

METODOLOGIAS DE AJUSTE DO TEOR DE ÁGUA EM SEMENTES DE MILHO DOCE PARA O TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

KARINA RENOSTRO DUCATTI¹, JOVELINO DA SILVA¹
e ROGÉRIO DE ANDRADE COIMBRA¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil,
karinaducatti@hotmail.com, jovelino13@hotmail.com, rcoimbra@ufmt.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.15, n.1, p. 145-156, 2016

RESUMO - O teor de água das sementes afeta a velocidade de umedecimento e intensidade da deterioração das sementes submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, interferindo nos resultados obtidos. Com base nesse parâmetro, a presente pesquisa objetivou avaliar diferentes métodos de secagem para o ajuste do teor de água das sementes de milho doce antes da realização do teste de envelhecimento acelerado, visando a otimizá-lo, tornando-o assim um teste padronizado para a utilização pelo setor produtivo. Os métodos testados para padronização dos teores de água das sementes em 10%, 12% e 14% foram estufa de secagem a 38 °C, sílica gel, solução salina saturada de cloreto de sódio (NaCl), solução salina saturada de carbonato de potássio (K₂CO₃) e solução salina saturada de hidróxido de potássio (KOH). Foram analisados o tempo e a velocidade de secagem para ajuste ao teor de água desejado. Concluiu-se que o método da estufa de secagem a 38 °C foi o mais prático e eficiente na secagem das sementes de milho doce visando à adequação do seu teor de água para a realização do teste de envelhecimento acelerado.

Palavras-chave: *Zea mays* L., sílica gel, estufa de secagem, solução salina saturada.

ADJUSTING METHODOLOGIES FOR MOISTURE CONTENT ON SWEET CORN SEEDS TO ACCELERATED AGING TEST STANDARDIZATION

ABSTRACT - The seed moisture content affects the absorption speed and deterioration intensity of seeds submitted to the accelerated aging test, interfering on the obtained results. Based on this parameter, the objective of this work was to evaluate different drying methods to adjust the moisture content on sweet corn seeds before the accelerated aging test, achieving the adjustment of water content. The methods employed to the padronization of the seed moisture content in 10%, 12% and 14% were: drying oven at 38°C, silica gel, saturated sodium chloride solution (NaCl), saturated potassium carbonate solution (K₂CO₃) and saturated potassium hydroxide solution (KOH). Drying time and velocity were evaluated. The drying oven at 38°C was the most efficient and useful method on padronization of moisture content in sweet corn seeds, aiming adjust the water content to accelerated aging test.

Key words: *Zea mays* L., silica gel, drying oven, saturated salt solution.

O teste de envelhecimento acelerado avalia o grau de tolerância de sementes expostas a condições adversas de temperatura (entre 40 °C e 45 °C) e umidade relativa do ar (próxima de 100%), aumentando a intensidade e a taxa de deterioração. Após o período de envelhecimento, observa-se a resposta das sementes através do teste de germinação, no qual sementes mais vigorosas são menos afetadas em sua capacidade de produzir plântulas normais e as sementes de menor qualidade deterioram-se mais rapidamente (Marcos Filho, 2015).

Dentre os diversos fatores abióticos que podem afetar a consistência dos resultados do teste de envelhecimento acelerado, pode-se destacar o teor de água das sementes, que é a característica mais estreitamente relacionada a deterioração, sendo também função direta da umidade relativa do ar e da temperatura (Marcos Filho, 2015). Variações no teor de água das sementes afetam a velocidade de umedecimento e a intensidade da deterioração, já que sementes com teor de água mais baixo possuem gradiente hídrico mais elevado, absorvendo água mais rapidamente que sementes com maior teor de água (Forti et al., 2009).

Assim, quando sementes de várias amostras apresentam teores iniciais de água muito distintos, há variação acentuada na velocidade de umedecimento durante o envelhecimento acelerado e, certamente, diferenças na intensidade de deterioração (Vieira et al., 2005). Com base nesse princípio, a uniformidade das condições do teste é medida através da determinação do teor de água das sementes ao final do período de envelhecimento e da verificação da amplitude de sua variação (teores de água inicial e final), destacando assim a necessidade de padronização (Marcos Filho, 1999). Para tanto, torna-se necessário o estabelecimento de metodologias que possibilitem o ajuste do teor de água indicado para realização do teste de

envelhecimento, que é de 11 a 13% (com variação de ± 1). Entre as formas recomendadas, encontra-se o umedecimento e posterior secagem das sementes até o teor de água desejado (Marcos Filho, 2015).

Dentre os métodos passíveis de serem utilizados para o ajuste, encontra-se o método da estufa de secagem e esterilização, que permite controle da temperatura do ar com baixa variação no interior da câmara, sendo comumente utilizado para determinação do teor de água das sementes. Outro método de secagem disponível é a utilização de sílica gel (ultrasecagem), muito utilizado na avaliação da tolerância a desidratação e armazenamento de sementes florestais, como em trabalho realizado por José et al. (2009) na secagem rápida de sementes de girassol para teores de 5%, 3% e 2%; Martins et al. (2012), com sementes de *Tabebuia heptaphylla*, obtendo os graus de umidade de 11,5%, 8,0% e 4,3%; Pelissari et al. (2013), com sementes de *Cassia fistula*, com redução do teor de água até 5%; Gomes et al. (2013), com sementes de *Acca sellowiana* até 20% de teor de água. Esse método, além da vantagem de permitir uma secagem rápida, permite a observação da variação de cor da sílica de acordo com sua alteração da umidade (José et al., 2009).

