

AValiação de Metodologias do teste de Envelhecimento Acelerado em Sementes de Ervilha

EVALUATION OF ACCELERATED AGING TEST METHODOLOGIES IN PEA SEEDS

Roberta Resende Moreira¹, Eder Stolben Moscon²

1 Aluna do Curso de Agronomia

2 Professor do Curso de Agronomia

RESUMO

A ervilha (*Pisum sativum* L.) se apresenta como alternativa. É uma hortaliça que ao longo dos anos se difundiu pelas várias partes do mundo, principalmente devido ao alto valor nutritivo e com amplas alternativas de uso na alimentação. Objetivou-se neste trabalho estudar as variações da metodologia do teste de envelhecimento acelerado, na avaliação do vigor de sementes de ervilha. O estudo foi realizado no Laboratório de Sementes da Embrapa Hortaliças - CNPH, em Brasília-DF. Foram utilizadas sementes de um lote de ervilha, da safra 2019/21, provenientes de multiplicação em área experimental da Embrapa. Para avaliar o desempenho das sementes, conduziram-se os seguintes testes: teor de água (TA); Germinação (G, %); Emergência de plântulas em campo (EPC) e o Teste de Envelhecimento Acelerado, sob diferentes soluções e tempos de exposição. Concluiu-se que a variação no teor de água apresentou maiores variações naquelas expostas à solução de água e menor, na solução saturada. As combinações do tempo e soluções foram eficientes em separar as sementes em diferentes níveis de vigor. O teste de envelhecimento acelerado conduzido em solução não saturada, por 48 h, forneceu informações semelhantes àquelas da emergência em campo.

Palavras-Chave: *Pisum sativum* L.; soluções; vigor

ABSTRACT: The pea (*Pisum sativum* L.) is presented as an alternative. It is a vegetable that over the years has spread to various parts of the world, mainly due to its high nutritional value and wide range of uses in food. The objective of this work was to study the variations of the methodology of the accelerated aging test, in the evaluation of the vigor of pea seeds. The study was carried out at the Seed Laboratory of Embrapa Hortaliças - CNPH, in Brasília-DF. Seeds from a pea lot, from the 2019/21 season, from multiplication in an experimental area at Embrapa were used. To evaluate seed performance, the following tests were conducted: water content (TA); Germination (G, %); Seedling emergence in the field (EPC) and the Accelerated Aging Test, under different solutions and exposure times. It was concluded that the variation in water content showed greater variations in those exposed to the water solution and smaller in the saturated solution. Time combinations and solutions were efficient in separating seeds at different vigor levels. The accelerated aging test conducted in unsaturated solution for 48 h provided information similar to that of field emergence.



Keywords: *Pisum sativum* L.; solutions; vigor

Contato: roberta.moirera@sounidesc.com.br

INTRODUÇÃO

Atualmente, a homogeneização das culturas e o monocultivo têm acelerado a proliferação de pragas e doenças. Então, a busca pela diversificação tem se tornado

necessária. Nesse contexto, a ervilha (*Pisum sativum* L.) se apresenta como alternativa. É uma hortaliça que ao longo dos anos se difundiu pelas várias partes do mundo, principalmente devido ao alto valor nutritivo e com amplas alternativas de uso na alimentação (WUTKE et al., 2021). No Brasil, em 2019, a área de produção de grão de ervilha-grão foi de 711 hectares, com produção média de 2715 kg/ha. Já em 2020, foram plantados 2,45 hectares e produção estimada de 2,34 kg/ha (IBGE, 2021).

A maioria das espécies é cultivada em regiões de clima temperado, mas ela também pode ser explorada nos trópicos, quando a altitude compensa a latitude desfavorável. A cultura requer pouca necessidade de chuva e os melhores solos para seu plantio são os argilo-arenosos, férteis, com pH entre 5,9 e 6,8 e que apresentam boa aeração e drenagem. A semeadura é feita em julho na região Sul devido à baixa temperatura, e em abril na região do Cerrado, após o término da estação das chuvas (SANTOS et al, 2002).

