II, analysis of polinomial regression was used. According to the results, it is possible to conclude that germination of seeds anise, fennel and dill happen in presence and absence light, however the manifestation of the vigor is favored by light. The germination of dill seeds is larger in light presence.

The seeds anise, fennel and dill, without dormancy, germinate better in the constant temperatures of 20 and 25 °C and temperature of 30 °C is not adapted for germination test in these species. The dill seeds are more tolerant to hydric stress than the anise and fennel seeds. The decrease of the osmotic potentials reduces the germination and vigor of seeds anise, fennel and dill, being the most affected vigor than germination. The germination is reduced drastically, starting from -0,1 MPa for fennel and -0,2 MPa for dill, when there is decrease of osmotic potentials with polyethylene glycol 6000.

Key-words: Pimpinella anisum, Foeniculum vulgare, Anethum graveolens, germination, hydric stress.

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1** - Quantidade de soluto utilizada para preparação de solução de polietileno glicol (PEG 6000) nos respectivos potenciais osmóticos, à temperatura de 20 °C. Santa Maria, RS. 2004. 12
- TABELA 2** - Resumo das análises de variância para as variáveis germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento das plântulas (CP) e massa seca (MS). Santa Maria, RS. 2004. 14
- TABELA 3** - Percentagem de germinação de sementes de anis e endro submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004..... 16
- TABELA 4** - Percentagem de germinação de sementes de funcho submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004..... 16
- TABELA 5** - Incidência média de patógenos em sementes de anis, funcho e endro. Santa Maria, RS. 2004. 18
- TABELA 6** - Primeira contagem do teste de germinação de sementes de endro submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004..... 19
- TABELA 7** - Primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de anis e funcho submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004. 20

- TABELA 8** - Índice de velocidade de germinação de sementes de anis e endro submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004..... 21
- TABELA 9** - Índice de velocidade de germinação de sementes de funcho submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004..... 22
- TABELA 10** - Comprimento das plântulas (cm) de anis, funcho e endro submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004..... 23
- TABELA 11** - Massa seca das plântulas (mg) de anis, funcho e endro submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004..... 24
- TABELA 12** - Resumo das análises de regressão obtidas nos testes de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG), com o valor de significância dos quadrados médios obtidos para os componentes linear e quadrático. Santa Maria, RS. 2004..... 25

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - Percentagem de germinação das sementes de anis, funcho e endro submetidas a diferentes potenciais osmóticos em solução de polietileno glicol (PEG 6000). Santa Maria, RS. 2004..... 27
- FIGURA 2** - Primeira contagem do teste de germinação das sementes de anis, funcho e endro submetidas a diferentes potenciais osmóticos em solução de polietileno glicol (PEG 6000). Santa Maria, RS. 2004..... 29
- FIGURA 3** - Índice de velocidade de germinação de sementes de anis, funcho e endro submetidas a diferentes potenciais osmóticos em solução de polietileno glicol (PEG 6000). Santa Maria, RS. 2004..... 31

1. INTRODUÇÃO

Desde muito tempo, o homem utiliza o poder terapêutico das plantas medicinais com o objetivo de prevenir e curar diversos tipos de doenças.

Com a evolução da química, modificou-se a forma de utilização das plantas; do uso direto destas e seus preparados, passou-se a reproduzir artificialmente a substância ativa isolada. Como consequência, as plantas que produzem estas substâncias ficaram relegadas a um segundo plano. Recentemente, elas passaram a ser reconhecidas como um recurso terapêutico viável.

A diversidade de espécies existentes no Brasil e a ascensão do comércio de sementes de plantas medicinais estabeleceram a necessidade da produção de sementes de boa qualidade. Assim, as sementes, principais elementos de multiplicação das plantas medicinais, devem possuir todos os atributos de qualidade para o estabelecimento da espécie, com as características que contribuam para elevar o bom rendimento e qualidade dos princípios ativos ou dos óleos essenciais.

A propagação de um grande número de espécies medicinais encontra sérias limitações em razão do pouco conhecimento que se dispõe das características fisiológicas, morfológicas e ecológicas de suas sementes. Este cenário representa um entrave em qualquer programa de maior extensão que necessite periodicamente de sementes de alta qualidade para a propagação dessas espécies, visando à preservação e utilização com os mais variados interesses.

Poucos estudos foram realizados até o momento com plantas medicinais, apesar destas, serem amplamente utilizadas para prevenir e curar diversos tipos de doenças e como fonte de compostos para a indústria farmacêutica e cosmética. Além disto, a maioria das espécies apresenta sementes muito pequenas, o que dificulta o manuseio e a avaliação de sua qualidade. Com o acréscimo do consumo, conseqüentemente, aumenta a demanda por sementes de qualidade; assim, justificando a necessidade da intensificação de pesquisas que definam as condições ecológicas para a germinação e cultivo de espécies medicinais.

Em vista dessas considerações, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da luz, temperatura e estresse hídrico na germinação e no vigor de sementes de anis, funcho e endro, pertencentes à família Umbelliferae.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características botânicas

A família Umbelliferae possui cerca de 2900 espécies conhecidas, distribuídas, principalmente, nas zonas temperadas do hemisfério norte (SCHULTZ, 1990). Dentre as principais destacam-se o anis, funcho e endro, espécies que são exploradas por suas propriedades medicinais e condimentares.

O anis ou erva-doce (*Pimpinella anisum* L.) é uma espécie anual, nativa da Ásia e cultivada no Brasil. Apresenta flores brancas dispostas em umbelas e os frutos são diaquênios de sabor adocicado e cheiro forte (LORENZI & MATOS, 2002). É uma planta aromática medicinal que possui propriedades carminativas, anti-sépticas e antivirais (SHUKLA et al., 1989).

O funcho (*Foeniculum vulgare* Miller) é uma espécie perene ou bianual, nativa da Europa e amplamente cultivada em todo o Brasil. Apresenta flores pequenas, hermafroditas, amarelas, dispostas em umbelas e os frutos são diaquênios (LORENZI & MATOS, 2002). Possui propriedades carminativas, digestivas e diuréticas. O óleo essencial do funcho é utilizado na fabricação de licores e perfumes. As sementes são utilizadas na confeitaria como aromatizantes em pães, bolos e biscoitos (MARTINS et al., 1998).

O endro ou aneto (*Anethum graveolens* L.) é uma espécie anual de origem asiática que possui flores amarelas, dispostas em umbelas, frutos diaquênios e caule oco. As partes ativas contêm um óleo essencial cujo principal componente é a carvona. Os frutos possuem óleo e substâncias albuminosas. A planta apresenta ação antiinflamatória e carminativa, limitando a acumulação de gases no corpo e facilitando sua eliminação (FONSECA, 2004).

2.2. Qualidade e germinação de sementes

Atualmente, existe uma grande preocupação por parte dos pesquisadores e analistas de sementes em conduzir estudos que forneçam informações sobre a qualidade das sementes, especialmente no que diz respeito à padronização, agilização, aperfeiçoamento e estabelecimento de métodos de análise. Isto pode ser observado nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), onde existem

recomendações para a condução do teste de germinação de espécies cultivadas. No entanto, um grande número de espécies nativas de expressão medicinal ainda não estão incluídas nas referidas regras. Estas espécies são merecedoras de vários estudos, não apenas quanto à identificação correta do princípio ativo fitoterápico, como, também, a avaliação dos efeitos de fatores como luz, temperatura, água e substrato no comportamento germinativo.

O processo germinativo inicia-se com o ressurgimento das atividades paralisadas por ocasião da maturação fisiológica das sementes, sendo para isto necessários alguns requisitos fundamentais como as sementes estarem viáveis e as condições ambientais serem favoráveis (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Para que uma semente viável possa germinar são necessários: suprimento de água em quantidade suficiente; temperatura e uma composição de gases adequada, bem como de luz para determinadas espécies (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Também, a escolha do substrato tem fundamental importância nos resultados obtidos no teste de germinação (BRASIL, 1992). O grau de exigência desses fatores é variável entre as espécies e determinado pelo genótipo e condições ambientais prevalentes durante a germinação das sementes (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

A qualidade de um lote de sementes compreende uma série de características ou atributos que determinam o seu valor para a semeadura, dentre os parâmetros mais relevantes, são considerados os de natureza genética, física, fisiológica e sanitária (MARCOS FILHO, 1994).

A análise de sanidade permite identificar e quantificar os microrganismos associados às sementes. Os fungos representam o maior grupo, seguido por bactérias e, em menor proporção, vírus e nematóides. Esses microrganismos podem ser transportados aderidos à superfície das sementes, no seu interior ou como parte do "material inerte" (em fragmentos vegetais, sementes de plantas daninhas e partículas do solo). As sementes desempenham papel importante para a sobrevivência de patógenos, assim, a avaliação sanitária possibilita a identificação de problemas ocorridos durante as fases de campo e armazenamento, podendo estabelecer métodos de controle e fornecer subsídios para a fixação de padrões e a fiscalização do comércio (NOVEMBRE, 2001). Além do mais, o teste de sanidade pode elucidar a avaliação das plântulas e as causas de uma baixa germinação e vigor, complementando assim, o teste de germinação (BRASIL, 1992).