Conhecido como método de secagem lenta, as soluções salinas saturadas também podem ser utilizadas no estudo do comportamento de sementes florestais quanto a sua tolerância a desidratação, sendo que cada solução produz umidade relativa do ar própria a certa temperatura (Medeiros, 2006). Como em trabalhos realizados por Rego et al. (2013) com sementes de *Blepharocalyx salicifolius* e sementes de *Casearia decandra* utilizando solução salina saturada de acetato de potássio (23,5% UR) e por Nery et al. (2014) utilizando sulfato de magnésio heptahidratado (89% UR), cloreto de sódio (75% UR) e nitrato de magnésio (53% UR) para sementes de *Casearia sylvestris*,

Qualea grandiflora, *Guarea kunthiana*, *Eremanthus incanus* e *Protium heptaphyllum*.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo verificar a eficiência de diferentes metodologias na padronização do teor de água de sementes para condução do teste de envelhecimento acelerado, visando a identificar a metodologia mais rápida para o ajuste.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do campus de Sinop da Universidade Federal de Mato Grosso (LAS-Sinop) em novembro de 2014. Cinco lotes de sementes de milho doce híbrido Tropical Plus® (*sh2*) produzidos em Ituiutaba-MG, na safra 2013-2013 pela empresa Syngenta® foram identificados como lote 1 (L1), lote 2 (L2), lote 3 (L3), lote 4 (L4) e lote 5 (L5).

Os lotes foram submetidos às seguintes determinações para sua caracterização inicial: teor de água das sementes – determinado através da metodologia da estufa a 105 ± 3 °C / 24 h, com 4 subamostras de 50 sementes, seguindo metodologia descrita na Regra de Análise de Sementes (RAS), sendo os resultados expressos em porcentagem média para cada lote (Brasil, 2009); massa de 1000 sementes – determinação da massa de 8 amostras de 100 sementes, sendo o valor final calculado segundo Brasil (2009), expresso em gramas (g); peso hectolitro – realizado com 2 repetições, determinado em balança hectolétrica com capacidade para 1 L de sementes, expresso em Kg.hL⁻¹ (Brasil, 2009).

Foram testadas cinco metodologias para o ajuste do teor de água a 14%, 12% e 10%, teores escolhidos com base no recomendado para realização do teste de envelhecimento acelerado (11% a 13%), com

variação de + 1% e -1 %. Os testes foram realizados em 4 repetições de 50 sementes, dispostas em cápsulas de alumínio, com base na pesagem das mesmas em balança analítica (Shimadzu AX200) com precisão de 4 casas, utilizando a fórmula empregada por Martins et al. (1999): $P_x = P_o (100 - U_o / 100 - U_x)$; onde P_x é o peso da amostra de sementes a ser obtido; P_o é o peso inicial da amostra; U_o é o teor inicial de água das sementes; e U_x é o teor de água desejado nas sementes. O intervalo de pesagem foi independente para cada metodologia testada, devido às diferenças na velocidade de secagem correspondente a cada método.

Metodologia 1 – secagem a ± 38 °C em estufa de secagem BIOPAR modelo 5225 SD, proporcionando umidade relativa (UR) de 20%; Metodologia 2 – secagem das sementes através do uso de sílica gel, no qual 2 Kg de sílica gel foram dispostos no fundo de um dessecador com capacidade de 6 L e mantidos à temperatura de 25 °C, proporcionando 12% de UR (Marques, 2007). Após a estabilização da umidade relativa, foi colocada no fundo do dessecador uma placa de porcelana perfurada, sobre a qual foram colocadas as cápsulas de alumínio contendo as amostras; Metodologias 3, 4 e 5 – secagem das sementes através do uso de solução salina saturada (SSS) de cloreto de sódio (NaCl), carbonato de potássio (K₂CO₃) e hidróxido de potássio (KOH), onde cada solução foi colocada em placa de Petri de 500 mL e mantida no interior de dessecador de vidro com capacidade de 6 L, seguindo metodologia descrita por Medeiros (2006). Após a estabilização das soluções, as soluções salinas saturadas proporcionaram as seguintes umidades relativas do ar, à temperatura de 25 °C: NaCl = 75%; K₂CO₃ = 45%; e KOH = 12%.

O monitoramento da umidade relativa do ar nos interiores da estufa e do dessecador para o método da sílica gel e das soluções salinas saturadas foi

feito através do Data Logger (HOBO® U14-001, amplitude de 0 a 100 % UR).

Quando necessário, antes da secagem, as sementes foram submetidas ao umedecimento pelo método da atmosfera úmida, no qual foram dispostas sobre tela de alumínio e colocadas em caixa tipo “gerbox” com 40 mL de água e mantidas em sala na temperatura de 25 °C até alcançar 17% a 18% de teor de água (Rossetto et al., 1995).

