

Equilíbrio higroscópico e viabilidade de sementes de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speng) em diferentes condições ambientais de armazenamento

Hygroscopic equilibrium and viability of angico vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speng) seeds under different storage environmental conditions

Silvano Borges¹, Eduardo Euclides de Lima e Borges², Paulo César Correa³ e Arno Brune⁴

Resumo

Este trabalho teve como objetivos avaliar o efeito de diferentes temperaturas e umidades relativas na viabilidade de sementes de angico vermelho (*Anadenanthera peregrina*) durante o armazenamento, bem como determinar modelo matemático que represente o equilíbrio higroscópico, naquelas condições ambientais. As sementes foram mantidas em recipientes com umidades relativas de 40, 59, 81 e 95%, em temperatura de 10°C, e em 12, 23, 34, 55, 75, 84 e 93% a 20°C. Periodicamente foram avaliadas a porcentagem de água e a viabilidade das sementes em cada ambiente. A representação do equilíbrio higroscópico foi avaliada por diferentes equações, sendo o modelo de Oswin modificado o que melhor se ajustou aos dados observados. O tempo médio para as sementes atingirem o equilíbrio higroscópico variou de 15 a 69 dias. As conclusões obtidas são que modelo matemático de Oswin pode ser utilizado para determinar as temperaturas e umidades relativas ideais para a obtenção do equilíbrio higroscópico das sementes de angico, quando forem colocadas sementes nas mesmas condições ambientais deste trabalho e que as melhores condições de armazenamento de sementes de angico são aquelas envolvendo temperaturas mais baixas, 10°C, e umidades relativas em torno de 40 a 50%, por permitirem maior tempo de viabilidade das sementes no armazenamento.

Palavras-Chave: Temperatura, Água, Conservação, Germinação

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of different temperatures and relative humidity on stored angico (*Anadenanthera peregrina*) seeds, as well as to develop an equation that best represents the hygroscopic equilibrium under such conditions. Seeds were kept under 40, 59, 81 and 95% relative humidity at 10°C; and under 12, 23, 34, 55, 75, 84 and 93% relative humidity at 20°C. Periodically water percentages and viabilities of the seeds were tested. The representation of hygroscopic equilibrium was evaluated using different equations. The modified Oswin model best fitted the data. The average time for seeds to attain hygroscopic equilibrium varied from 15 to 69 days. The conclusions are that the Oswin mathematical model can be used to determine optimal temperature and relative humidity to attained seed hygroscopic equilibrium of angico under the conditions of this study. Temperature lower than 10°C and RU around 40 a 50% are the best environment conditions for storing angico seeds. These allow for a longer time of stored seed viability.

Keywords: Temperature, Water, Seed germination, Seed conservation

INTRODUÇÃO

O armazenamento de sementes constitui importante estratégia para a conservação genética "ex situ" de espécies vegetais, atendendo objeti-

vos como a conservação, o melhoramento ou a propagação. As condições de umidade relativa e de temperatura durante o armazenamento, onde as sementes alcançarão o equilíbrio higroscópico específico, determinarão a manutenção de sua

¹Mestrando em Engenharia Florestal no Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – Av. P.H. Rolf, s/n – Campus Universitário - Viçosa, MG - 36570-000 – E-mail: borgesilvano@yahoo.com.br

²Professor Titular do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – Av. P.H. Rolf, s/n – Campus Universitário - Viçosa, MG - 36570-000 – E-mail: elborges@ufv.br

³Professor Titular do Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Viçosa - Av. P.H. Rolf, s/n – Campus Universitário - Viçosa, MG - 36570-000 – E-mail: copace@ufv.br

⁴Professor Doutor da Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Mato Grosso - Av. Fernando Correa, 78060 - Cuiabá, MT - E-mail: arnobrune@hotmail.com

qualidade fisiológica por maior ou menor tempo. A umidade e a temperatura são os fatores ambientais que têm sido estudados com maior frequência na conservação de sementes florestais.

Freitas *et al.* (1979) constataram que em umidade relativa inferior a 30% e em temperatura de 20°C as sementes de *Tabebuia serratifolia* atingiram equilíbrio higroscópico, o que permitiu o armazenamento por oito meses, com germinação superior a 50%.

Figliolia *et al.* (2000) concluíram que sementes de *Cariniana estrellensis* armazenadas a 5°C e 90% de umidade relativa mantiveram a viabilidade por oito meses, enquanto aquelas mantidas a 21°C e 45% de umidade relativa somente o fizeram por dois meses. A qualidade fisiológica de semente de *Sebastiania commersoniana* pode ser mantida por até 18 meses quando as sementes são armazenadas em câmara fria com temperatura de 4°C e umidade relativa de 80%. (SANTOS e PAULA, 2007).

