

INFLUÊNCIA DA LUZ, TEMPERATURA E ESTRESSE HÍDRICO NA GERMINAÇÃO E NO VIGOR DE SEMENTES DE ANIS

INFLUENCE OF LIGHT, TEMPERATURE AND HYDRIC STRESS IN THE GERMINATION AND VIGOR OF SEEDS OF ANISE

Raquel Stefanello¹; Danton Camacho Garcia²; Nilson Lemos de Menezes³; Cátia Fernanda Wrasse⁴

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da luz, da temperatura e do estresse hídrico na germinação e no vigor de sementes de anis. O trabalho foi constituído por duas etapas experimentais. Na etapa I, as sementes foram colocadas para germinar sob temperaturas constantes de 20, 25, 30 °C e alternada de 20-30 °C na presença e ausência de luz. 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. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Conclui-se que a germinação das sementes de anis ocorre tanto na presença como na ausência de luz, porém a manifestação do vigor é favorecida pela luz. As sementes de anis, sem dormência, germinam melhor sob temperaturas constantes de 20 e 25 °C e a temperatura de 30 °C não mostrou-se adequada para o teste de germinação para a condição do processo germinativo. A diminuição dos potenciais osmóticos com polietileno glicol 6000, reduz drasticamente a germinação e o vigor das sementes de anis, sendo o vigor mais afetado que a germinação.

Palavras-chave: *Pimpinella anisum*, qualidade fisiológica.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effects of light, temperature and hydric stress in the germination and vigor of seeds of anise. The work was composed by two experimental stages. In stage I, seeds germinated under constant temperatures of 20, 25, 30 °C and alternate temperatures of 20-30 °C in the presence and absence of light. In stage II, the seeds were soaked in polyethylene glycol (PEG 6000) in osmotic potentials equivalent to zero; -0.05; -0.10; -0.15; -0.20; -0.25; -0.30 MPa. A completely randomized design with four replications was used. It can be concluded that germination of seeds of anise occurs in presence and absence of light. However vigor is favored by light. The seeds of anise, without dormancy, germinate better under constant temperatures of 20 and 25 °C. the temperature of 30 °C was not appropriate for the germination test for the germination process. The decreasing of osmotic potentials reduces germination and vigor of seeds anise. Vigor is more affected than germination.

Key words: *Pimpinella anisum*, physiological quality.

INTRODUÇÃO

O anis ou erva-doce (*Pimpinella anisum* L.), pertencente à família Umbelliferae, é uma erva anual, nativa da Ásia e cultivada no Brasil, especialmente no sul. Apresenta flores brancas e os frutos são diaquênios de sabor adocicado e cheiro forte utilizados industrialmente para a produção de óleo essencial, tinturas e de grande importância farmacêutica e cosmética (LORENZI & MATOS, 2002). Esta espécie tem uso

medicinal aprovado internacionalmente como medicação para o controle de resfriados, tosse, inflamações, digestão e perda de apetite. Devido a essas características, o estudo da germinação e do vigor dessa espécie torna-se importante uma vez que existem poucas informações disponíveis sobre o assunto.

A germinação das sementes inicia com o ressurgimento das atividades paralisadas por ocasião da maturidade 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 muitas espécies quando fornecidas as condições ideais de luz e umidade, a temperatura predominante no solo determinará tanto a quantidade de sementes germinadas como a velocidade de germinação (HEYDECKER, 1977).

A luz é necessária para a germinação das sementes de várias espécies. Porém, 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 durante o processo de embebição. Em resposta a luz, as espécies podem ser classificadas em fotoblásticas positivas, ou seja, aquelas que necessitam de luz para germinar; fotoblásticas negativas, que germinam melhor na ausência de luz ou fotoblásticas neutras que são insensíveis à luz (LABOURIAU, 1983).

A temperatura exerce influência no processo germinativo, tanto por agir sobre a velocidade de absorção de água, como sobre as reações bioquímicas que determinam todo o processo; afetando, portanto, não só o total de germinação, como também a velocidade (BEWLEY & BLACK, 1994; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

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

Entre os fatores que influenciam o processo germinativo, a água é, sem dúvida, o mais importante. Quando removida, abaixo do limite suportado pela célula, pode promover 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 redução do potencial hídrico do meio influencia a absorção de água pelas sementes, podendo, inviabilizar a

¹ Bióloga, MSc. em Agronomia, UFSM.

² Eng^o Agr^o, Dr., Prof. Adjunto, Depto. Fitotecnia, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, e-mail: danton@smail.ufsm.br, autor para correspondência.

³ Eng^o Agr^o, Dr., Prof. Adjunto, Depto. Fitotecnia.

⁴ Eng^a Agr^a, Aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UFSM.

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 das sementes, sendo que, para cada espécie, existe um valor de potencial hídrico abaixo do qual a germinação não ocorre (ADEGBUYI et al., 1981).