O método mais adequado foi considerado aquele que permitiu o ajuste mais preciso no menor intervalo de tempo, com maior velocidade de secagem. A velocidade de secagem foi calculada da seguinte maneira: $V = (U_i - U_f)/t$; onde V é a velocidade de secagem, em %/h; U_i é o teor de água inicial; U_f é o teor de água final; t é o tempo gasto para secagem em horas convertido para decimal.

O tempo de secagem e o teor de água alcançados não foram submetidos à análise estatística, apenas à comparação numérica. As médias de velocidade de secagem obtidas para cada método, por lote, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados referentes à massa de 1000 sementes e peso hectolitro também foram submetidos a esse teste.

Resultados e Discussão

A caracterização inicial dos lotes utilizados na execução dos ensaios quanto à massa de 1000 sementes permitiu identificar diferenças entre os lotes, classificando-os em quatro níveis, como pode ser observado na Tabela 1. O L3 apresentou a maior massa de 1000 sementes e o L5 a menor massa. Também se observou diferença estatística entre os lotes para peso hectolitro, com variação de 48,42 Kg.Hl⁻¹ (L2) a 45,65 Kg.Hl⁻¹ (L5). O teor de água das sementes apresentou variação de 1,32% entre os lotes (Tabela 1).

Os resultados da velocidade de secagem de sementes de milho doce para cada teor de água desejado e para os diferentes métodos de secagem podem ser observados na Figura 1 (A, B e C). De acordo com esses dados, pode-se observar que o método da estufa a 38 °C proporcionou a maior velocidade de secagem para todos os lotes analisados, independente do teor de água desejado (14%, 12% ou 10%) e da massa das sementes, exceto para o lote L3 no ajuste a 10%, no qual o método da sílica mostrou-se o mais eficiente.

Tabela 1. Caracterização inicial dos lotes de sementes de milho doce híbrido Tropical Plus® por Massa de 1000 Sementes (M1000), Peso Hectolitro (PH) e Teor de Água Inicial (TAi). Sinop, MT, 2014.

LOTES	M1000 (g)	PH (Kg Hl-1)	Tai (%)
L1	109,8 B ¹	47,5 B	11,82
L2	98,8 C	48,4 A	10,98
L3	124,3 A	47,1 B	12,18
L4	107,7 B	46,2 C	12,49
L5	93,49 D	45,6 C	12,30
DMS	2,70	0,65	-
CV (%)	1,76	0,35	-

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna indicam que não houve diferença significativa entre os lotes pelo teste Tukey a 5% de significância.