Para o angico, o período de viabilidade da semente é de seis meses, quando armazenada em condições de ambiente (FONSECA FILHO, 1977), podendo este tempo ser aumentado para dez meses quando armazenada em câmara fria (SILVA e MORAES, 1986), ou quando mantida em geladeira (CÂNDIDO, 1974). A perda de viabilidade aumenta quando as sementes são submetidas a condições ambientais normais e/ou a ambientes de 20°C e umidade relativa aproximada de 50% e/ou 7°C e umidade relativa de aproximadamente 22% (BORGES *et al.*, (1991). Esses dados reforçam a necessidade de definição da temperatura e umidade ótima para o armazenamento de sementes de angico.

Considerando-se a necessidade de maior conhecimento sobre a conservação de sementes de *Piptadenia peregrina*, uma vez que a sua propagação é feita basicamente por meio de sementes, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes temperaturas e umidades relativas na viabilidade de sementes de angico vermelho (*Anadenanthera peregrina*) durante o armazenamento, bem como determinar modelo matemático que represente o equilíbrio higroscópico, naquelas condições ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes Florestais do Departamento de Engenharia Florestal, na Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizadas sementes de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*) colhidas em setembro de várias árvores na região de Viçosa, estado de Minas Gerais. Depois de beneficiadas, as sementes foram acondicionadas em sacos de polietileno e armazenadas em câmara fria à temperatura de 5°C até o início dos testes, que ocorreu em outubro do mesmo ano.

O experimento foi instalado seguindo um delineamento experimental inteiramente ao acaso sendo testadas onze condições ambientais com usos de temperaturas controladas de 10 e 20°C e com diferentes umidades relativas do ar, obtidas com o auxílio de dessecadores, contendo soluções saturadas de sais totalizando onze tratamentos. A Tabela 1 apresenta os tratamentos discriminando a temperatura, as soluções utilizadas e a umidade relativa do ar contida nos diferentes ambientes testados.

Os dados de umidade de equilíbrio higroscópico foram obtidos de três amostras de 50 sementes, cada uma constituindo-se em uma repetição. As amostras foram colocadas em placas de petri mantidas em dessecadores contendo soluções saturadas de sais (Tabela 1), para controle das umidades relativas desejadas. Os dessecadores foram colocados em ambientes de temperaturas controladas de 10 e 20°C. As sementes foram pesadas a cada três dias em balança analítica com precisão de duas casas decimais. A umidade de equilíbrio foi considerada atingida quando o peso das amostras se manteve constante e, neste ponto, determinou-se o teor de água pelo método da estufa, $105 \pm 3^\circ\text{C}$, durante 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

Aos dados amostrais de umidade de equilíbrio higroscópico, determinados para a temperatura de 10°C e 20°C e quatro e sete umidades relativas, respectivamente, foram ajustados através dos modelos matemáticos da Tabela 2. Obteve-se a curva de umidade de equilíbrio higroscópico para a espécie com o emprego da regressão não linear pelo método Quasi-Newton, utilizando o programa computacional STATISTICA 5.0®. Para selecionar o modelo que melhor se ajustou à espécie foram considerados os seguintes parâmetros estatísticos: a significância dos coeficientes de regressão pelo teste t, adotando-se nível de 1% de probabilidade; a magnitude do coeficiente de determinação ajustado (R^2); a magnitude do erro médio relativo (P) e do erro médio estimado (SE), além da verificação do comportamento da distribuição dos resíduos. Considerou-se o valor

Tabela 1. Condições ambientais de armazenamento das sementes de *Anadenanthera peregrina* em termos de umidades relativas (UR), em porcentagem, obtidas por soluções saturadas de sais para as temperaturas de 10°C e 20°C.

Table 1. Storage environmental conditions of the *Anadenanthera peregrina* seeds considering percentage relative moisture (UR), obtained by saturated salt solutions for the temperature of 10 and 20°C.

Temperatura (°C)	Sais	UR (%)
10	Cloreto de Cálcio (CaCl ₂)	40
	Nitrato de Cálcio (Ca(NO ₃) ₂)	59
	Cloreto de Amônio (NH ₄ Cl)	81
	Nitrato de Potássio (KNO ₃)	95
20	Cloreto de Lítio (LiCl.H ₂ O)	12
	Acetato de Potássio (KC ₂ H ₃ O ₂)	23
	Cloreto de Magnésio (MgCl ₂ .6H ₂ O)	34
	Nitrato de Cálcio (Ca(NO ₃) ₂)	55
	Cloreto de Sódio (NaCl)	75
	Brometo de Potássio (KBr)	84
	Monofosfato de Amônio (NH ₄ H ₂ PO ₄)	93

Fonte: HALL (1980).