As pulses são espécies de leguminosas que possuem uma importância mundial devido aos benefícios que trazem à saúde. As sementes dessas espécies movimentam o mercado econômico tanto interno como externo, devido à crescente demanda de inúmeros países consumidores (MADRUGA et al., 2021).

Os avanços alcançados na agricultura nos últimos anos são notórios e a grande maioria deles são resultantes de massivos investimentos em pesquisa e tecnologia, tanto por parte de instituições públicas como privadas. Nesse contexto, pode-se citar como exemplo a evolução na produção de sementes. É imprescindível para o produtor que a semente apresenta alta qualidade, pois contribuem significativamente para o aumento da produtividade dos cultivos. Sementes vigorosas e sadias são essenciais para assegurar a formação de um estande bem desenvolvido e adequado no campo (MARCOS-FILHO, 2015).

Do ponto de vista de qualidade, as sementes devem ser puras física e geneticamente, apresentando uniformidade de tamanho, peso, forma e boa sanidade. Devem ainda ter vigor elevado antes, durante e após o armazenamento, emergência uniforme e rápida, para gerarem plântulas e posteriormente, plantas com bom desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (MARCOS-FILHO, 2015).

Uma ferramenta usada cada vez com mais frequência pelas empresas produtoras de sementes são os testes de vigor. As empresas produtoras e as instituições oficiais têm incluído esses testes em programas internos de controle de qualidade e/ou para garantia da qualidade de sementes destinadas à comercialização (TORRES; PEREIRA, 2010). Os

testes de vigor têm sido utilizados principalmente para identificar diferenças associadas ao desempenho de lotes de sementes durante o armazenamento ou após a semeadura, procurando destacar lotes com maior eficiência para o estabelecimento do estande sob ampla variação das condições de ambiente (MARCOS FILHO et al., 2009).

Um teste bastante utilizado para a avaliação do vigor é o de envelhecimento acelerado, que avalia o comportamento de sementes submetidas à temperatura e umidade relativa do ar elevadas, baseando-se no fato de que a taxa de deterioração das sementes aumenta consideravelmente quando submetidas a tais condições (MARCOS FILHO, 2015). Esse teste tem sido incluído em programas de controle de qualidade conduzidos por empresas produtoras de sementes, pois, em poucos dias pode-se obter informações relativamente seguras sobre o potencial de armazenamento dos lotes processados e, dependendo do seu histórico, do potencial de emergência das plântulas em campo (SANTOS et al., 2002).

Um aspecto importante a ser considerado na aplicação do envelhecimento artificial é a absorção de água pelas sementes, visto que a exposição a ambientes úmidos levará a ocorrer alterações em sua umidade (RAMOS et al., 2004). Sendo assim, é possível pensar que, quando se altera a umidade relativa do ambiente, altera-se também o teor de água das sementes (VILLELA; PESKE, 2003). Logo, dependendo da solução utilizada no teste, obtém-se um determinado nível de umidade relativa que reduz ou aumenta a absorção de água, a velocidade e a intensidade da deterioração das sementes (JIANHUA; McDONALD, 1996), sem diminuir a sensibilidade do teste. Portanto, as condições de umidade, associada ao tempo de exposição a temperaturas elevadas, podem separar ou gerar lotes de sementes com diferentes níveis de vigor, resultando em níveis variados de deterioração (JIANHUA; MCDONALD, 1996).

Face ao exposto, objetivou-se neste trabalho estudar as variações da metodologia do teste de envelhecimento acelerado, na avaliação do vigor de sementes de ervilha.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Sementes da Embrapa Hortaliças - CNPH, em Brasília-DF. Foram utilizadas sementes de um lote de ervilha, da safra 2019/21, provenientes de multiplicação em área experimental da Embrapa Produtos Mercados - Fazenda Sucupira, em Brasília-DF.