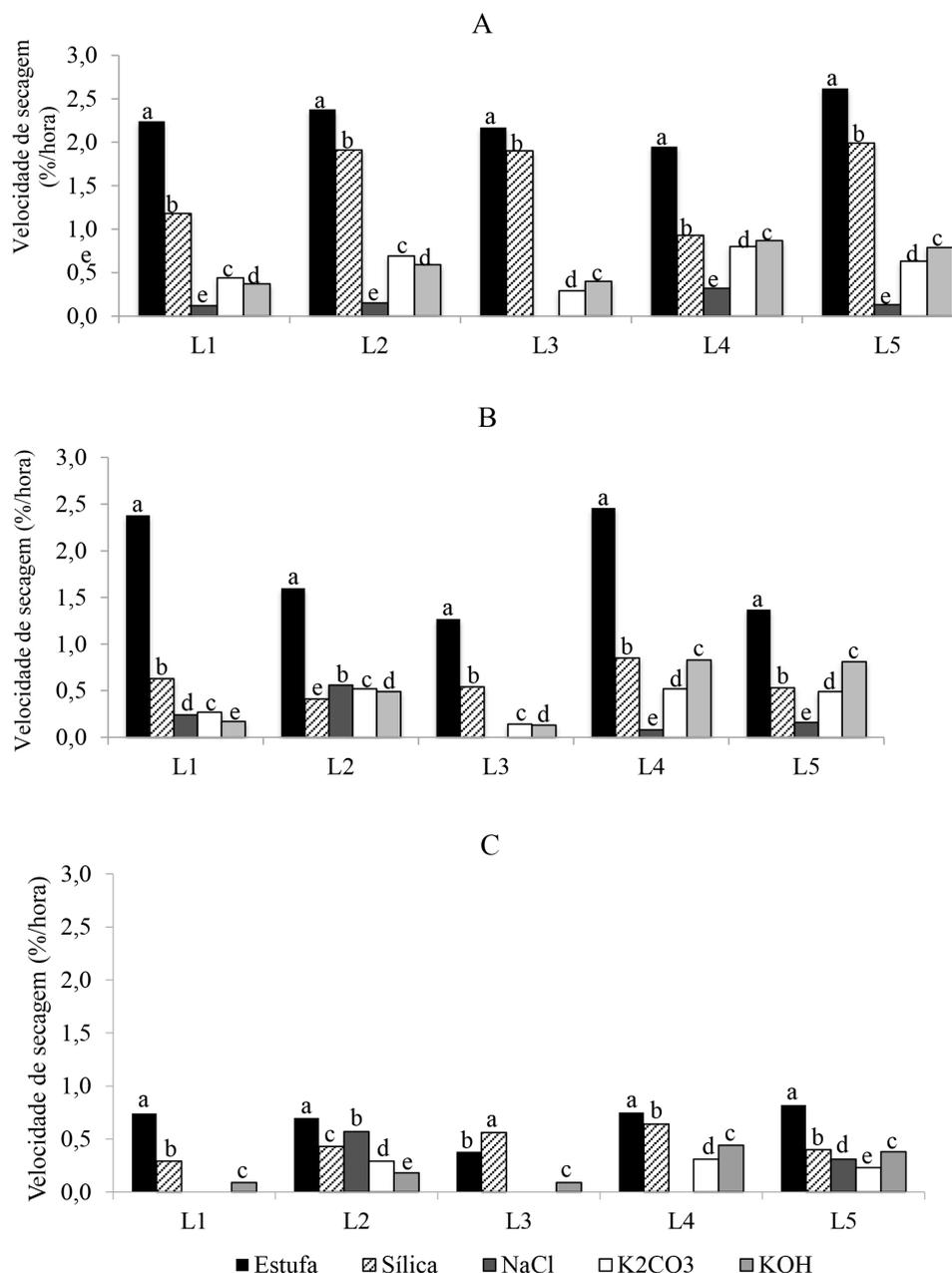


Figura 1. Velocidade de secagem, em % por hora, no ajuste do teor de água das sementes de milho doce a 14% (A), 12% (B) e 10% (C) pelo método da estufa de secagem e esterilização a 38 °C, sílica gel e soluções salinas saturadas de cloreto de sódio (NaCl), carbonato de potássio (K₂CO₃) e hidróxido de potássio (KOH). Obs.: a ausência da barra de velocidade de secagem indica que o equilíbrio higroscópico do ambiente foi atingido antes do alcance do teor de água desejado.

*Médias seguidas por letras diferentes indicam que houve diferença significativa entre os métodos de secagem pelo teste Tukey a 5% de significância (a comparação foi feita entre os métodos dentro de cada lote avaliado).

Os teores de água inicial e final e o tempo decorrido para a secagem, para os cinco lotes avaliados, são apresentados nas Figuras 2, 3 e 4. Os períodos necessários para secagem para o método da estufa variaram de 0h30min a 4h20min, para sílica gel de 2h a 6h, para SSS de NaCl de 5h a 21h20min, para K_2CO_3 de 1h a 10h e para KOH de 1h30min a 23h. O método da estufa teve a menor amplitude de variação, permitindo observar taxas mais constantes de secagem, independente da massa das sementes dos lotes estudados. O menor tempo de ajuste observado foi de 0h30min, através do método da estufa para o lote L4 a 14% de teor de água, e o maior tempo obtido foi através do uso de SSS de KOH para L1 a 10%, sendo necessárias 23h para secagem.

Pode-se observar para todos os métodos avaliados que a taxa de secagem para teores de água acima de 14% mostrou-se superior e decrescente em relação aos teores de 12% e 10% (Figura 1). A semente segue um padrão de desidratação quando exposta a elementos de secagem, seguindo uma taxa constante até valores de 16-17% de teor de água (Carvalho & Nakagawa, 2012). Nesse ponto, atinge o teor de água crítico no qual a taxa de secagem passa a ser variável e decrescente constituída de duas etapas, de acordo com as forças de ligação entre água e macromoléculas. Na primeira fase, até valores próximos a 12%, a secagem se dá pela evaporação da água contida na camada periférica e na segunda fase, abaixo desse valor, a água do interior dos tecidos precisa passar para as camadas periféricas para depois evaporar, fazendo com que essa fase seja mais lenta que a primeira.

Essa dificuldade na secagem pode ser observada comparando-se o ajuste para 14% e 10% de cada um dos lotes utilizados, nos quais a velocidade diminuiu consideravelmente, com exceção do L2 e do L5 com uso de SSS de NaCl (Figura 1). Em alguns casos,

a secagem a 10% não foi alcançada, pois o equilíbrio higroscópico foi atingido antes do ajuste ao teor desejado. O ponto de equilíbrio higroscópico é atingido quando a pressão parcial de vapor entre as sementes e o ar que as circunda se igualam, cessando o processo de transferência de água entre as sementes e o meio (Corrêa et al., 2014).

A taxa de secagem das sementes apresenta velocidade variável de acordo com o nível de hidratação dos tecidos, tornando-se mais lenta à medida que o processo de secagem avança devido às crescentes forças intermoleculares que atuam na união por adsorção água-macromoléculas (Peske et al., 2012). Assim, diferentes níveis de teor de água da semente influenciam a taxa de secagem, pois alteram a pressão de vapor da semente e as forças de retenção entre água e macromoléculas. Além disso, a velocidade de secagem também é afetada pela temperatura de secagem e pela umidade relativa do ar, diferentes para cada método, já que quanto menor o gradiente de potencial hídrico entre as sementes e o ar menor é sua capacidade de secagem (Garcia et al., 2004; Carvalho & Nakagawa, 2012). Entretanto, a temperatura pode causar danos à qualidade fisiológica das sementes, recomendando-se que, durante a secagem, a temperatura máxima não ultrapasse os 38 °C, com o teor de água entre 10% e 18%, e 32 °C, com teor de água superior a 18% (Carvalho, 2005).