Tabela 2. Modelos matemáticos usados para a representação do equilíbrio higroscópico.

Table 2. Mathematical models used for representing the hygroscopic balance.

Designação do modelo	Equação
Chung-Pfost	$U_e^* = a - b \cdot \ln [-(T + c) \cdot \ln(UR)]$ (3)
Copace	$U_e^* = \exp[a - (b \cdot T) + (c \cdot UR)]$ (4)
Henderson	$U_e^* = [\ln(1 - UR) / (-a \cdot T_{abs})]^{1/b}$ (5)
Halsey Modificado	$U_e^* = (\exp(a - b \cdot T) / -\ln(UR))^{1/c}$ (6)
Henderson Modificado	$U_e^* = \{\ln(1 - UR) / [-a \cdot (T + b)]\}^{1/c}$ (7)
Oswin Modificado	$U_e^* = (a + b T) / [(1 - UR) / UR]^{1/c}$ (8)

Onde: U_e^* : teor de água de equilíbrio, % b.s.; UR: umidade relativa do ar, decimal; T: temperatura, °C; T_{abs} : temperatura absoluta, K; a, b, c: coeficientes que dependem do produto.

do erro médio relativo inferior a 10%, como sendo um dos critérios para seleção do modelo, de acordo com Mohapatra e Rao (2005).

O erro médio relativo e o erro médio estimado, para cada modelo, foram calculados conforme as seguintes expressões:

$$P = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{|Y - \hat{Y}|}{Y} \right) \quad (1)$$

$$SE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y - \hat{Y})^2}{GLR}} \quad (2)$$

onde,

n : número de observações experimentais;

Y : valor observado experimentalmente;

\hat{Y} : valor calculado pelo modelo;

GLR : graus de liberdade do modelo.

Amostras de 300g de sementes foram acondicionadas nos dessecadores para determinação da viabilidade ao longo do tempo de armazenamento. Dessas amostras, durante um período de 22 meses, foram retiradas amostras menores de 100 sementes para realização dos testes de germinação. Estes foram conduzidos usando-se cinco repetições de vinte sementes colocadas sobre papel filtro previamente umedecido com água destilada, man-

tidas em germinador tipo B.O.D., na temperatura de 25°C, luz contínua proporcionada por quatro lâmpadas fluorescentes OSRAM, de 40 W, tipo luz do dia especial durante sete dias. A contagem das sementes germinadas foi realizada a cada 24 horas, sendo considerada germinada a semente com protrusão da radícula. Os dados obtidos foram expressos em porcentagem final de germinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo médio para que as sementes atinjam o equilíbrio higroscópico em cada ambiente e solução encontra-se na Tabela 3. Percebe-se que o equilíbrio higroscópico nas diferentes umidades relativas e temperaturas pode ser classificado em três patamares: o primeiro na temperatura de 20°C, em umidades relativas de até 75%, alcançado em 15 dias; o segundo patamar está entre umidades relativas de 84%, a 20°C, e 59%, a 10°C, alcançado entre 33 e 45 dias; e no último patamar o equilíbrio higroscópico foi atingido com a umidade relativa de 95%, a 10°C, em 69 dias. Como era de se esperar, o equilíbrio higroscópico é alcançado em tempos maiores para umidades relativas mais altas, da mesma forma que naquelas sementes armazenadas em temperaturas mais baixas.

Tabela 3. Tempo médio para as sementes de *Anadenanthera peregrina* atingirem o equilíbrio higroscópico nas diferentes umidades relativas e temperaturas.

Table 3. Average time for *Anadenanthera peregrina* seeds to reach the hygroscopic balance at the different relative moistures and temperatures.

Tempo (dias)	Umidades relativas/temperaturas										
	23/20	34/20	55/20	12/20	75/20	84/20	40/10	93/20	59/10	81/10	95/10
	Peso das sementes (g)										
0	8,56	8,27	8,68	8,52	8,49	8,37	8,38	8,66	8,47	8,41	8,65
3	7,78	7,70	8,44	7,72	8,53	8,57	7,98	9,34	8,36	8,58	9,18
6	7,75	7,57	8,35	7,67	8,56	8,71	7,75	9,83	8,41	8,74	9,61
9	7,74	7,55	8,33	7,66	8,58	8,73	7,72	9,97	8,42	8,77	9,76
12	7,70	7,53	8,32	7,65	8,56	8,76	7,72	10,11	8,54	8,77	9,91
15	7,71	7,55	8,34	7,66	8,58	8,80	7,70	10,23	8,39	8,89	10,10
21						8,79	7,67	10,35	8,41	8,95	10,36
27						8,80	7,67	10,46	8,25	9,00	10,52
33						8,83	7,68	10,53	8,31	9,05	10,73
39								10,50	8,33	9,07	10,86
45									8,34	9,08	10,96
51											11,06
57											11,09
63											11,15
69											11,17