Para avaliar o desempenho das sementes, conduziram-se os seguintes testes:

- **Teor de água (TA):** determinado antes e após os testes de envelhecimento acelerado, utilizando duas subamostras de 20 sementes de cada tratamento, pelo método de estufa a 105 ± 3 °C por 24 h (BRASIL, 2009). Os resultados médios foram expressos em porcentagem de teor de água em base úmida (% b.u), sem análise estatística dos resultados;
- **Germinação (G):** conduzido em substrato de rolo de papel, umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, e colocado em câmara de germinação com demanda bioquímica de oxigênio a 20 °C. A porcentagem de plântulas normais e anormais foi determinada no sétimo dia após a semeadura (BRASIL, 2009; MACHADO et al., 2019). Para manter a umidade do substrato, os rolos com as sementes foram colocados em sacos plásticos (COIMBRA et al. 2007);
- **Emergência de plântulas em campo (EPC):** o teste foi conduzido em canteiros, em casa de vegetação telada. Foram distribuídas 50 sementes por sulco, em 4 sulcos de 1 m de comprimento, espaçados 0,2 m. A profundidade de semeadura foi entre 4 e 5 cm. Diariamente eram feitas irrigações manuais, para manter a adequada umidade do solo. Após 10 dias, foram contabilizadas as plântulas normais emergidas (NAKAGAWA, 1994);
- **Envelhecimento acelerado:** para realização do teste, foram utilizadas caixas plásticas transparentes com tampa, do tipo gerbox, dentro das quais foram adicionados 40 mL por caixa das diferentes soluções, conforme descritas abaixo. Sobre a solução foi colocada uma tela metálica, na qual foram distribuídas 40 g de sementes, em única camada, a fim de cobrir a superfície da tela. Em seguida, as caixas contendo as sementes foram tampadas e acondicionadas a 42 °C, onde permaneceram por 24, 48 e 72 horas (MARCOS FILHO, 1999, adaptado). Foram usadas diferentes soluções, sendo:
 - a) Solução água (SA): somente água destilada;
 - b) Solução não saturada (SNS): solução não saturada, produzida a partir de 32 g de NaCl diluídas em 100 mL de água, que geraria um ambiente com $\pm 87\%$ de UR (adaptado de JIANHUA; McDONALD, 1996);
 - c) Solução saturada (SS): produzida a partir da adição de 40 g de NaCl diluídas em 100 mL de água, produzindo ambiente com $\pm 76\%$ de UR (JIANHUA; McDONALD, 1996).

Após este período, as sementes foram submetidas ao teste padrão de germinação (BRASIL, 2009), para determinar o vigor. A avaliação foi realizada no quarto dia após a semeadura e foram consideradas apenas as plântulas normais. Entretanto, para

visualização dos efeitos do estresse gerado, também se contabilizou as plântulas anormais e as duras/não germinadas. Os resultados foram expressos em porcentagem.

O estudo foi realizado sob delineamento inteiramente casualizado. Para comparação de médias, utilizou-se um esquema fatorial duplo (três soluções x 3 tempos de exposição), com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, com médias comparadas pelo teste de Tukey (5%), no software AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar o teor de umidade das sementes de ervilha (Figura 2), após o teste de envelhecimento acelerado, percebe-se que apenas aquelas mantidas em solução saturada (SS) apresentaram alteração inferior a 4%, ficando dentro da faixa de tolerância de 3 a 4% de variação máximo (MARCOS FILHO, 2015). A modificação no teste de envelhecimento acelerado, principalmente quando utilizada a SS, reduziu a absorção de água pelas sementes, resultando em efeitos menos drásticos na deterioração.