Estudos sobre a influência da temperatura, da luz, da água e da presença de patógenos na germinação das sementes são essenciais para entender os aspectos ecológicos, fisiológicos e bioquímicos do processo (LABOURIAU, 1983; BEWLEY & BLACK, 1994).

2.3. Luz

A sensibilidade das sementes ao efeito da luz varia de acordo com a qualidade, a intensidade luminosa e o tempo de irradiação, bem como com o período e a temperatura de embebição (TOOLE, 1973; LABOURIAU, 1983).

Sementes de muitas espécies germinam tanto na presença como na ausência de luz. A iluminação durante o teste de germinação, geralmente, é indicada a fim de facilitar o desenvolvimento das estruturas essenciais das plântulas, auxiliando na avaliação e reduzindo a possibilidade de ataque de microorganismos (BRASIL, 1992).

A luz é necessária para germinação das sementes de várias espécies. A ativação das sementes pela luz está ligada a um sistema de pigmentos denominado fitocromo. Esse pigmento se encontra em todas as plantas superiores que, ao absorver luz num determinado comprimento de onda, muda de estrutura bioquímica e permite, ou não, a resposta fotomorfogenética (BORGES & RENA, 1993). Aparentemente, o fitocromo está sempre associado ao funcionamento das membranas biológicas, regulando, provavelmente, sua permeabilidade e controlando dessa maneira, o fluxo de inúmeras substâncias dentro das células e entre elas (TAIZ & ZEIGER, 1991).

Por outro lado, Takaki (2001) apresenta a hipótese de que todas as sementes contêm fitocromo e o termo fotoblastismo deve ser substituído pelas formas do fitocromo que controlam a germinação. Neste caso, as sementes fotoblásticas positivas têm *fiB* controlando o processo de germinação através da resposta de fluência baixa; as sementes fotoblásticas negativas têm *fiA* controlando a germinação através da resposta de irradiância alta e, quando o nível de fitocromo vermelho extremo é alto o suficiente para induzir a germinação no escuro, este controle é realizado através da resposta de fluência baixa pelo *fiB*; e, finalmente, as

sementes insensíveis à luz têm dificuldade controlando a germinação através da resposta de fluência muito baixa.

A germinação das sementes pode ser inibida por extremos de temperatura e pela presença e ausência de luz. Estes dois fatores, luz e temperatura, não têm ação independente, podendo a sensibilidade à luz ser modificada pela temperatura (SANTOS & PEREIRA, 1987).

Na literatura, encontram-se indicações da necessidade de luz para a germinação de espécies como marcela (IKUTA & BARROS, 1996), camomila (NÓBREGA et al., 1995), alface (MENEZES et al., 2000), hortelã, melissa, sálvia, endro (BRASIL, 1992), anis (TEIXEIRA et al., 2003) entre outras. Em contrapartida, espécies como esporinha (ROTA & NEDEL, 1998) e *Maytenus robusta* (BERKENBROCK & PAULILO, 1999) germinam tanto na presença como na ausência de luz.

Assim, o conhecimento do efeito da luminosidade na germinação das sementes é importante, visando determinar as melhores condições para esse processo e para subsidiar estudos sobre a propagação das espécies.

2.4. Temperatura

A temperatura influencia a germinação, tanto por agir sobre a velocidade de absorção de água, como sobre as reações bioquímicas que determinam todo o processo; afeta, portanto, não só o total de germinação, como também a velocidade (BEWLEY & BLACK, 1994; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Os limites extremos da temperatura de germinação fornecem informações de interesse biológico e ecológico, pois sementes de diferentes cultivares germinam em faixas distintas de temperatura, sendo que a ótima é aquela na qual a maior percentagem ocorre no menor espaço de tempo (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

A temperatura ótima para a germinação varia com relação às espécies, sendo definido geneticamente e, também, em função das condições fisiológicas das sementes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). A temperatura ótima para a maioria das espécies está entre 15 e 30 °C, a máxima variando entre 30 e 40 °C, podendo a mínima aproximar-se do ponto de congelamento (COPELAND & McDONALD, 1995).

Dentro de certos limites, acréscimos de temperatura contribuem para acelerar o processo de germinação, enquanto temperaturas abaixo da ótima tendem a reduzir a velocidade do processo (MARCOS FILHO, 1986; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Ainda, existem espécies cujo processo germinativo é favorecido pela alternância diária da temperatura, essa necessidade pode estar associada à dormência das sementes, embora a alternância de temperatura possa acelerar a germinação de sementes não dormentes (COPELAND & McDONALD, 1995).

A temperatura adequada para a germinação de sementes de espécies medicinais vem sendo determinada por alguns pesquisadores. Nas Regras para Análise de Sementes encontram-se indicações para a utilização da temperatura alternada de 20-30 °C para a germinação de sementes de anis, funcho, hortelã, melissa, sálvia, arruda, alfazema e losna (BRASIL, 1992). Além disso, Machia et al. (1988) e Nóbrega et al. (1995) constataram que a temperatura de 15 °C, foi mais favorável para a germinação de camomila (*Matricaria recutita*) e que o aumento da temperatura provoca redução da percentagem de germinação. Já a propagação de marcela por sementes é viável em condições de temperatura média de 20 a 25 °C (IKUTA & BARROS, 1996), resultados diferentes dos encontrados por Ming (1998) onde a maior percentagem de germinação ocorreu quando as sementes foram submetidas às temperaturas de 15 e 20 °C.

2.5. Água

A água é o fator que exerce a mais determinante influência sobre o processo de germinação. Da absorção de água resulta a reidratação dos tecidos, com a conseqüente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que culminam com o fornecimento de energia e de nutrientes necessários para a retomada de crescimento por parte do eixo embrionário (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Além de conferir estabilidade estrutural às membranas e às proteínas, a água participa ativamente dos processos metabólicos. Quando é removida, abaixo do limite suportado pela célula, pode ocorrer o aumento da concentração dos solutos, a alteração do pH da solução intracelular, a aceleração de reações degenerativas, a desnaturação de proteínas e a perda da integridade das membranas (SUN &

LEOPOLD, 1997). A diminuição do potencial hídrico do meio influencia a absorção de água (BANSAL et al., 1980) e reduz ou impede a protrusão da raiz primária (LOPES et al., 1996).

Potenciais hídricos muito negativos, especialmente no início da embebição, promovem redução drástica da absorção de água pelas sementes, podendo, assim, inviabilizar a seqüência de eventos do processo germinativo (BANSAL et al., 1980). Desta forma, o estresse hídrico, geralmente, atua diminuindo a velocidade e a percentagem de germinação de sementes, sendo que para cada espécie existe um valor de potencial hídrico abaixo do qual a germinação não ocorre (ADEGBUYI et al., 1981).

A germinação de sementes em solos com baixo potencial hídrico depende da capacidade de absorção de cada espécie. Em condições de laboratório, por conveniência, realizam-se estudos de germinação com o uso de soluções aquosas de sacarose, sais, manitol e polietileno glicol, a fim de simular condições padronizadas de estresse hídrico para seleção de espécies mais tolerantes (SANTOS et al., 1992).

O polietileno glicol (PEG 6000) tem sido utilizado com sucesso em trabalhos de pesquisa para simular os efeitos do déficit hídrico nas plantas, por não penetrar nas células, não ser degradado e não causar toxidez, devido ao seu alto peso molecular (HASEGAWA et al., 1984; VILLELA et al., 1991).

De acordo com a literatura disponível, verifica-se que para sementes de pimentão (TORRES, 1996), a avaliação do comprimento das plântulas sobre o estresse hídrico de -0,30 MPa é indicada para a avaliação do vigor destas sementes. Para sementes de cebola, Piana et al. (1995) verificaram que o teste de estresse hídrico a -0,3 MPa pode ser indicado para avaliar o vigor, já que apresentou alta correlação com a emergência das plântulas em campo e com o teste de frio com solo.

Para as sementes de espécies medicinais e condimentares, existem poucas informações sobre os efeitos do estresse hídrico na germinação e no vigor. Assim, considerando que a água participa ativamente de todo o processo germinativo, é de fundamental importância o conhecimento das condições adequadas para a germinação das sementes destas espécies.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi conduzido no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes, do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Santa Maria, RS, em duas etapas distintas descritas nos itens 3.1 e 3.2.

Foram utilizadas sementes de anis (*Pimpinella anisum* L.), funcho (*Foeniculum vulgare* Miller) e endro (*Anethum graveolens* L.) adquiridas de uma empresa tradicional em produção e comercialização de sementes.

Durante o período de avaliações, as sementes permaneceram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em câmara seca sob condições controladas de 10 °C e 50% de umidade relativa do ar.