AP = acetato de potássio, CM = cloreto de magnésio, NC20 = nitrato de cálcio (20°C), CL = cloreto de lítio, CS = cloreto de sódio, BP = brometo de potássio, CC = cloreto de cálcio, MA = monofosfato de amônio, NC10 = nitrato de cálcio (10°C), CA = cloreto de amônio, NP = nitrato de potássio.

Tabela 4. Equações e coeficiente de determinação ajustados para determinação da umidade de equilíbrio higroscópico nos diferentes ambientes testados.

Table 4. Equations and determination coefficients adjusted for the determination of moisture of the hygroscopic balance in the different environments tested.

Sais	Condições ambientais	Equações ajustadas	R ²
Cloreto de magnésio (CM)	20°C e 34% UR	$\hat{Y} = 7,9870 - 0,03886^{**} T$	0,58
Cloreto de cálcio (CC)	10°C e 40% UR	$\hat{Y} = 8,2131 - 0,05813^{**} T + 0,001336^{**} T^2$	0,81
Acetato de potássio (AP)	20°C e 23% UR	$\hat{Y} = 8,4267 - 0,1590^{**} T + 0,007751^{**} T^2$	0,82
Cloreto de lítio (CL)	20°C e 12%UR	$\hat{Y} = 8,3863 - 0,1676^{**} T + 0,008300^{**} T^2$	0,83
Brometo de potássio (BP)	20°C e 84% UR	$\hat{Y} = 8,4494 + 0,03466^{**} T - 0,0007453^{**} T^2$	0,88
Monofosfato de amônio (MA)	20°C e 93% UR	$\hat{Y} = 8,9542 + 0,1160^{**} T - 0,002035^{**} T^2$	0,93
Cloreto de amônio (CA)	10°C e 81% UR	$\hat{Y} = 8,4821 + 0,03187^{**} T - 0,0004279^{**} T^2$	0,96
Nitrato de potássio (NP)	10°C e 95% UR	$\hat{Y} = 8,9949 + 0,07573^{**} T - 0,0006650^{**} T^2$	0,97
Nitrato de cálcio 10°C (NC10)	20°C e 55% UR	$\bar{Y} = 8,38$	-
Cloreto de sódio (CS)	20°C 75% UR	$\bar{Y} = 8,55$	-
Nitrato de cálcio 10°C (NC10)	10°C e 59% UR	$\bar{Y} = 8,38$	-

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

Ainda pela Tabela 3, verifica-se redução no teor de água das sementes nas umidades relativas de 12, 23, 34 e 55% na temperatura de 20°C e em 40 e 59% a 10°C, significando que os teores originais de água das sementes eram superiores à umidade de equilíbrio.

Entretanto, pelos dados da Tabela 4, as alterações nos teores de água das sementes nas umidades relativas de 55 e 75% na temperatura de 20°C e 59% na de 10°C não se mostraram significativas, indicando que os valores dos teores de água originais das sementes encontravam-se próximos daqueles das umidades relativas naquelas temperaturas. O valor de R² (Tabela 4) de 0,58, correspondente à equação da umidade

relativa de 34% a 20°C é baixo em relação aos demais, provavelmente pelo mais baixo teor de água original e final das sementes e, consequentemente, maior dificuldade em sua remoção, uma vez que se encontra próximo do limite mínimo de água não retida com maior força pelos colóides hidrofílicos da semente.

De acordo com parâmetros estatísticos (menor valor de p e distribuição aleatória dos resíduos), o modelo de Oswin modificado foi o que melhor se ajustou aos dados observados (Tabela 5), com padrão linear de correspondência entre os valores observados e estimados (Figura 1) e proximidade entre os valores estimados pelo modelo de Oswin e aqueles observados nos experimentos (Figura 2).

Tabela 5. Parâmetros dos modelos de equilíbrio higroscópico, com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), erro médio estimado (SE) e relativo (P), e tendência de distribuição dos resíduos.

Table 5. Parameters of the hygroscopic balance models with their respective determination coefficients (R^2), mean estimated errors (SE) and relative error (P), and tendency of distribution of residuals.