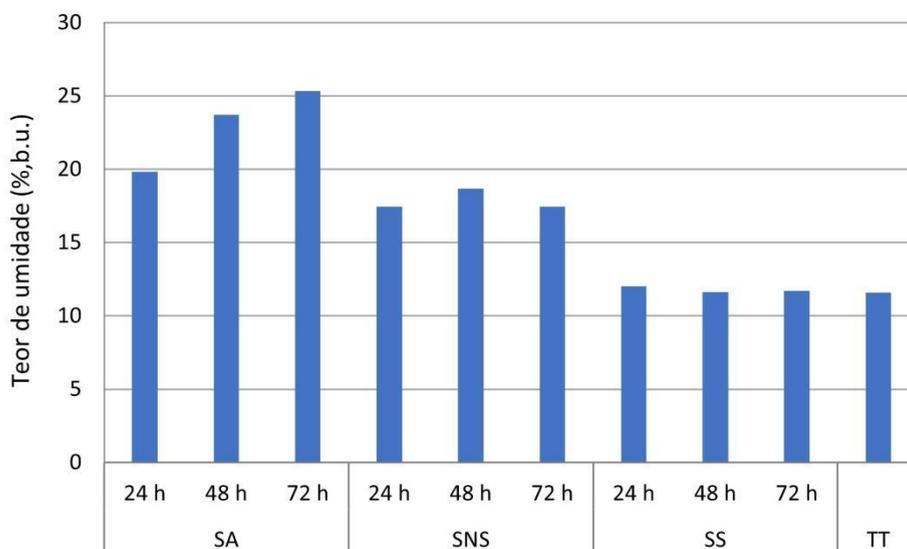


Figura 1. Teores de água (% base úmida) de sementes de ervilha submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, sob diferentes soluções e tempos de exposição. SA: somente água destilada; SNS: solução não saturada, produzida a partir de 32 g de NaCl diluídas em 100 mL de água, que geraria um ambiente com $\pm 87\%$ de UR; SS: produzida a partir da adição de 40 g de NaCl diluídas em 100 mL de água, produzindo ambiente com $\pm 76\%$ de UR.

O teor de água das sementes submetidas ao envelhecimento nas demais soluções

apresentou maiores variações, sobretudo naquelas expostas à solução de água, com comportamento ascendente em função do tempo. A exemplo, quando as sementes foram mantidas por 72 h nesta solução, atingiram 25,33% b.u., sendo este valor 218% maior que a umidade do lote antes da realização do teste (11,60%). Isso demonstra que as sementes reidrataram consideravelmente nesta solução. Quando analisados os valores de água nas sementes dos tratamentos submetidos a SNS, observou-se menor oscilação nestes, sendo que o maior valor foi de 18%. Já na SS, o ganho de umidade pelas sementes foi quase nulo, pois eles se mantiveram muito próximos dos valores da Testemunha (TT). Isso mostra a quão higroscópica estava esta solução.

Na Tabela 1 encontram-se os valores da análise de variância para os fatores analisados neste estudo. É possível observar que houve efeito estatisticamente significativo para a interação entre os fatores solução *versus* tempo, pelo teste F.

Tabela 1. Análise de Variância para efeitos principais e interação de sementes de ervilha submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, sob diferentes soluções e tempos de exposição.

FV	GL	SQ	QM	F	P
Solução	2	2254,06	1127,03	169,53**	< 0,0001
Tempo	2	1914,89	957,44	144,02**	< 0,0001
Solução x Tempo	4	641,11	160,28	24,11**	< 0,0001
Tratamento	8	4810,06	-	-	
Resíduo	27	179,50	6,65	-	
Total	35	4989,56	-	-	
				Desvio	
CV (%):	7,84			Padrão:	2,58

**Significativo 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Os resultados do teste de germinação mostraram que houve diferença entre os tratamentos (Tabela 2).

2. Valores Tabela médios da germinação (%) de sementes de ervilha, após o envelhecimento acelerado em diferentes soluções e tempos de exposição

Solução	Tempo de exposição		
	24 h	48 h	72 h
SA	78 bA*	36 cB	30 cB

SNS	90 aA	55 bB	45 bC
SS	91 aA	87 aAB	81 aB

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SA: somente água destilada; SNS: solução não saturada, produzida a partir de 32 g de NaCl diluídas em 100 mL de água, que geraria um ambiente com $\pm 87\%$ de UR; SS: produzida a partir da adição de 40 g de NaCl diluídas em 100 mL de água, produzindo ambiente com $\pm 76\%$ de UR.