3.1. Etapa I: Efeito da luz e da temperatura sobre o potencial fisiológico das sementes de anis, funcho e endro.

Para avaliações do efeito da luz e da temperatura sobre o potencial fisiológico, as sementes de anis, funcho e endro foram submetidas à presença ou ausência de luz nas temperaturas constantes de 20, 25; 30 °C e alternada de 20-30 °C.

Nos tratamentos com presença de luz, as sementes foram colocadas em câmara de germinação com controle fotoperiódico de 8 horas com luz e 16 horas sem luz. A condição com iluminação foi obtida nas câmaras de germinação pela utilização de quatro lâmpadas fluorescentes do tipo luz do dia 20 w, com densidade de fluxo radiante na altura das caixas de aproximadamente $0,012 \text{ w.m}^{-2}.\text{nm}^{-1}$ (CARDOSO, 1995).

Nos tratamentos referentes à ausência de luz, a semeadura e as contagens das sementes germinadas foram realizadas em ambiente iluminado com lâmpada fluorescente de 15 w, com filtro de segurança formado por três folhas de papel celofane verde, conforme Araujo Neto (1997). As caixas plásticas de germinação foram cobertas com duas folhas de papel alumínio até o final dos testes.

Os experimentos foram conduzidos em germinadores regulados para os regimes de temperatura constante e alternada sendo que, no caso das temperaturas

alternadas, o período luminoso correspondeu à temperatura mais elevada, conforme recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

O potencial fisiológico foi avaliado através dos testes descritos a seguir.

Grau de umidade

Determinado pelo método da estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas, utilizando-se duas amostras de sementes, conforme recomendação de Brasil (1992), sendo os resultados expressos em percentagem.

Teste de germinação

O teste foi realizado com quatro repetições de 100 sementes, nos diferentes tratamentos. A semeadura foi realizada sobre papel em caixa plástica do tipo “gerbox”, umedecida com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel substrato.

As contagens foram efetuadas aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura, exceto para funcho quando a contagem final foi realizada aos 14 dias, conforme recomendação de Brasil (1992). Os resultados foram expressos em percentagem média de plântulas normais.

Índice de velocidade de germinação (IVG)

O teste foi implantado do mesmo modo que o teste padrão de germinação. As contagens das sementes germinadas foram efetuadas diariamente, no mesmo horário, durante o período de 21 dias para anis e endro e 14 dias para funcho, procedendo-se o reumedecimento do substrato com quantidade única de água destilada (5 ml), no sétimo dia, após o início do teste. O critério de germinação foi a protrusão radicular. O índice de velocidade de germinação foi calculado como a média dos valores obtidos para as quatro repetições de 100 sementes, empregando-se a fórmula de Maguire (1962), sugerida por Nakagawa (1999).

$$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$$

Onde:

IVG = índice de velocidade de germinação

G_1, G_2, G_n = número de sementes germinadas computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem.

N_1, N_2, N_n = número de dias da sementeira à primeira, segunda e à última contagem.

Primeira contagem de germinação

Realizada conjuntamente com o teste de germinação, onde determinou-se a percentagem de plântulas normais no sétimo dia após a instalação do teste, para as três espécies, conforme recomendação de Brasil (1992).

Comprimento das plântulas

Avaliou-se o comprimento médio das plântulas normais obtidas a partir da sementeira de quatro repetições de 10 sementes. Os rolos de papel contendo as sementes permaneceram em câmara de germinação por sete dias, quando então, se avaliou o comprimento total das plântulas, com o auxílio de uma régua milimetrada. O comprimento médio das plântulas foi obtido somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas normais mensuradas, com resultados expressos em centímetros, conforme descrito por Nakagawa (1999).

Massa seca das plântulas

A determinação da massa seca foi realizada com quatro repetições de 10 plântulas, originadas do teste anterior, mantidas em sacos de papel, em estufa a 60 °C, até a obtenção de massa constante, o que ocorreu em aproximadamente 48h. Em seguida, as repetições foram pesadas em balança de precisão 0,001g, sendo os resultados expressos em miligramas/plântula, conforme Nakagawa (1999).

Teste de sanidade

Para a avaliação dos patógenos presentes nas sementes das três espécies, utilizou-se o teste de sanidade (“blotter-test”), conforme metodologia descrita por Brasil (1992). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes distribuídas em caixas gerbox (previamente desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 2,5%) sobre papel umedecido com água destilada e autoclavada e, posteriormente, acondicionadas em temperatura de 25 °C, por um período de sete dias. A avaliação foi realizada observando-se as sementes sob lupa e microscópio óptico, considerando-se a percentagem de sementes com crescimento micelial.

3.2. Etapa II: Efeito do estresse hídrico na germinação e no vigor das sementes de anis, funcho e endro.

O efeito do estresse hídrico sobre o potencial fisiológico das sementes de anis, funcho e endro foi avaliado por meio do teste de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, conforme descritos no item 3.1. Considerando que, na etapa I, as temperaturas de 20 e 25 °C foram as melhores para o teste de germinação, utilizou-se a temperatura constante de 20 °C em presença de luz para as três espécies, por esta última apresentar maior média geral. O substrato papel foi embebido com soluções de polietileno glicol (PEG 6000) nos potenciais osmóticos correspondentes a zero; -0,05; -0,10; -0,15; -0,20; -0,25; -0,30 MPa. O nível zero correspondeu à testemunha (controle), onde utilizou-se água destilada.

A quantidade de PEG 6000 necessária para obtenção dos potenciais osmóticos foi obtida com base em Michel & Kaufman (1973) e Villela et al. (1991), conforme a Tabela 1.

TABELA 1 - Quantidade de soluto utilizada para preparação de solução de polietileno glicol (PEG 6000) nos respectivos potenciais osmóticos, à temperatura de 20 °C. Santa Maria, RS. 2004.

Potencial osmótico (MPa)	g/L ⁻¹ de água destilada
0,00	0,000
-0,05	45,277
-0,10	72,482
-0,15	93,936
-0,20	112,232
-0,25	128,454
-0,30	143,180

Análise estatística

Na primeira etapa, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, onde os tratamentos constituíram um fatorial 4 x 2 (4 temperaturas x presença ou ausência de luz) com quatro repetições de 100 sementes. Para as variáveis germinação e primeira contagem foi realizada a transformação $\text{arc sen } (X/100)^{1/2}$ (STORCK et al., 2000) e utilizado o SANEST (ZONTA et al., 1986). As comparações entre as médias dos tratamentos foram efetuadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Na segunda etapa, os tratamentos foram analisados no delineamento experimental inteiramente casualizado onde, para cada espécie avaliou-se 6 tratamentos constituídos pelos potenciais osmóticos e efetuou-se a análise de variância e uma análise de regressão polinomial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Etapa I: Efeito da luz e da temperatura sobre o potencial fisiológico das sementes de anis, funcho e endro.

As sementes de anis, funcho e endro apresentaram grau de umidade de 5,1; 5,2 e 6,4%, respectivamente, por ocasião da instalação dos testes de germinação e vigor, sendo que estes resultados servem apenas para a caracterização inicial das sementes. Este fato é importante na execução dos testes, considerando-se que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção dos resultados consistentes (MARCOS FILHO et al., 1987).

Na Tabela 2, é apresentado o resumo das análises de variâncias das avaliações efetuadas nos testes de germinação e vigor conduzidos sob diferentes temperaturas e em presença e ausência de luz. Para cada uma das espécies verifica-se um comportamento distinto conforme a variável analisada, havendo ou não diferença significativa entre as temperaturas, entre a presença e ausência de luz e na interação luz x temperatura.

Deste modo, os resultados para cada variável estudada encontram-se divididos em tabelas distintas devido à diferença significativa ou não entre a interação luz x temperatura.

TABELA 2 - Resumo das análises de variância para as variáveis germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento das plântulas (CP) e massa seca (MS). Santa Maria, RS. 2004.

Causas de Variação	G.L.	Espécie	Quadrados Médios				
			G	PC	IVG	CP	MS
Luz	1	anis	2,53 ^{ns}	72,00 ^{ns}	10,13 ^{ns}	0,66 ^{ns}	73,75*
		funcho	40,50 ^{ns}	2888,00*	162,00*	6,62*	20,97 ^{ns}
		endro	406,13*	247,53*	5,28 ^{ns}	4,52 ^{ns}	12,86*
Temperatura	3	anis	2392,70*	1321,08*	46,33*	19,57*	17,05*
		funcho	1417,46*	3491,08*	183,08*	36,65*	97,17*
		endro	4123,38*	4012,78*	19,70 ^{ns}	32,88*	22,40*
Luz X Temperatura	3	anis	20,53 ^{ns}	112,25*	2,73 ^{ns}	4,59*	33,27*
		funcho	87,50*	111,08*	22,92*	9,70*	129,19*
		endro	38,71 ^{ns}	22,86 ^{ns}	8,11 ^{ns}	17,45*	8,58*

* : Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

ns: não significativo.

4.1.1. Teste de germinação

Com base nos resultados expostos nas Tabelas 3 e 4, observa-se que as sementes de anis e funcho apresentaram comportamento indiferente à luz, pois a germinação foi semelhante tanto na presença como na ausência de luz. Essas espécies, provavelmente, apresentam a forma de fitocromo fiA, que controla a germinação através da resposta de fluência muito baixa (TAKAKI, 2001).