Estudos sobre a influência da luz, da temperatura e da água na germinação das sementes são essenciais para entender os aspectos ecológicos, fisiológicos e bioquímicos do processo (LABOURIAU, 1983; BEWLEY & BLACK, 1994). Em vista dessas considerações, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da luz, da temperatura e do estresse hídrico na germinação e no vigor de sementes de anis.

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.

Foram utilizadas sementes de anis adquiridas de uma empresa tradicional em produção e comercialização de sementes.

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

Na presença de luz, as sementes foram colocadas em câmara de germinação, com controle fotoperiódico de 8h de luz e 16h sem luz. Na ausência de luz, as sementes foram semeadas em sala iluminada com luz verde e mantidas no escuro durante todo o teste, cobrindo-se as caixas plásticas de germinação com papel alumínio. A condição com iluminação foi obtida nas câmaras de germinação pela utilização de quatro lâmpadas fluorescentes de 20 W, com densidade de fluxo radiante na altura das caixas de 15 mmol m⁻² s⁻¹ (CARDOSO, 1995).

O potencial fisiológico foi avaliado através dos seguintes testes:

Germinação: realizado com quatro repetições de 100 sementes, distribuídas em caixa plástica do tipo gerbox, sobre três folhas de papel filtro umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel substrato. O teste foi conduzido nas diferentes temperaturas, sendo as contagens realizadas aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura, conforme recomendação das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em percentagem média de plântulas normais.

Primeira contagem: realizada conjuntamente com o teste padrão de germinação, onde se determinou a percentagem de plântulas normais no sétimo dia após a instalação do teste, conforme recomendação das RAS (BRASIL, 1992).

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, procedendo-se o reumedecimento do substrato, no sétimo dia, após o início do teste. O critério de germinação foi a protrusão radicular (2,0 mm). 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).

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

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 semeadura à primeira, segunda e à última contagem.

Comprimento das plântulas: avaliou-se o comprimento médio das plântulas normais obtidas a partir da semeadura de quatro repetições de 10 sementes. Os rolos de papel contendo as sementes permaneceram em câmara de germinação por sete dias, quando então, foi avaliado 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, sendo os resultados expressos em centímetros, conforme descrito por NAKAGAWA (1999).

Fitomassa seca das plântulas normais: realizada com quatro repetições de 10 plântulas, provenientes do teste anterior, mantidas em sacos de papel, em estufa a 60 °C, até a obtenção de massa constante (48 h). Em seguida, as repetições foram pesadas em balança de precisão 0,001 g, sendo os resultados expressos em miligramas/plântula, conforme recomendações de NAKAGAWA (1999).

O comportamento germinativo das sementes de anis sob estresse hídrico foi avaliado por meio dos testes de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, conforme descritos acima. Utilizou-se a temperatura constante de 20 °C em presença de luz, definida como a melhor, no teste de germinação. 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 & KAUFMANN (1973) e VILLELA et al. (1991).

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 $\arcsin(X/100)^{1/2}$ (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, em nível de 5% de probabilidade.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à percentagem de germinação das sementes de anis submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz são apresentados na Tabela 1. Observa-se que as sementes de anis apresentaram comportamento indiferente à luz. Essa espécie pode ser classificada como insensível ou indiferente à presença de luz (fotoblástica neutra), pois germina tanto na presença como na ausência de luz (LABOURIAU, 1983).

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. Considerando que as sementes utilizadas neste experimento não eram dormentes, esses 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 et al. (2002), os quais indicaram a temperatura alternada de 20-30 °C para a germinação de sementes dessa espécie.

Na temperatura mais elevada (30 °C), a maioria das plântulas obtidas foi anormal apresentando a raiz primária pouco desenvolvida e epicótilo curto e necrosado. Além dos efeitos observados, em geral, as altas temperaturas podem provocar 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 1 - Percentagem de germinação de sementes de anis (*Pimpinella anisum*) submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS, 2004.

Fator	Condição	Anis
Luz	Presença	38 a
	Ausência	38 a
Temperatura	20 °C	52 a
	25 °C	50 a
	20-30 °C	36 b
	30 °C	15 c
Média geral		38,22
CV (%)		16,30

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

Observou-se que a percentagem de germinação das sementes de anis apresentou-se abaixo da indicada na embalagem (83 %). Isto confirma as observações feitas por MENEGHELLO et al. (2002) os quais afirmam que a germinação indicada nas embalagens de 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.

Na germinação das sementes, em função da luz, deve-se levar em conta que a sensibilidade das sementes a luz pode, também, ser alterada por outros fatores, como idade das sementes, condição de armazenamento e tratamento para superar a dormência (BEWLEY & BLACK, 1994).