Quando as sementes permanecerem por 24 h expostas às diferentes soluções, a germinação foi superior em SS e SNS (91% e 90%, respectivamente), sendo estas diferentes estatisticamente de SA (78%). Quando observados os outros dois tempos de exposição, ou seja, 48 h e 72 h, o comportamento estatístico da germinação em relação às soluções foi igual, ou seja, maior em SS e menor em SA, com SNS apresentando comportamento mediano.

Na exposição das sementes à solução água (SS), foi possível observar uma redução drástica na porcentagem de germinação, sendo maior quanto mais tempo permaneceram expostas a este tratamento. O mesmo comportamento foi observado na solução não saturada (SNS), com queda de 90% para 45%, de 24 h para 72 h, respectivamente. O contrário pode ser observado quando as sementes foram mantidas na solução saturada (SS), pois, embora houve diminuição na germinação, esta não foi tão acentuada como o observado nas demais soluções, chegando apenas a diferença de 10% entre o maior e o menor tempo de exposição.

Cabe salientar ainda que a germinação média da testemunha, pelo teste padrão de germinação, foi de 90%. Logo, é possível dizer que nas combinações do tempo de 24 h com as soluções SNS e SS, além de 48 h e SS, as sementes mantiveram o padrão da testemunha, em relação a germinação. Já Nascimento et al. (2007), verificando a eficiência do teste de envelhecimento acelerado modificado para avaliar o vigor de sementes de ervilha, concluíram que a solução saturada e o tempo de 48 horas foram os mais adequados para classificação dos lotes de sementes de ervilha em níveis de vigor.

O teste de envelhecimento acelerado, com diferentes soluções, já foi aplicado em diferentes culturas, com diferentes resultados. A exemplo, Tunes et al. (2011) analisaram a metodologia do teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de azevém e concluíram que, para estas sementes, deve-se usar a opção 48h com solução saturada de NaCl. Yagushi et al. (2014) concluíram que o testes de envelhecimento acelerado em solução saturada de NaCl a 41 °C durante 72 horas ou

96 horas foram eficazes para estimar o potencial fisiológico de sementes de ervilha. Johann et al. (2019) concluíram que o teste EA com solução saturada de NaCl no período de 72h é a alternativa mais eficiente e promissora para avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de ervilha.

A emergência em campo foi de 58%. Isso mostrou que as sementes apresentavam um vigor relativamente baixo, o que pode ter também contribuído com a maior queda na germinação, quando as sementes foram submetidas ao estresse por umidade e temperatura, no teste de envelhecimento acelerado. Segundo Donadon et al. (2015), os sintomas fisiológicos mais afetados pelo processo de deterioração das sementes são aqueles expressos pela germinação. Portanto, a sensibilidade das sementes viáveis ao estresse de campo aumenta com o seu grau de degradação, levando a distorções na interpretação dos resultados obtidos nas avaliações do potencial fisiológico, como no caso do teste de envelhecimento acelerado (WENDT et al., 2017).

CONCLUSÕES

A variação no teor de água apresentou maiores variações naquelas expostas à solução de água e menor, na solução saturada.

As combinações do tempo e soluções foram eficientes em separar as sementes em diferentes níveis de vigor.

O teste de em envelhecimento acelerado conduzido em solução não saturada, por 48 h, forneceu informações semelhantes àsquelas da emergência campo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre ter me dado discernimento para tomar decisões assertivas em minha vida, por me proteger e ter me dado saúde, e por sempre me acalmar e me dar força para correr atrás dos meus sonhos sem perder o foco.