Em contrapartida, a germinação das sementes de endro (Tabela 3) foi influenciada pela presença de luz, uma vez que nessa condição verificou-se os maiores valores de percentagem de germinação (69%). Essa espécie poderia ser classificada como fotoblástica positiva ou, conforme classificação apresentada por Takaki (2001), como uma espécie que apresenta a forma de fitocromo fiB, que controla a germinação através da resposta de fluência baixa.

Em relação à temperatura, embora a percentagem de germinação das sementes de anis tenha sido baixa, os maiores valores foram verificados nas

temperaturas de 20 e 25 °C. Estes resultados estão de acordo com Takarashi et al. (2000), Teixeira et al. (2003) e Torres (2004), os quais utilizaram a temperatura de 25 °C e, contrários, ao recomendado por Brasil (1992) e Meneghello (2002) onde indicam a temperatura alternada de 20-30 °C para a germinação das sementes desta espécie.

Entre as sementes de endro, observou-se maior percentagem de germinação na temperatura de 20 °C, não diferindo significativamente de 25 °C, resultado que não está de acordo com as temperaturas alternadas de 10-30 °C e 20-30 °C recomendadas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

Por outro lado, os maiores percentuais de germinação das sementes de funcho foram obtidos nas temperaturas constantes de 20 e 25 °C e alternada de 20-30 °C. Esses resultados estão de acordo e, podem complementar, os recomendados por Brasil (1992) e Meneghello (2002), que indicam a temperatura de 20-30 °C para a germinação das sementes de funcho.

Resultados semelhantes foram encontrados por Ikuta & Barros (1996) onde relataram que a propagação de marcela por sementes é viável em condições de temperatura média de 20 a 25 °C em presença de luz e por Menezes et al. (2000) onde sementes de alface apresentaram maior germinação e desenvolvimento em presença de luz e na temperatura constante de 20 °C.

Outros autores indicam a temperatura alternada de 20-30°C para a germinação de sementes de espécies da família Umbelliferae como aipo, angélica, cominho e salsa (BRASIL, 1992) e de 20 °C para coentro (BRASIL, 1992; TORRES, 1999) e cenoura (FINCH-SAVAGE & McQUISTAN, 1988; BRASIL, 1992) onde houve maior rapidez e uniformidade na temperatura de 25 °C (CARNEIRO & GUEDES, 1992).

Na temperatura mais elevada (30 °C), a maioria das plântulas obtidas foi anormal apresentando a raiz primária pouco desenvolvida, epicótilo curto e necrosado, com aspecto e odor característicos de apodrecimento, nas três espécies estudadas. Além destes efeitos observados, as altas temperaturas podem levar à dormência térmica ou até mesmo a perda da viabilidade das sementes através do estresse térmico (VIDAVER & HSIAO, 1975). Na maioria dos casos, o estresse térmico retarda o desenvolvimento do processo germinativo, podendo suprimi-lo em

sementes quiescentes ou para as que já haviam iniciado sua germinação (POLLOCK & ROSS, 1972).

Em geral, as altas temperaturas provocam uma diminuição do suprimento de aminoácidos livres, da síntese de RNA e de proteínas e o decréscimo da velocidade das reações metabólicas (RILEY, 1981).

TABELA 3 - Percentagem de germinação de sementes de anis e endro submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004.

Fator	Condição	Anis	Endro
Luz	Presença	38 a*	69 a
	Ausência	38 a	62 b
Temperatura	20 °C	52 a	81 a
	25 °C	50 a	79 ab
	20-30 °C	36 b	71 b
	30 °C	15 c	32 c
Média geral		38,22	65,94
CV (%)		16,30	10,94

* Médias, seguidas de mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 4 - Percentagem de germinação de sementes de funcho submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004.

Temperatura	Presença de luz	Ausência de luz
20 °C	85 a A*	84 a A
25 °C	85 a A	82 a A
20-30 °C	81 a A	81 a A
30 °C	51 b B	63 b A
Média geral		76,56
CV (%)		5,61

* Médias, seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, e letra maiúscula, em cada linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Conforme indicado nas Regras para Análise de Sementes, o teste de germinação das sementes é realizado durante 14 dias para as sementes de funcho e 21 dias para as sementes de anis e endro. Observou-se, através dos resultados obtidos nos experimentos, que nesta condição, sem dormência, não há a necessidade de esperar até 21 dias para a realização da contagem final, uma vez que as sementes apresentaram germinação até o décimo dia. Além disso, as sementes que ficam expostas por longos períodos podem sofrer a ação de patógenos provocando sua deterioração.

Observou-se ainda que a percentagem de germinação das sementes de anis, em especial, estava bem abaixo da indicada na embalagem (83%). Isto confirma as observações feitas por Meneghello et al. (2002) onde, muitas vezes, a germinação indicada nas embalagens das sementes de plantas medicinais, à semelhança do que ocorre com algumas espécies ornamentais, nem sempre representa a real percentagem de germinação e a falta de métodos para tal comprovação facilita o comércio livre com sementes de baixa qualidade. Por outro lado, esta baixa percentagem de germinação pode ser, em parte, explicada pela incidência de patógenos, identificados pelo teste de sanidade, onde observou-se maior ocorrência de *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. e bactérias (Tabela 5).

Os fungos do gênero *Alternaria* são comumente encontrados em sementes de cenoura (MUNIZ & PORTO, 1999), salsa e coentro (TRIGO et al., 1997; PEREIRA et al., 2003), espécies também pertencentes à família do anis, funcho e endro. Estes patógenos podem causar reduções significativas na germinação, tombamento de plântulas, queima das folhas e das umbelas (STRADIOTTO, 1995) e, a sua localização nas diferentes estruturas das sementes (tegumento, endosperma, embrião) é um indicativo na infecção de plântulas (SOTEROS, 1979).

Além do mais, a presença de bactérias pode afetar a percentagem de germinação. Estes patógenos encontram-se tanto externa como internamente nas sementes, podendo promover o apodrecimento e, conseqüentemente, a morte das mesmas (MACHADO, 1988).

TABELA 5 - Incidência média de patógenos em sementes de anis, funcho e endro. Santa Maria, RS. 2004.

Patógenos	Incidência média (%)		
	Anis	Funcho	Endro
<i>Alternaria alternata</i>	21,0	45,5	15,0
<i>Alternaria dauci</i>	1,5	-	-
<i>Alternaria radicina</i>	1,0	-	-
<i>Cladosporium</i> sp.	1,0	7,0	1,0
<i>Fusarium</i> sp.	9,0	1,0	1,5
<i>Penicillium</i> sp.	6,0	-	-
<i>Rhizopus</i> sp.	2,5	-	-
Bactérias	7,5	-	-

4.1.2. Primeira contagem do teste de germinação

Os resultados referentes a primeira contagem do teste de germinação das sementes de anis, funcho e endro submetidas a diferentes temperaturas em presença e ausência de luz são apresentados nas Tabelas 6 e 7 onde, para cada espécie, houve comportamento distinto.

O teste de primeira contagem, indiretamente, avalia a velocidade de germinação, pois maior percentagem a primeira contagem significa que as sementes germinaram mais rapidamente que as demais (NAKAGAWA, 1999).

As plântulas normais de endro se desenvolveram mais rapidamente na presença de luz e na temperatura constante de 20 °C, sem diferir do efeito de 25 °C (Tabela 6).

As sementes de anis, germinaram mais rapidamente, em presença de luz, nas temperaturas de 20 e 25 °C e na ausência de luz, nas temperaturas de 20, 25 °C e 20-30 °C (Tabela 7).

Sobre as sementes de funcho, houve efeito significativo entre os fatores luz, temperatura e interação entre luz x temperatura. Os melhores resultados da primeira contagem do teste de germinação foram observados na ausência de luz e nas

temperaturas constante de 20 e 25 °C e alternada de 20-30 °C, sendo que na ausência de luz, apenas na temperatura de 30 °C houve menor número de plântulas normais (Tabela 7).

Nas três espécies estudadas, houve redução do número de plântulas normais na temperatura de 30 °C. A redução do poder germinativo verificada na temperatura de 30 °C, possivelmente, decorreu do declínio da velocidade do processo, uma vez que o tempo prolongado para o início da germinação ocasionou a ocorrência de plântulas com tamanho reduzido em relação às obtidas nas demais temperaturas.

TABELA 6 - Primeira contagem do teste de germinação de sementes de endro submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004.

Fator	Condição	Primeira contagem (%)
Luz	Presença	66 a*
	Ausência	60 b
Temperatura	20 °C	79 a
	25 °C	75 ab
	20-30 °C	68 b
	30 °C	30 c
Média geral		63,16
CV (%)		10,22

* Médias, seguidas de mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 7 - Primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de anis e funcho submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004.