Conforme observado nas Figuras 2, 3 e 4, a temperatura de secagem afetou com maior intensidade a velocidade de secagem do que a umidade relativa do ar. Com exceção do método de estufa (38 °C), os demais foram conduzidos a 25 °C, o que explica a superioridade deste sobre os demais, apesar de apresentar UR maior (20%) quando comparada com método da sílica gel (12%) e SSS de KOH (12%). O maior efeito da temperatura também foi observado

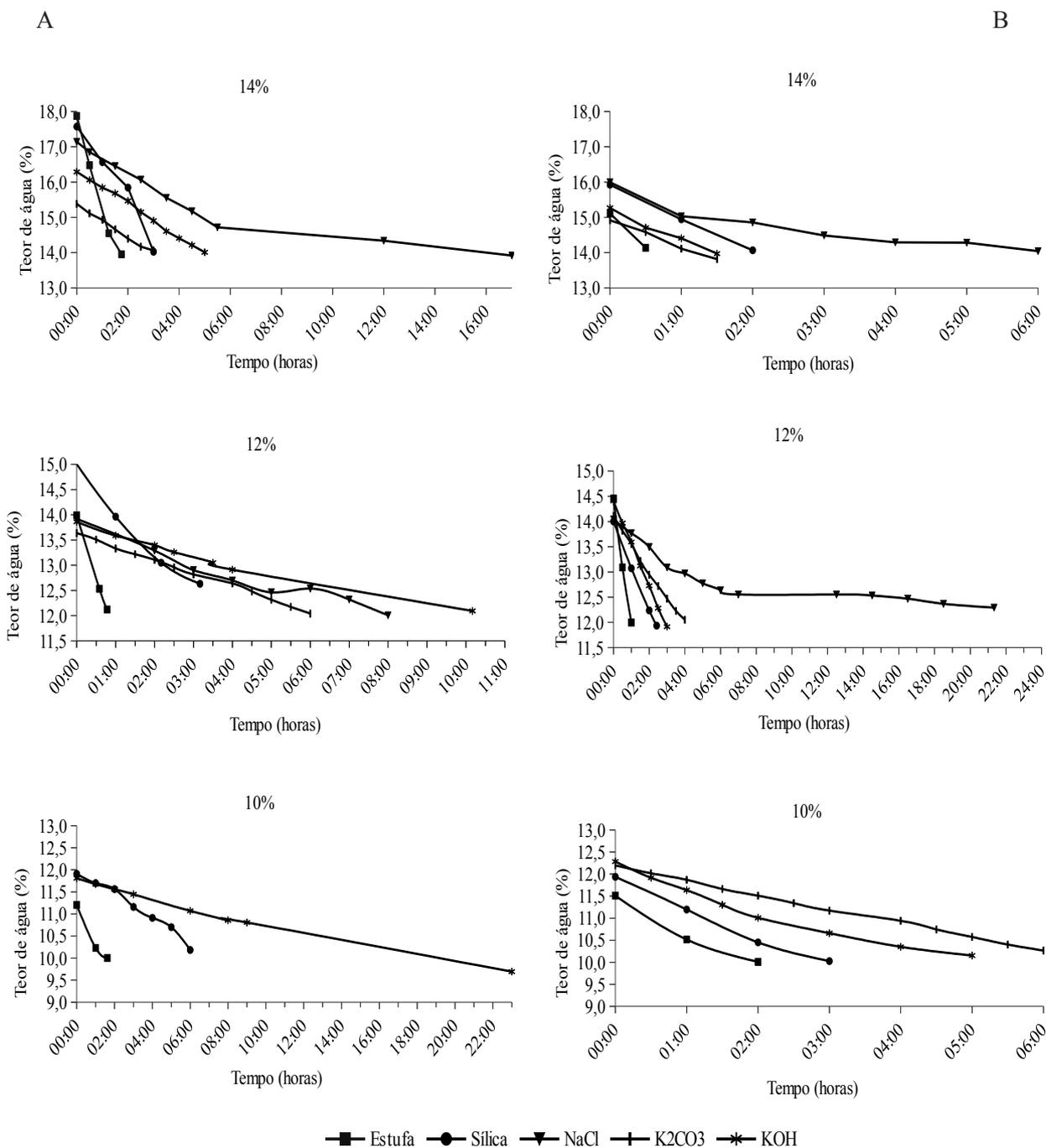


Figura 2. Relação entre tempo de secagem (h) para padronização do teor de água de sementes de milho doce em 14%, 12% e 10% referente aos lotes L1 (A) e L4 (B) através das cinco metodologias avaliadas. Sinop, MT. 2014.

Obs.: No gráfico de 10% para (L1) A e (L4) B, a ausência da curva que representa o método indica que o equilíbrio higroscópico foi atingido antes da montagem do ensaio de padronização do teor de água.