Ao meu orientador Dr. Eder Stolben Moscon, aos professores que se dedicam de coração para poder passar todo conhecimento, em especial ao coordenador do curso de agronomia Dr Pedro Fábio.

À minha mãe Maria D. Resende Moreira, e minhas irmãs Ludmila F. Resende Moreira e Ludiane Resende Moreira por sempre terem sido o meu maior exemplo de humildade, honestidade e perseverança, e obrigado por todos os ensinamentos que tive desde pequeno até os dias de hoje. A toda minha família que sempre me incentivaram a continuar estudando e buscando conhecimento.

A meus grandes amigos que me acompanharam e apoiaram nessa caminhada em especial: Marcos Almeida Antonini, Gilberto Ferreira das Neves, Gustavo Júnior da Silva, Euclides Hilário Ribeiro Júnior, Izabela Assunção Caixeta, Laís Freitas de Sousa, Carlos Henrique Barbosa, Érica Bruna dos Santos Gonçalves e Luana Silveira Ribeiro de Jesus.

Ao Maurício Argenta dos Santos pela oportunidade de estagiar com ele, pelas oportunidades de crescimento profissional e pelo apoio nos meus estudos. Ao Dr Valdir Lourenço Junior, por ter aberto as portas na fitopatologia, me mostrando que com garra e determinação tudo é possível.

Enfim, agradeço a todos que, de alguma forma, colaboraram para eu alcançar este objetivo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSIS. **Seed Vigor Testing Handbook**. Zürich: AOSA, 1983. 93p.

BARBOSA, J. C., & MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação agrônômica e AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal, SP: Multipress, 2015. 396p.

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

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

CASTRO, D. R.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. **Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água**. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. P. 51-67.

DEMIR, I.; ELLIS, R. H. Changes in seed quality during seed development and maturation in tomato. **Seed Science Research**, v. 2, n. 1, p. 81-87, 1992. <https://doi.org/10.1017/S096025850000117>.

DIAS, D. C. F. S.; NASCIMENTO, W. **Desenvolvimento, maturação e colheita de sementes de hortaliças**. In: NASCIMENTO, W. M. Tecnologia de sementes de hortaliças. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2009. p.11-74.

DONADON, J. R.; BESSA, J. F. V.; RESENDE, O.; CASTRO, C. F. S.; ALVES, R. M. V.; SILVEIRA, E. V. S. Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: Parte II - Qualidade química. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 231-237, 2015.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. A low moisture content limit to logarithmic relations between seed moisture content and longevity. **Annals of Botany**, n. 61, p.405–408, 1988. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087571>.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**. Viçosa: UFV. 2005. 402 p.

GARCIA, D. C.; SOUZA, A. C.; BARROS, A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N. L. A. A Secagem de sementes. **Revista Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782004000200045>.

HAMPTON, J. G., What is seed quality? **Seed Science Technology**. v. 30, n. 1, p. 1- 10, 2002.

IBGE. (2021).Censo Agropecuário. Tabela 1618. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>. Consultado em 18/10/2022.

JEUFFROY, M., DUTHION, C., MEYNARD, J., PIGEAIRE, A. Effect of a short period of high day temperatures during flowering on the seed number per pod of pea (*Pisum sativum* L.). **Agronomie**, v. 2, 1990. pp. 139-145.

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

MADRUGA, F. B.; SARAIVA, C. R. C.; BERLE, H.; PASA, M. S.; TUNES, L. V. M.; ALMEIDA, A. S. Pulse seeds: current situation and perspectives. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. 1-10, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20217>

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 1.ed. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MENEZES, N. L.; PASQUALLI, L. L.; BARBIERI, A. P. P.; VIDAL, M. D.; CONCEIÇÃO, G. M. Temperaturas de secagem na integridade física, qualidade fisiológica e composição química de sementes de arroz. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 4, p. 430-436, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632012000400011>.

NASCIMENTO, W. M.; FREITAS, R. A.; GOMES, E. M. L.; SOARES, A. S. Metodologia para o teste de envelhecimento acelerado em sementes de ervilha. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 2, 2007.