Espécie	Anis		Funcho	
	Presença de luz	Ausência de luz	Presença de luz	Ausência de luz
20 °C	47 a A*	34 a B	38 b B	61 a A
25 °C	35 a A	37 a A	50 a B	70 a A
20-30 °C	22 b A	25 a A	56 a A	65 a A
30 °C	14 b A	11 b A	4 c B	28 b A
Média geral	28,37		46,62	
CV (%)	18,47		11,31	

* Médias, seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, e letra maiúscula, em cada linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4.1.3. Índice de velocidade de germinação

Conforme os dados expostos nas Tabelas 8 e 9, verifica-se que as sementes de anis, funcho e endro apresentaram diferentes índices de velocidade de germinação.

Nas sementes de anis, tanto na presença como na ausência de luz, as maiores velocidades de germinação foram observadas nas temperaturas de 20 e 25 °C (Tabela 8).

Para as sementes de endro, não houve efeito significativo entre os fatores analisados. Deste modo, a velocidade de germinação foi semelhante, independente da condição de luz e de temperatura testadas (Tabela 8).

Por outro lado, nas sementes de funcho houve efeito significativo entre os fatores analisados. Em presença de luz, observou-se maior velocidade de germinação na temperatura constante de 25 °C e na alternada de 20-30 °C. Na ausência de luz, as sementes apresentaram menor índice de velocidade de germinação apenas na temperatura de 30 °C (Tabela 9).

Considerando as temperaturas testadas neste experimento, observou-se que na temperatura mais elevada (30 °C) ocorreu menor velocidade de germinação nas

três espécies estudadas. Estes resultados diferem daqueles obtidos por Carvalho & Nakagawa (2000), onde na temperatura mais elevada a velocidade de absorção de água e as reações químicas foram maiores e as sementes germinaram mais rapidamente.

As altas temperaturas podem diminuir a velocidade de germinação, provocando desorganização do processo sendo que o número de sementes que conseguem completá-lo vai caindo rapidamente, em decorrência, basicamente, dos efeitos sobre a atividade de enzimas e das restrições ao acesso de oxigênio (CÔME & TISSAOUI, 1973; MARCOS FILHO, 1986).

TABELA 8 - Índice de velocidade de germinação de sementes de anis e endro submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004.

Fator	Condição	Anis	Endro
Luz	Presença	17,06 a*	35,19 a
	Ausência	15,94 a	34,37 a
Temperatura	20 °C	19,00 a	36,50 a
	25 °C	17,75 ab	35,50 a
	20-30 °C	15,75 bc	34,25 a
	30 °C	13,50 c	32,87 a
Média geral		16,50	34,78
CV (%)		10,01	8,19

* Médias, seguidas de mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 9 - Índice de velocidade de germinação de sementes de funcho, submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004.

Temperatura	Presença de luz	Ausência de luz
20 °C	20,00 b B*	25,50 a A
25 °C	22,75 a B	25,50 a A
20-30 °C	22,75 a A	23,75 a A
30 °C	9,50 c B	18,25 b A
Média geral		21,00
CV (%)		5,67

* Médias, seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, e letra maiúscula, em cada linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4.1.4. Comprimento e massa seca das plântulas

Em relação ao comprimento e massa seca das plântulas de anis, funcho e endro verificou-se, através da análise da variância, que houve efeito e interação significativos entre os fatores analisados.

Nas três espécies estudadas, os maiores comprimentos das plântulas foram observados, em presença de luz, nas temperaturas de 20 e 25°C. Na ausência de luz, apenas na temperatura de 30°C ocorreu o desenvolvimento de plântulas menores (Tabela 10).

Na Tabela 11 são apresentados os resultados referentes à massa seca das plântulas de anis, funcho e endro. Observa-se que as plântulas de anis e funcho apresentaram maior massa seca, em presença de luz, nas temperaturas de 20, 25 e 20-30 °C e, na ausência de luz, não houve efeito dos tratamentos sobre o fator analisado, em todas as temperaturas testadas. Por outro lado, as plântulas de endro apresentaram maior massa seca, em presença de luz, nas temperaturas de 20 e 25 °C e, na ausência de luz, na temperatura de 20 °C.

Desta forma, nas três espécies estudadas, à medida que aumentou a temperatura ocorreu redução na percentagem de germinação e no vigor avaliado pelos testes de comprimento e massa seca das plântulas. Nas condições de luz e

temperatura, indicadas como as melhores no teste padrão de germinação destas espécies, houve maior comprimento e massa seca das plântulas. Isto pode ser explicado porque, além de fornecidas as condições necessárias à germinação, as sementes vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento, em função de apresentarem maior capacidade de transformação e suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e maior incorporação destes pelo eixo embrionário (DAN et al., 1987; NAKAGAWA, 1999). Conseqüentemente, originam plântulas com maior massa, em função do maior acúmulo de massa seca (NAKAGAWA, 1999).

TABELA 10 - Comprimento das plântulas (cm) de anis, funcho e endro submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004.

Espécie	Anis		Funcho		Endro	
	Presença de luz	Ausência de luz	Presença de luz	Ausência de luz	Presença de luz	Ausência de luz
20 °C	8,5 a A*	7,0 a B	9,9 a A	8,2 ab A	11,2 a A	7,6 a B
25 °C	7,8 a A	6,6 a A	8,5 ab A	9,1 a A	9,6 ab A	8,2 a A
20-30 °C	5,9 b A	6,6 a A	6,3 b A	9,0 a A	7,2 b A	8,2 a A
30 °C	3,0 c B	4,8 b A	2,4 c B	5,7 b A	1,7 cB	5,7 a A
Média geral	6,37		7,55		7,80	
CV (%)	8,93		14,72		14,82	

* Médias, seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, e letra maiúscula, em cada linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 11 - Massa seca das plântulas (mg) de anis, funcho e endro submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004.

Espécie	Anis		Funcho		Endro	
	Presença de luz	Ausência de luz	Presença de luz	Ausência de luz	Presença de luz	Ausência de luz
20 °C	10,5 a A	3,0 a B	16,5 a A	13,2 a A	7,5 a A	6,2 a A
25 °C	9,2 a A	4,7 a A	19,5 a A	14,8 a A	6,7 a A	3,2 b B
20-30 °C	6,0 ab A	6,7 a A	14,2 a A	18,2 a A	4,5 b A	4,2 b A
30 °C	2,0 b A	3,5 a A	1,3 b B	15,0 a A	1,0 c B	3,0 b A
Média geral	5,97		14,52		4,80	
CV (%)	36,13		19,68		17,20	

* Médias, seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, e maiúsculas, em cada linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4.2. Etapa II: Efeito do estresse hídrico na germinação e no vigor de sementes de anis, funcho e endro.

O resumo das análises de regressão obtidas nos testes de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, com o valor de significância dos quadrados médios obtidos para os componentes linear e quadrático é apresentado na Tabela 12.

Observa-se que houve efeito linear e/ou quadrático sendo que as sementes das três espécies apresentaram comportamento distinto conforme a variável analisada.

TABELA 12 - Resumo das análises de regressão obtidas nos testes de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG), com o valor de significância dos quadrados médios obtidos para os componentes linear e quadrático. Santa Maria, RS. 2004.

Espécie	Quadrado médio	Germinação	Primeira contagem	IVG
Anis	Linear	3577,58*	1712,89*	238,91*
	Quadrático	28,00 ^{ns}	114,33 ^{ns}	0,36 ^{ns}
Funcho	Linear	18181,50*	5785,93*	632,74*
	Quadrático	396,50 ^{ns}	1222,86*	4,98 ^{ns}
Endro	Linear	2057,14*	18003,57*	484,80*
	Quadrático	570,96*	1577,33*	1,30 ^{ns}

* : Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

ns: não significativo.

As sementes de anis e funcho apresentaram um decréscimo linear significativo na percentagem de germinação à medida que os potenciais tornaram-se mais negativos (Figura 1). Por outro lado, as sementes de endro mostraram-se mais tolerantes ao estresse hídrico se comparadas às sementes de anis e funcho.

Nas sementes de endro, a germinação se manteve em torno de 80 a 85% até -0,15 MPa, ocorrendo uma redução quadrática significativa na percentagem de germinação a partir desse potencial. Este comportamento, pode ser explicado porque a restrição hídrica diminui a velocidade dos processos metabólicos e bioquímicos, atrasando ou reduzindo a percentagem de germinação de sementes de muitas espécies, interferindo na embebição e no alongamento celular do embrião (BRADFORD, 1990). Além disso, a diminuição do potencial hídrico do meio influencia a absorção de água (BANSAL et al., 1980) e reduz ou impede a emissão da raiz primária (LOPES et al., 1996).

Quando há restrições à disponibilidade hídrica, as sementes iniciam a germinação e, não havendo água suficiente para a sua continuidade, pode ocorrer a morte do embrião. Além disso, a absorção de água se torna lenta e desta forma, as sementes liberam exsudatos e permanecem expostas ao ataque de microrganismos durante maior período de tempo (HOBBS & OBENDORF, 1972).