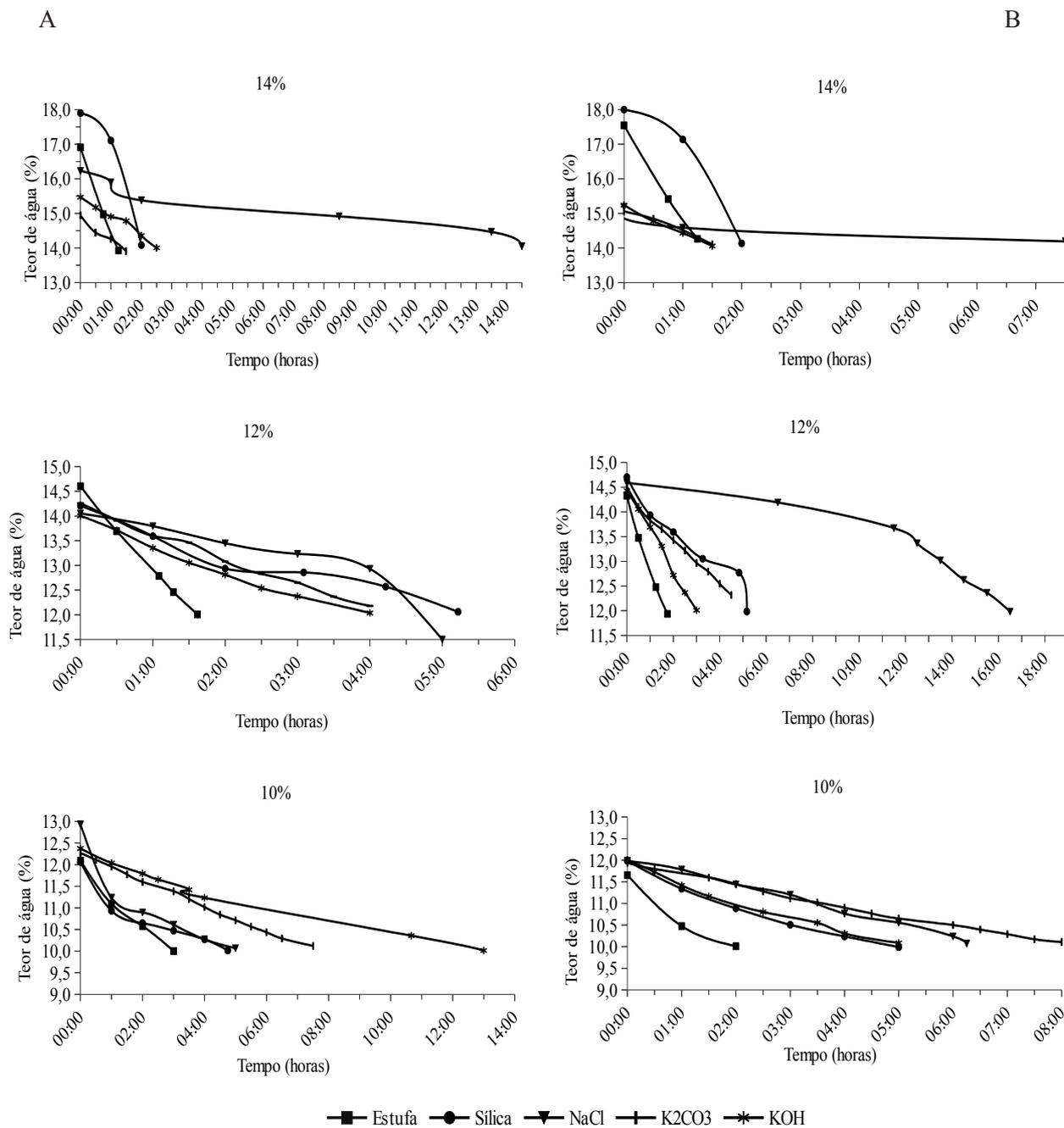


Figura 3. Relação entre tempo de secagem (h) para padronização do teor de água de sementes de milho doce em 14%, 12% e 10% referente aos lotes L2 (A) e L5 (B) através das cinco metodologias avaliadas. Sinop, MT. 2014.