NEDEL, J. L. **Fundamentos da Qualidade de Sementes**. In: PESKE, S. T.; D'AVILA ROSENTHAL, M.; ROTA, G, R. M. (Eds.) Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. 1.ed. Pelotas: UFPel, 2006. p. 94-136.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; LABBÉ-BAUDET, F. **Secagem de sementes de hortaliças**. In. NASCIMENTO, W. M. Tecnologia de sementes de hortaliças. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2009. p. 137-154.

ROVERI JOSÉ, S. C. B.; VON PINHO, E. V. R.; VON PINHO, R. G.; SILVEIRA, C. M. Padrões eletroforéticos da enzima α -amilase em sementes de milho submetidas a alta temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p.77-83, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222004000100012>.

SANTOS, M. A. S.; HAAG, H. P.; SARRUGE, J. R. (1972). **Nutrição mineral de hortaliças: XX. absorção de macro e micronutrientes pela ervilha (*Pisum sativum* L.)** *Anais Da Escola Superior De Agricultura Luiz De Queiroz*, 29, 127-153. <https://doi.org/10.1590/S0071-12761972000100010>.

TILLMANN, M. A. A.; MELO, V. D. C.; ROTA, G. R. M. **Análise de Sementes**. In: PESKE, S. T.; D'AVILA ROSENTHAL, M.; ROTA, G, R. M. (Eds.) *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. 1. Ed. Pelotas: UFPel, 2003. p. 138-222.

TORRES, S. B.; PEREIRA, R. A. Condutividade elétrica em sementes de rúcula. **Revista brasileira de sementes**, v. 32, n. 4, p. 58-70, 2010.

TUNES, L. M.; PEDROSO, D. C.; BADINELLI, P. G.; TAVARES, L. C.; RUFINO, C. A.; BARROS, A. C. B. A.; MUNIZ, M. F. B. Envelhecimento acelerado em sementes de azevém com e sem solução salina e saturada. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p. 33-37, 2011.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. **Teste de Condutividade Elétrica**. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p. 4-1.

VILLELA, F. A.; PESKE, S. T. **Secagem de sementes**. In: PESKE, S. T.; D'AVILA ROSENTHAL, M.; ROTA, G, R. M. (Eds.) *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. 1. Ed. Pelotas: UFPel, 2003. p. 283-321.

YAGUSHY, J. T.; COSTA, D. S.; FRANÇA-NETO, J. B. Saturated salt accelerated aging and computerized analysis of seedling images to evaluate soybean seed performance. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 2, p. 213-221, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v32n2935>

YOHANN, A., BIGOLIN, G.; HARTER, L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de linho (*Linum usitatissimum* L.) pelo teste de envelhecimento acelerado. **Enciclopédia Biosfera**, v. 16, n. 29, p. 323 - 338, 2019. <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/185>

ZONTA, J. B.; ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; DIAS, L. A. S. Diferentes tipos de secagem: efeitos na qualidade fisiológica de sementes de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4 p. 724 - 734, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000400014>.

WALTERS, C.; BALLESTEROS, D.; VERTUCCI, V. A. Structural mechanics of seed deterioration: Standing the test of time. **Plant Science**, v. 179, p. 565–573, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.06.016>.

WENDT, L.; MALAVASI, M. M.; DRANSKI, J. A. L.; MALAVASI, U. C.; GOMES JUNIOR, F. G. Relação entre testes de vigor com a emergência a campo em sementes de soja.

Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 12, n. 2, p. 166-171, 2017.
<https://doi.org/10.5039/agraria.v12i2a5435>

WUTKE , E. B. AMBROSANO, E.D.; BULISANI, E.A. **Ervilha-de-grão**. (2021). In: Instituto Agronômico. Disponível em:

<http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/ErvilhaGraos/ErvilhaGRAOS.htm> Consultado em:
13/11/2022.

.