Resultados semelhantes aos observados foram obtidos por Bertagnolli et al. (2003) com sementes de alface e por Moraes & Menezes (2003) e Rosseto et al.

(1997 ab), onde potenciais hídricos de -0,20 e -0,40 MPa causaram redução da emissão da raiz primária e da percentagem de germinação de sementes de soja.

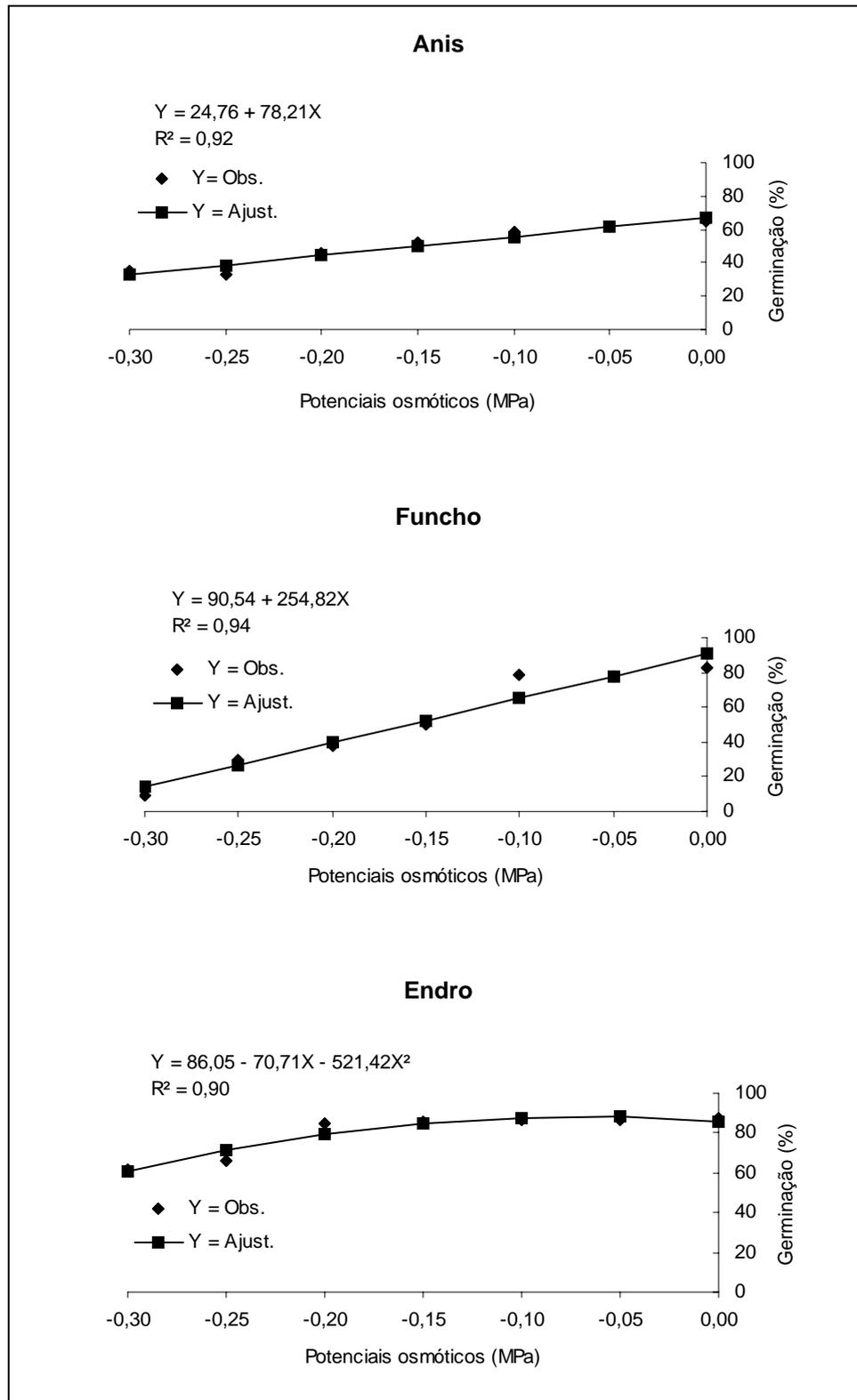


FIGURA 1 - Percentagem de germinação das sementes de anis, funcho e endro submetidas a diferentes potenciais osmóticos em solução de polietileno glicol (PEG 6000). Santa Maria, RS. 2004.

Em relação ao vigor das sementes de anis, funcho e endro, observou-se que o estresse hídrico reduziu a percentagem de plântulas normais aos sete dias após o início da germinação (Figura 2).

Das três espécies estudadas, as sementes de funcho apresentaram redução mais drástica da percentagem de plântulas normais. Este fato tornou-se mais evidente nos potenciais osmóticos de -0,25 MPa e -0,30 MPa, uma vez que, nestas concentrações, não ocorreu a formação de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação. Esta ocorrência, provavelmente, se deve a menor absorção de água pelas sementes, pois o aumento da concentração osmótica provoca uma diminuição do gradiente hídrico no sistema substrato-semente (TORRES et al., 1999).

Observou-se que o vigor das sementes de anis, funcho e endro foi mais afetado que a germinação, à medida que se aumentou a concentração das soluções osmóticas. As sementes com qualidade inferior são mais afetadas pelo estresse hídrico (RAZERA, 1982), entretanto, Popinigis (1985) relatou que sementes com baixo vigor podem ter um comportamento diferente do esperado por apresentarem o tegumento mais permeável à entrada de água.

Esses resultados de redução acentuada da germinação das sementes em maiores concentrações, têm sido atribuídos à redução da quantidade de água absorvida pelas sementes em meio salino, com redução do potencial osmótico das soluções (BRACCINI et al., 1996).

Resultados semelhantes aos observados foram obtidos por Torres et al. (1999) em sementes de pepino submetidas aos potenciais osmóticos de -0,60 MPa e -0,80 MPa; Braccini et al. (1996), Moraes & Menezes (2003) em sementes de soja e Pertel et al. (2003) em sementes de feijão, onde o vigor foi drasticamente reduzido em potenciais abaixo de -0,40 MPa. As espécies comportam-se de maneira diferenciada à condição de estresse hídrico induzido pela redução do potencial osmótico da solução (PEREZ, 1988). A resposta a essa condição de estresse hídrico depende da constituição genética e da condição fisiológica da semente (HEYDECKER, 1977).