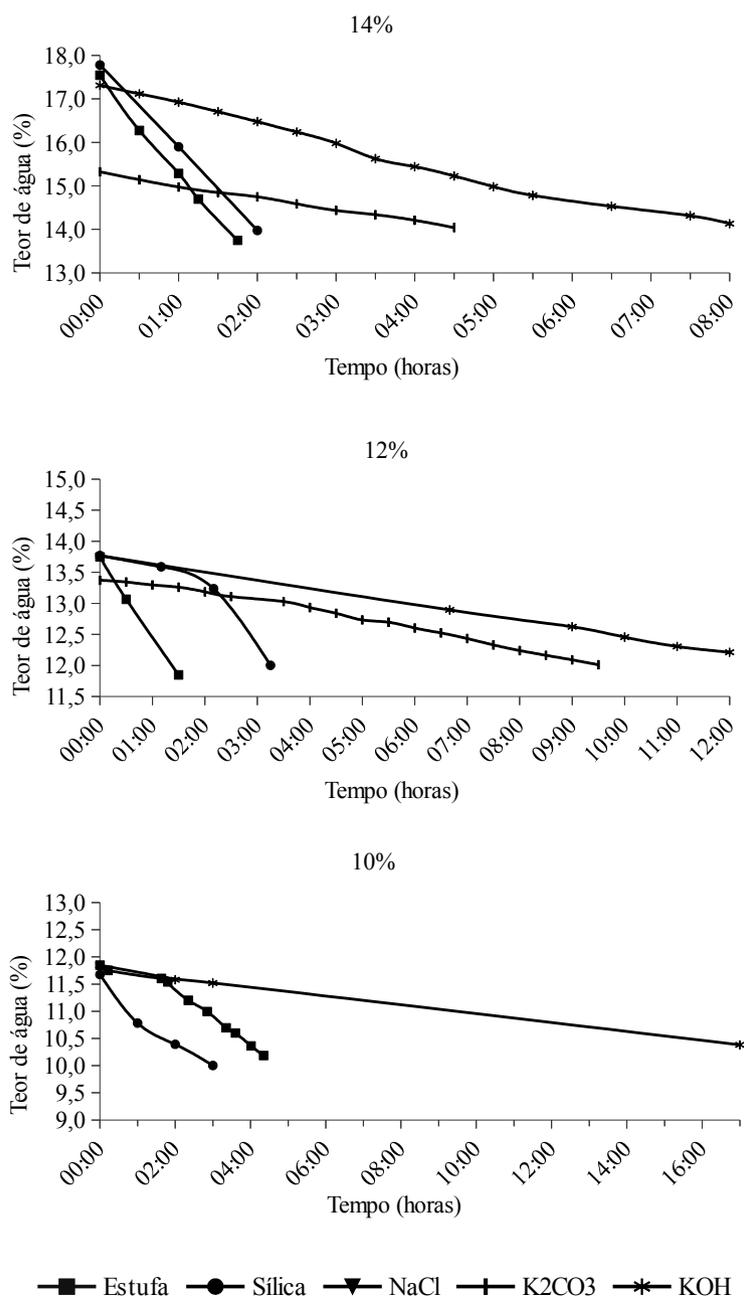


Figura 4. Relação entre tempo de secagem (h) para padronização do teor de água de sementes de milho doce em 14%, 12% e 10% referente ao L3 através das cinco metodologias avaliadas.

Obs.: A ausência da curva que representa o método indica que o equilíbrio higroscópico foi atingido antes da montagem do ensaio de padronização do teor de água.

por Araújo et al. (2000) para secagem de sementes de milho doce e para sementes de *Caesalpinia echinata* (Pau-Brasil) (Barbedo et al., 2002).

A eficiência do método da estufa também foi comprovada para padronização de sementes de feijão a teores de água de 8%, 10% e 12% e para sementes de amendoim a níveis de 5%, 7%, 9%, 11%, 13% e 15% (Scappa Neto et al., 2001; Barbosa et al., 2012). Para várias espécies de *Eugenia*, o método de secagem em estufa também se mostrou mais rápido que o método da sílica gel (Delgado & Barbedo, 2007).

No quesito rapidez, o uso da solução salina saturada (SSS) não foi satisfatório para o ajuste do teor de água das sementes de milho doce, com reduzidas taxas de secagem (Figuras 2, 3 e 4).

Com exceção do L2, para ajuste a 12% de teor de água, com uso da sílica gel, o uso de SSS foi o mais demorado para todos os lotes e todos os graus de umidade avaliados (Figuras 2, 3 e 4). Dentre as soluções salinas saturadas utilizadas, o uso de SSS de NaCl apresentou maior dificuldade de secagem devido à alta umidade relativa do ar (75%) que proporcionava. Em várias ocasiões, o equilíbrio higroscópico foi atingido antes da obtenção dos teores de água desejados, impossibilitando a secagem para o lote L3 a qualquer teor e para os lotes L1 e L4 a 10%. O mesmo comportamento foi observado para os lotes L1 e L3 para a SSS de K_2CO_3 (45% UR) na secagem até 10% (Figuras 2 e 4).

A SSS de K_2CO_3 , com umidade relativa intermediária (45%) em relação às outras soluções, ora apresentou comportamento semelhante ao NaCl (75%), ora ao KOH (12%) (Figuras 2, 3 e 4).

Quando comparadas apenas entre si, o tempo de secagem do K_2CO_3 e do KOH em relação ao NaCl foi na maioria das vezes menor, conforme era esperado em função das diferenças de umida-

de relativa entre os sais. A padronização com SSS de NaCl mostrou-se superior a ambas as soluções apenas no ajuste do L2 para teor de água de 10% (Figura 3A).

O uso de SSS tem sido direcionado para estudos do comportamento fisiológico de sementes de espécies florestais no armazenamento, proporcionando diferentes umidades relativas do ar (Abreu & Medeiros, 2004; Marques, 2007; Rego et al., 2013; Nery et al., 2014). O baixo custo e a possibilidade de ampliação de seu uso para o ajuste de teor de água de sementes de espécies agrícolas fundamentou a pesquisa, porém a secagem mais lenta em relação aos outros métodos testados impossibilita sua aplicação.

Dessa forma, recomenda-se a utilização da estufa de secagem a 38 °C para a padronização do teor de água das sementes de milho doce. A definição da melhor metodologia torna possível a realização de pesquisas sobre o teor de água mais adequado para realização do teste de envelhecimento, visando a aumentar sua eficiência e sua sensibilidade na detecção de diferenças de vigor entre os lotes, excluindo a influência da variação do teor de água entre as amostras nos resultados do teste.