Na Tabela 2 são encontrados os resultados referentes a primeira contagem do teste de germinação das sementes de anis, as quais germinaram mais rapidamente, em presença de luz, nas temperaturas de 20 e 25 °C e na ausência de luz, nas temperaturas de 20, 25 e 20-30 °C.

Observa-se que houve redução do número de plântulas normais na temperatura de 30 °C. Essa redução no poder germinativo verificada sob esta temperatura, possivelmente, decorreu do declínio da velocidade do processo, uma vez que o tempo prolongado para o início da germinação ocasionou o favorecimento da ocorrência de plântulas anormais ou com tamanho reduzido em relação às obtidas a partir das demais temperaturas.

Os maiores comprimentos das plântulas normais de anis 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 4).

Os maiores resultados de fitomassa seca das plântulas de anis, foram obtidos 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 (Tabela 4).

Tabela 2 - Primeira contagem de plântulas normais a partir do teste de germinação (%) de sementes de anis (*Pimpinella anisum*) submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS, 2004.

Espécie	Anis	
	Presença de luz	Ausência de luz
20 °C	47 a A	34 a B
25 °C	35 a A	37 a A
20-30 °C	22 b A	25 a A
30 °C	14 b A	11 b A
Média geral		28,37
CV (%)		18,47

* 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.

As maiores velocidades de germinação foram observadas nas temperaturas de 20 e 25 °C, tanto na presença como na ausência de luz (Tabela 3).

Considerando as temperaturas testadas neste experimento, observou-se que na temperatura mais elevada (30 °C) ocorreu menor velocidade de germinação. 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 (MARCOS FILHO, 1986).

Tabela 3 - Índice de velocidade de germinação de sementes de anis (*Pimpinella anisum*) submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS, 2004.

Fator	Condição	IVG
Luz	Presença	17,06 a
	Ausência	15,94 a
Temperatura	20 °C	19,00 a
	25 °C	17,75 a b
	20-30 °C	15,75 b c
	30 °C	13,50 c
Média geral		16,50
CV (%)		10,01

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

Nas condições de luz e temperatura indicadas como as melhores no teste padrão de germinação desta espécie, houve maior comprimento e fitomassa 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).

Tabela 4 - Comprimento e fitomassa seca das plântulas de anis (*Pimpinella anisum*) submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2004.

Temperatura	Comprimento das plântulas (cm)		Massa seca das plântulas (mg)	
	Presença de luz	Ausência de luz	Presença de luz	Ausência de luz
20 °C	8,5 a A	7,0 a B	10,5 a A	3,0 a B
25 °C	7,8 a A	6,6 a A	9,2 a A	4,7 a A
20-30 °C	5,9 b A	6,6 a A	6,0 a b A	6,7 a A
30 °C	3,0 c B	4,8 b A	2,0 b A	3,5 a A
Média geral		6,37		5,97
CV (%)		8,93		36,13

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.