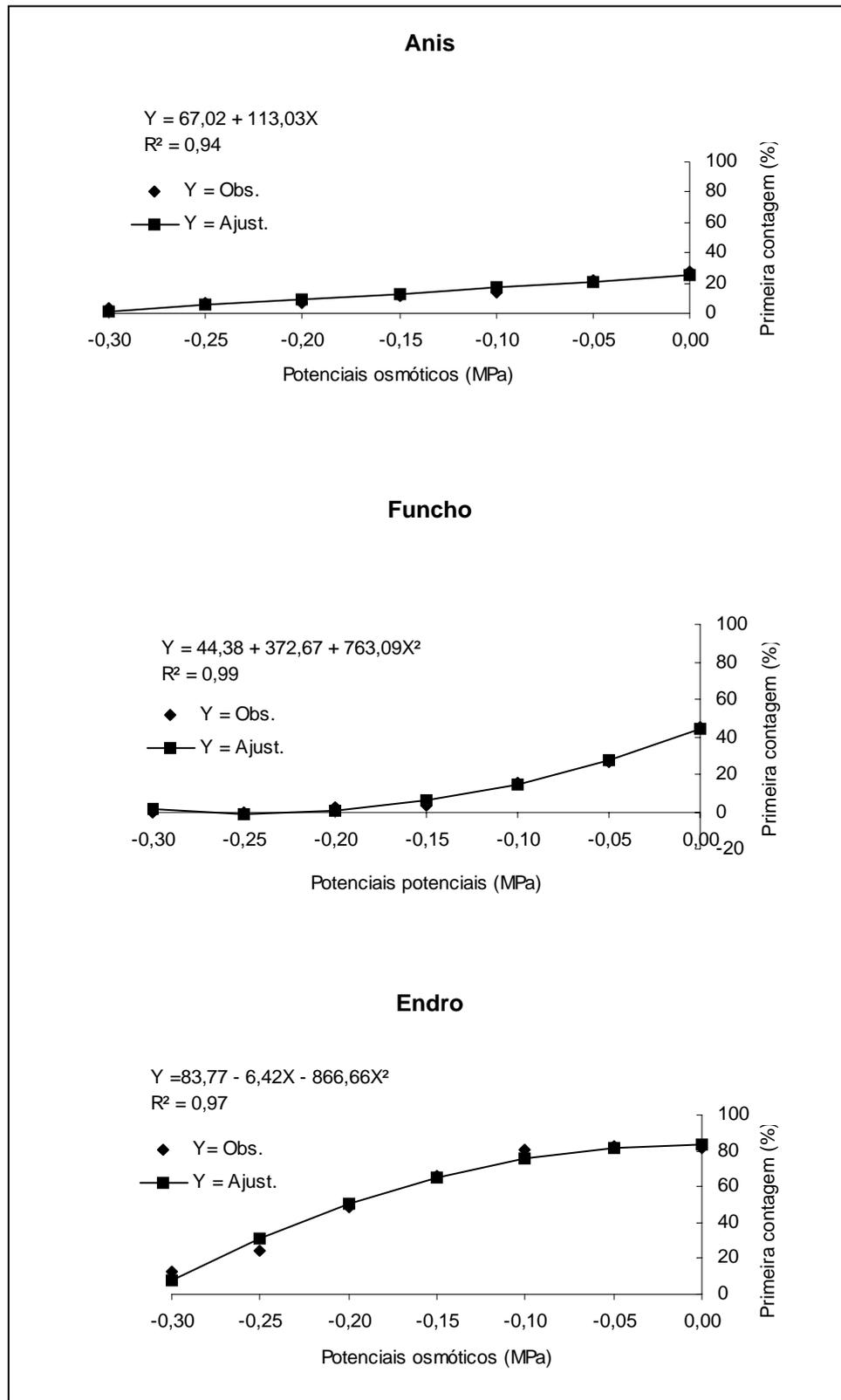


FIGURA 2 - Primeira contagem do teste de germinação das sementes de anis, funcho e endro submetidas a diferentes potenciais osmóticos em solução de polietileno glicol (PEG 6000). Santa Maria, RS. 2004.

Os resultados referentes ao índice de velocidade de germinação das sementes de anis, funcho e endro são apresentados na Figura 3, onde verifica-se comportamento semelhante nas três espécies.

À medida que diminuiu a disponibilidade hídrica, houve redução linear do índice de velocidade de germinação. Isto pode ser explicado porque potenciais hídricos muito negativos, especialmente no início da embebição, promovem redução drástica da absorção de água pelas sementes (BANSAL et al., 1980), podendo, assim, retardar ou reduzir a velocidade de germinação em muitas espécies vegetais por interferir na hidratação das sementes (PRISCO & O'LEARY, 1970).

Comportamento semelhante foi observado para sementes de alface, onde os potenciais osmóticos de -0,30 MPa e -0,60 MPa reduziram drasticamente a velocidade de germinação das sementes (BERTAGNOLLI, 2003). A redução no potencial hídrico, juntamente com a elevação da temperatura, influenciou a taxa de embebição e, conseqüentemente, a emissão da raiz primária em sementes de cebola (LOPES et al., 1996).

Esses resultados podem ser atribuídos à falta de energia para iniciar o processo germinativo, uma vez que essa energia é obtida por incrementos na taxa respiratória após a embebição das sementes e, sendo assim, em baixos potenciais hídricos a absorção de água se processa de forma muito lenta ou pode até não ocorrer (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

Além do estresse hídrico afetar a embebição, a velocidade e a percentagem de germinação de sementes, o primeiro efeito mensurável da baixa disponibilidade de água é a redução no crescimento causada pela diminuição da expansão celular (HSIAO, 1973; KRAMER, 1974), podendo também ocorrer menor comprimento das plântulas e menor acúmulo de massa seca (SÁ, 1987).

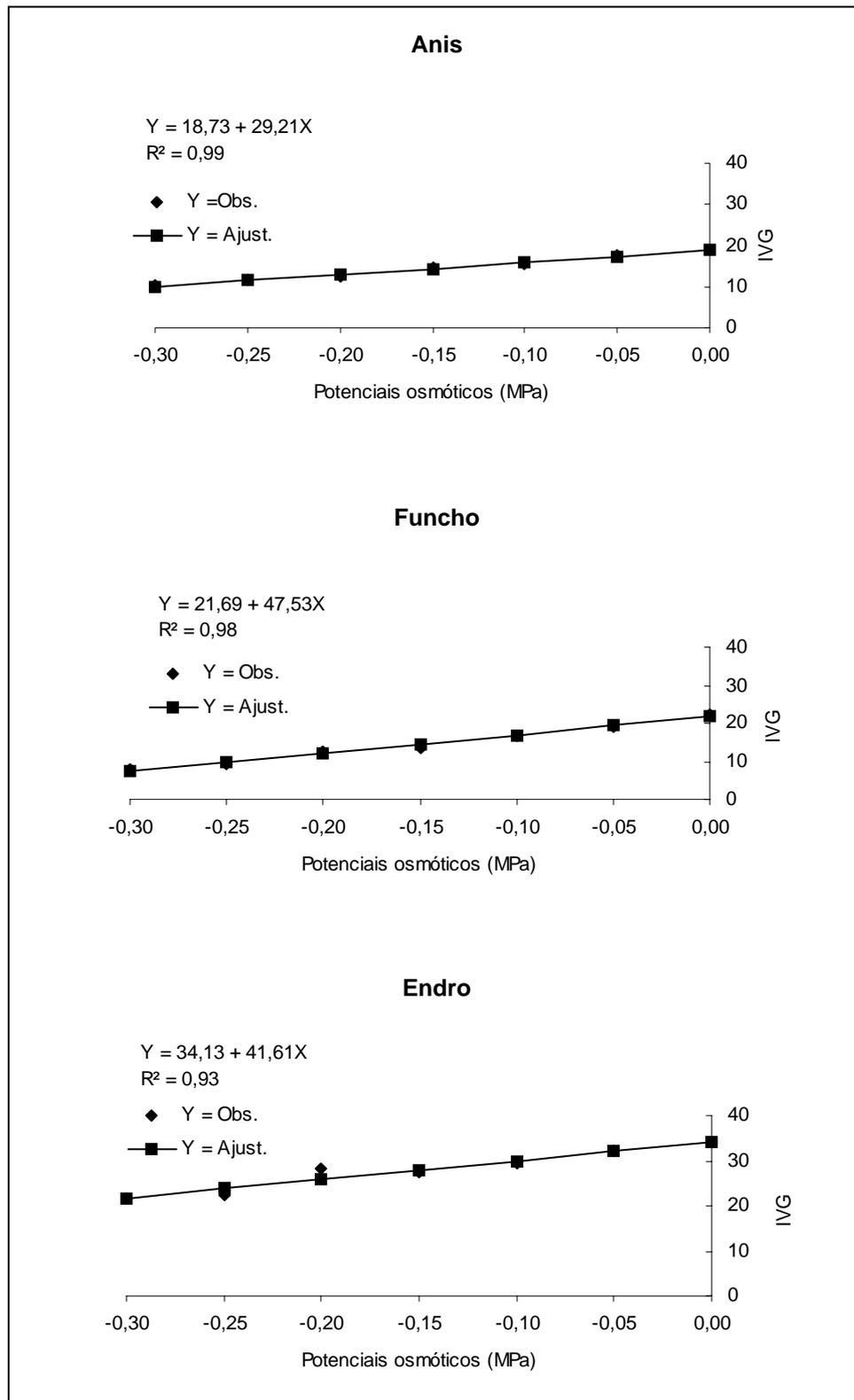


FIGURA 3 - Índice de velocidade de germinação de sementes de anis, funcho e endro submetidas a diferentes potenciais osmóticos em solução de polietileno glicol (PEG 6000). Santa Maria, RS. 2004.

5. CONCLUSÕES

- A germinação de sementes de anis, funcho e endro ocorre tanto na presença quanto na ausência de luz, porém a manifestação do vigor é favorecida pela luz.
- A germinação das sementes de endro é maior na presença de luz.
- As sementes de anis, funcho e endro, sem dormência, germinam melhor nas temperaturas constantes de 20 e 25 °C.
- A temperatura de 30 °C não é adequada para o teste de germinação nas três espécies estudadas.
- As sementes de endro são mais tolerantes ao estresse hídrico que as sementes de anis e funcho.
- A diminuição dos potenciais osmóticos reduz a germinação e o vigor das sementes de anis, funcho e endro, sendo o vigor mais afetado que a germinação.
- A diminuição dos potenciais osmóticos com Polietileno glicol 6000, a partir de -0,1 MPa para funcho e -0,2 MPa para endro, reduz drasticamente a germinação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGBUYI, E.; COOPER, S.R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethylene glycol (PEG). **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 9, n. 3, p. 867-878, 1981.

ARAUJO NETO, J.C. **Caracterização e germinação de sementes e desenvolvimento pós-seminal de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.)**. 1997. 81f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

BANSAL, R.P.; BHATI, P.R.; SEN, D.N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, Praha, v. 22, p. 327-331, 1980.

BERKENBROCK, I.S.; PAULILO, M.T.S. Efeito da luz na germinação e no crescimento inicial de *Maytenus robusta* Reiss e *Hedyosmum brasiliense* Mart. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 243-248, 1999.

BERTAGNOLLI, C.M. et al. Desempenho de sementes nuas e peletizadas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas a estresse hídrico e térmico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 7-13, 2003.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York : Plenum, 1994. 445p.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B. et al. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. cap. 3, p. 83-135.

BRACCINI, A.L. et al. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietilenoglicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 10-16, 1996.