Conclusões

O método de estufa de secagem e esterilização a 38 °C é o mais eficiente para padronização do teor de água de sementes de milho doce independente da massa das sementes, proporcionando maior velocidade e menor tempo de secagem.

As soluções salinas saturadas de NaCl, K_2CO_3 e KOH e o método da sílica gel são métodos de secagem lentos, não sendo indicados para o ajuste do teor de água de sementes de milho doce.

Referências

- ABREU, D. C. A.; MEDEIROS, A. C. S. Comportamento fisiológico de sementes de pixiricão (*Miconia cabucu* Hoehne)-Melastomataceae-em relação ao armazenamento. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 3., 2004, Colombo. **Anais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 1 CD-ROM.
- ARAÚJO, E. F.; SILVA, R. F.; CORRÊA, P. C. Efeitos imediatos e latentes da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem na qualidade fisiológica de sementes de milho-doce, cultivar BR 400. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 21-30, 2000.
- BARBEDO, C. J.; BILIA, D. A. C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-Brasil), espécie da Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 431-439, 2002. DOI: 10.1590/S0100-84042002012000007.
- BARBOSA, R. M.; SILVA, C. B.; MEDEIROS, M. A.; CENTURION, M. A. P. C.; VIEIRA, R. D. Condutividade elétrica em função do teor de água inicial de sementes de amendoim. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 1, p. 45-51, 2012. DOI: 10.1590/S0103-84782012000100008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 399 p.
- CARVALHO, N. M. **A secagem de sementes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2005. 184 p.
- CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.
- CORRÊA, P. C.; BOTELHO, F. M.; BOTELHO, S. C. C.; GONELI, A. L. D. Isotermas de sorção de água de frutos de *Coffea canéfora*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 10, p. 1047-1052, 2014.
- DELGADO, L. F.; BARBEDO, C. J. Tolerância à dessecação de sementes de espécies de *Eugenia*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 265-272, 2007. DOI: 10.1590/S0100-204X2007000200016.
- FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Efeitos de potenciais hídricos do substrato e teores de água das sementes na germinação de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 63-70, 2009. DOI: 10.1590/S0101-31222009000200007.
- GARCIA, D. C.; BARROS, A. C. S. A.; PESKE, S. T.; MENEZES, N. L. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004. DOI: 10.1590/S0103-84782004000200045.
- GOMES, J. P.; OLIVEIRA, L. M.; SALDANHA, A. P.; MANFREDI, S.; FERREIRA, P. I. Secagem e classificação de sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret - Myrtaceae quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 2, p. 207-215, 2013.
- JOSÉ, S. C. B. R.; SALOMÃO, A. N.; MUNDIM, R. C.; PÁDUA, J. G. Umidificação de sementes de girassol após ultrassecagem em sílica gel e câmara de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 16-26, 2009. DOI: 10.1590/S0101-31222009000300002.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKY, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 3.1-3.24.
- MARQUES, M. A. **Secagem e armazenamento de sementes de *Anadenanthera peregrina* var. *falcata* (Benth) Altschul e *A. columbrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul**. 2007. 124 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de

- Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.
- MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A.; STANGUERLIM, H. Teores de água crítico e letal para sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart. - Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 125-132, 1999. DOI: 10.17801/0101-3122/rbs.v21n1p125-132.
- MARTINS, L.; LAGO, A. A.; CICERO, S. M. Conservação de sementes de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 108-112, 2012.
- MEDEIROS, A. C. de S. **Preparo e uso de soluções salinas saturadas para a caracterização fisiológica de sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 6 p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 125).
- NERY, M. C.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A.; SOARES, G. C. M.; NERY, F. C. Classificação fisiológica de sementes florestais quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento. **Revista Cerne**, Lavras, v. 20, n. 3, p. 477-483, 2014. DOI: 10.1590/01047760201420031450.
- PELISSARI, F.; SILVA, C. J.; VIEIRA, C. V. Classificação quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento de sementes de *Cassia fistula* L. **Scientific Electronic Archives**, Sinop, v. 2, p. 1-5, 2013.
- PESKE, T. S.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. Pelotas: UFPel, 2012. 573 p.
- REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S.; PETKOWICZ, C. L. O.; SANTOS, A. F. Physiological behaviour of *Blepharocalyx salicifolius* and *Casearia decandraseeds* on the tolerance to dehydration. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 323-330, 2013. DOI: 10.1590/S2317-15372013000300008.
- ROSSETTO, C. A. V.; FERNANDEZ, E. M.; MARCOS FILHO, J. Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 171-178, 1995. DOI: 10.17801/0101-3122/rbs.v17n2p171-178.
- SCAPPANETO, A.; BITTENCOURT, S. R. M.; VIEIRA, R. D.; VOLPE, C. A. Efeito do teor inicial de água das sementes de feijão e da câmara no teste de envelhecimento acelerado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 747-751, 2001. DOI: 10.1590/S0103-90162001000400016.
- VIEIRA, R. D.; SCAPPA NETO, A.; BITTENCOURT, S. R. M.; PANOBIANCO, M.; VOLPE, C. A. Envelhecimento acelerado em sementes de milho: teor de água da semente e variações na temperatura e umidade relativa do ar em função do tipo de câmara. **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 7-11, 2005.