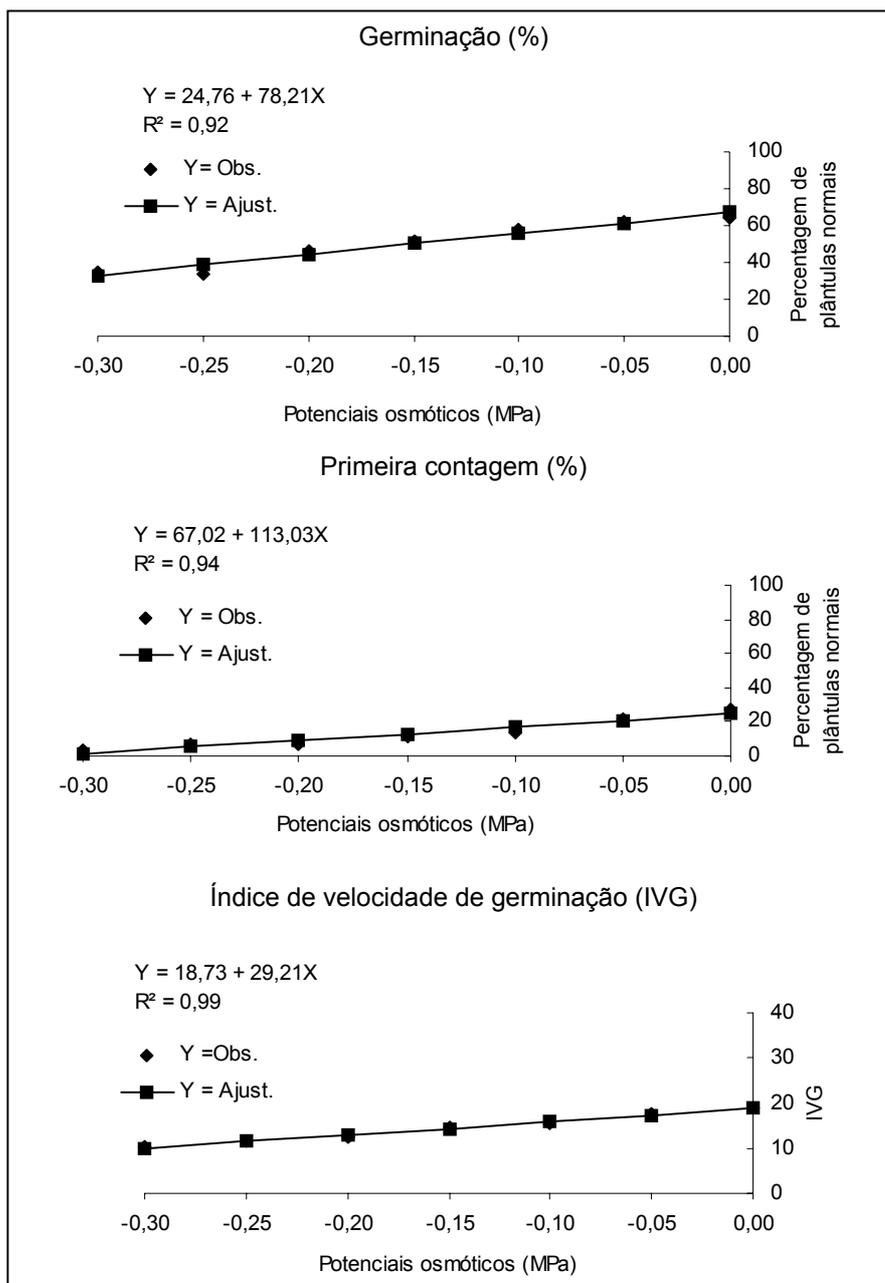


Figura 1 - Percentagem de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação das sementes de anis (*Pimpinella anisum*) submetidas a diferentes potenciais osmóticos em solução de polietileno glicol (PEG 6000). Santa Maria, RS. 2004.

Os resultados referentes aos testes de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação das sementes de anis conduzidos sob diferentes potenciais hídricos são apresentados na Figura 1. Observa-se que à medida que o potencial hídrico diminuiu, houve redução da porcentagem total de germinação, do número de plântulas normais e da velocidade do processo germinativo.

Essa redução na porcentagem de germinação à medida que os potencial osmótico tornou-se mais negativo, pode ser explicada porque a restrição hídrica diminui a velocidade dos processos metabólicos e bioquímicos, atrasando ou reduzindo a porcentagem de germinação das sementes, 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).

Em relação ao vigor das sementes de anis, observou-se que o estresse hídrico, por deficiência, reduziu a porcentagem de plântulas normais aos sete dias após o início do processo germinativo e provocou uma redução linear da velocidade de germinação. O vigor foi mais afetado do que a germinação, à medida que houve aumento da concentração das soluções osmóticas. 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 do processo germinativo em muitas espécies vegetais por interferir na hidratação das sementes (PRISCO & O'LEARY, 1970).

As sementes de anis germinam tanto na presença como na ausência de luz e a manifestação do vigor é favorecida pela luz.

As sementes de anis, sem dormência, germinam melhor nas temperaturas constantes de 20 e 25 °C e a temperatura de 30 °C não é adequada para a condução do teste padrão de germinação.

A diminuição dos potenciais osmóticos com polietileno glicol 6000, reduz drasticamente a germinação e o vigor das sementes de anis, sendo o vigor mais afetado que a germinação.

REFERÊNCIAS

- 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.
- 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.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum, 1994. 445p.
- 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: SNTA/ DNDV/CLAV, 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.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 2. ed. New York: Macmillan, 1995. 321p.
- DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; 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.
- 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.
- LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington, Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.
- LOPES, H.M.; MARIA, J.; SILVA, R.F.; 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. 544p.
- 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.
- 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.
- MICHEL, B.E.; KAUFMANN, M.R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 51, n. 6, p. 914-916, 1973.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes. 1999. 218p.
- PRISCO, J.T.; O'LEARY, J.W. Osmotic and "toxic" effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. **Turrialba**, San José, v. 20, n. 2, p. 177-184, 1970.
- 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.
- STORCK, L.; GARCIA, D.C.; LOPES, S. J.; et al. **Experimentação Vegetal**. Santa Maria: Ed.UFSM, 2000. 198p.
- SUN, W.Q.; LEOPOLD, A.C. Cytoplasmic vitrification and survival of anhydrobiotic organisms. **Comparative Biochemistry and Physiology**, London, v. 117A, n. 3, p. 327-333, 1997.
- 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.; CUNHA, S.B.T.; MATTOS, M.B.; et al. Número de sementes para teste de germinação de aquênios de erva-doce (*Pimpinella anisum* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., Londrina. **Anais...** Londrina: ABRATES, 2003. p. 408.

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.

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.