BRADFORD, K.J.A. Water relations analysis of seed germination rates. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 94, n. 3, p. 840-849, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 1992. 365p.

CARDOSO, V.J.M. Germinação e fotoblastismo de sementes de *Cucumis anguria*: influência da qualidade da luz durante a maturação e secagem. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 75-80, 1995.

CARNEIRO, J.W.P.; GUEDES, T.A. Influência da temperatura no desempenho germinativo de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.), avaliada pela função de distribuição de Weibull. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 2, 1992.

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

CÔME, D.; TISSAOUI, T. Interrelated effects of inhibition, temperature and oxygen on seed germination. In: HEYDECKER, W. (Ed.) **Seed ecology**. London: Butterworth. 1973. cap. 9, p.157-168.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 2. ed. New York: Macmillan, 1995. 321p.

DAN, E.L. et al. Transferência de matéria seca como modo de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 3, p. 45-55, 1987.

FINCH-SAVAGE, Q.E.; McQUISTAN, C.I. Performance of carrot seeds possessing different germination rates within a seed lot. **Journal Agronomy Science**, v.110, p.93-99, 1988.

FONSECA, Z.A. **Plantas e ervas medicinais e fitoterápicos**. Disponível em:<http://www.plantamed.com.br/PG/TEXTOS/NCA/Anethum_graveolens.htm>.

Acesso em: 10 mar. 2004.

HASEGAWA, P.M. et al. Cellular mechanisms of tolerance to water stress. **HortScience**, Alexandria, v. 19, n. 3, p. 371-377, 1984.

HEYDECKER, W. Stress and seed germination. In: KHAN, A.A. **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1977. p. 237-282.

HOBBS, P.R.; OBENDORF, R.L. Interaction of initial seed moisture and imbibitional temperature on germination and productivity of soybean. **Crop Science**, Madison, v. 13, p. 664-667, 1972.

HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 24, p. 519-570, 1973.

IKUTA, A.R.Y.; BARROS, I.B.I. Influência da temperatura e da luz sobre a germinação de marcela (*Achyrocline satureioides* Lam.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 12, p. 859-862, 1996.

KRAMER, P.J. Fifty years of progress in water relations research. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 54, n. 4, p. 463-471, 1974.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington, Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

LOPES, H.M. et al. Influência do potencial osmótico e da temperatura na embebição e no crescimento da radícula de sementes de cebola (*Allium cepa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 167-172, 1996.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002.

MACHADO, J.C. **Patologia de sementes**: fundamentos e aplicações. Brasília: MEC-ESAL-FAEPE, 1988. 106p.

MACHIA, M.; ANGELINI, L.; NUVOLI, S. Caratteristiche biologiche e riproduttive di alcune piante officinali. **Agronomie**, v. 22, n. 3, p. 221-232, 1988.

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

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

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

MARCOS FILHO, J. Utilização de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 4, n. 2, p. 33-35, 1994.

MARTINS, E.R. et al. **Plantas Medicinais**. Viçosa: UFV, 1998. 220p.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 2. ed. Oxford: Pergamon Press, 1989. 192p.

MENEGHELLO, G.E.; SCHNEIDER, S.M.H.; LUCCA FILHO, O.A. Veracidade da germinação indicada nas embalagens de sementes de espécies medicinais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 5-10, 2002.

MENEZES, N.L. et al. Qualidade fisiológica de sementes de alface submetidas a diferentes temperaturas em presença e ausência de luz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 941-945, 2000.

MICHEL, B.E.; KAUFMANN, M.R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 51, n. 6, p. 914-916, 1973.

MING, L.C. et al. Plantas medicinais aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica. In: MARQUES, F.C. **Análise da qualidade de sementes e do crescimento inicial de marcela, *Achyrocline satureioides* Lam. DC. (Asteraceae)**. Botucatu: UNESP, v. I e II, 1998. 238p.

MORAES, G.A.F.; MENEZES, N.L.. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 219- 226, mar-abr. 2003.

MUNIZ, M.F.; PORTO, M.D.M. Presença de *Alternaria* spp. em diferentes partes da semente de cenoura e em resíduos culturais e efeito do tratamento de sementes na sua transmissão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 187-193, 1999.

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

NÓBREGA, L.H.P. et al. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de camomila (*Matricaria recutita*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 137-140, 1995.

NOVEMBRE, A.D.C. Avaliação da qualidade de sementes. **Seed News**, Pelotas, mai/jun, 2001.

PEREIRA, R.S.; NASCIMENTO, W.M., MUNIZ, M.F.B. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de coentro. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., Londrina. **Anais...** Londrina: ABRATES, 2003. p. 429.

PEREZ, S.C.J.G.A. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de algarobeira**. 1988, 214f. Tese (Doutorado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1988.

PERTEL, J. et al. Efeito do estresse hídrico simulado com polietileno glicol na germinação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*). In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., Londrina. **Anais...** Londrina: ABRATES, 2003. p. 185.

PIANA, Z.; TILLMANN, M.A.A.; SILVA, W.R. Avaliação do vigor de sementes de cebola pelo teste de estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 6, p. 867-873, 1995.

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

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

PRISCO, J.T.; O'LEARY, J.W. Osmotic and "toxic" effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. **Turrialba**, San José, Costa Rica, v. 20, n. 2, p. 177-184, 1970.

RAZERA, L.F. **Emergence of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seed at various level of soil temperature and moisture**. 1982. 83f. Tese (PhD. in the Department of Agronomy) Mississippi State University, Mississippi, 1982.

RILEY, G.J.P. Effects of light temperature on protein synthesis during germination of maize (*Zea mays* L.). **Planta**, Berlin, v. 151, p. 75-80, 1981.

ROSSETTO, C.A.V. et al. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato, da qualidade fisiológica e do teor de água inicial das sementes de soja no processo de germinação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 1/2, jan-ago. 1997a.

ROSSETTO, C.A.V. et al. Comportamento das sementes de soja durante a fase inicial do processo de germinação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 1/2, jan-ago. 1997b.

ROTA, G.; NEDEL, J.L. Qualidade fisiológica de sementes de esporinha (*Delphinium consolida* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 4, n. 3, p. 183-186, 1998.

SÁ, M.E. **Relações entre qualidade fisiológica, disponibilidade hídrica e desempenho de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1987. 147f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1987.

SANTOS, S.D.S.; PEREIRA, M.F.A. Germinação de duas cultivares de beterraba açucareira: efeito de luz e temperatura. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 10, p. 15-20, 1987.

SANTOS, V.L.M. et al. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 189-194, 1992.

SCHULTZ, A.R.H. **Introdução à botânica sistemática**. 6 ed. Porto Alegre: Sagra, 1990.

SHUKLA, H.; DUBEY, P.; CHATURVEDI, R. Antiviral propeties os essential oils *Foeniculum vulgare* and *Pimpinella anisum* L. **Agronomie**, v. 9, p. 277-279, 1989.

SOTEROS, J.J. Detection os *Alternaria radicina* e *Alternaria dauci* from importated carrot seed in New Zealand. **Journal of Agricultural Research**, v. 22, p. 185-190, 1979.

STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2000. 198p.

STRADIOTTO, M.F. Doenças de hortaliças. **Informe agropecuário**, v. 17, p. 64-67, 1995.

SUN, W.Q.; LEOPOLD, A.C. Cytoplasmic vitrification and survival of anhydrobiotic organisms. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 117A, n. 3, p. 327-333, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Redwood City: Cummings, 1991. 565p.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 103-107, 2001.

TAKARASHI, L.S.A.; SOUZA, J.R.P.; YOSHIDA, A.E. Germinação de sementes de erva-doce armazenadas em diferentes ambientes, embalagens e submetidas a períodos de embebição. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, p.937-938, 2000.

TEIXEIRA, M.S. e S.C. et al. Número de sementes para teste de germinação de aquênios de erva-doce (*Pimpinella anisum* L.). In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., Londrina. **Anais...** Londrina: ABRATES, 2003. p. 408.

TOOLE, V.K. Effects of light, temperature and their interactions on the germination of seeds. **Seed Science & Technology**, Zurich. v. 21, n. 1, p. 339-396, 1973.

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

TORRES, S.B.; VIEIRA, E.L., MARCOS-FILHO, J. Efeitos do estresse hídrico na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 59-63, 1999.

TORRES, S.B. Comparação entre testes de vigor para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de coentro. **Científica**, São Paulo, v. 27, n. 1/2, p. 31-39, 1999.

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

TRIGO, M.F.O.O., TRIGO, L.F.N.; PIEROBOM, C.R. Fungos associados às sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 214-218, 1997.

VIDAVER, W.; HSIAO, A.I. Secondary dormancy in light sensitive lettuce seeds incubated anaerobically or at elevated temperature. **Canadian of Botany**, Ottawa, v. 53, p. 2557-2560, 1975.

VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SIQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, 1991.

ZONTA, E.P.; SILVEIRA, P.S.; ALMEIDA, A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores - SANEST**. Pelotas: Instituto de Física e Matemática, UFPEL, 1986.