Modelos	Parâmetros	R^2 (decimal)	SE (decimal)	P (%)	Tendência
Chung-Pfost	A = 38,6422 *	0,9600	2,3440	13,3793	Tendencioso
	B = 8,1313 *				
	C = 17,2033 ^{NS}				
Copace	A = 1,5444 *	0,9426	2,8075	12,2726	Tendencioso
	B = 0,0152 ^{NS}				
	C = 2,3151 *				
Halsey Modificado	A = 5,7112 *	0,9763	1,8034	10,8155	Aleatório
	B = 0,0188 ^{NS}				
	C = 2,3072 *				
Henderson	A = 0,0001 *	0,9521	2,4186	12,9344	Tendencioso
	B = 1,3699 *				
Henderson Modificado	A = 0,0003 ^{NS}	0,9613	2,3059	12,3299	Tendencioso
	B = 43,2484 ^{NS}				
	C = 1,4114 *				
Oswin modificado	A = 14,1733 *	0,9814	1,5988	8,5266	Aleatório
	B = -0,1109 ^{NS}				
	C = 2,6875 *				

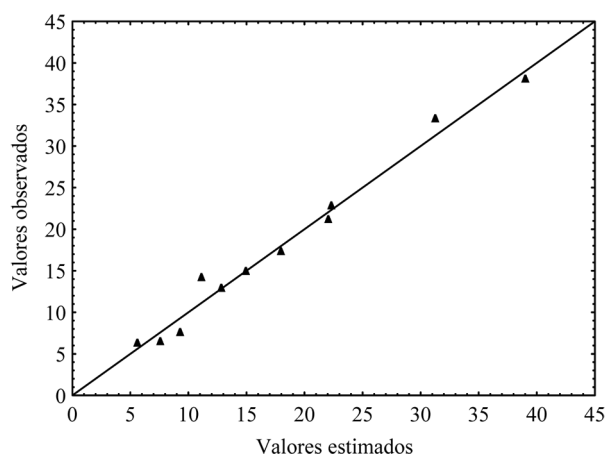


Figura 1. Correspondência (curva de 45°) entre os valores observados e estimados pelo modelo de Oswin modificado.

Figure 1. Correspondence (curve of 45°) between the observed and estimated values by the modified Oswin model.

O comportamento da germinação das sementes quando armazenadas a 20°C nas diferentes umidades relativas está apresentado na Figura 3. Analisando-se esta figura verifica-se que as sementes mantiveram a viabilidade inicial até os 14 meses, quando armazenadas em UR de 23 a 55%. Verifica-se também que quando as sementes foram armazenadas em umidade relativas de 75, 84 e 93%, ocorreu redução acentuada de germinação a partir do segundo mês de armazenamento, perdendo totalmente a viabilidade em 11, seis e quatro meses, respectivamente.

O comportamento da germinação das sementes quando armazenadas a 10°C está apresentado na Figura 4. Analisando-se esta figura

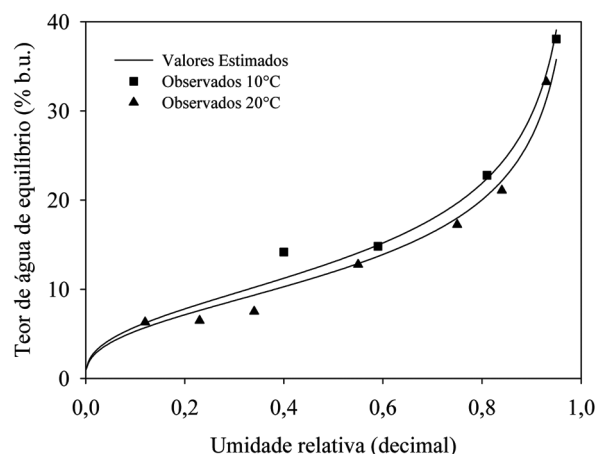


Figura 2. Valores observados e estimados pelo modelo de Oswin modificado para as sementes de Angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*), obtidos para diferentes condições de temperatura e umidade relativa.

Figure 2. Observed and estimated values by the modified Oswin model for *Anadenanthera peregrina* seeds, obtained at different temperatures and relative moisture conditions.

verifica-se que nas UR de 40 e 59% foi possível manter a viabilidade até 22 meses, ocasião em que foi encerrada a obtenção de dados do ensaio, podendo esta viabilidade ser mantida por mais tempo nessas condições ambientais.

Para as umidades relativas de 81 e 95% o decréscimo no poder germinativo teve início aos dois meses de armazenamento, porém a perda da viabilidade foi adiada para seis e 11 meses para as umidades relativas de 95 e 81%, respectivamente, mantendo-se relativamente constante por 22 meses nas demais umidades relativas.

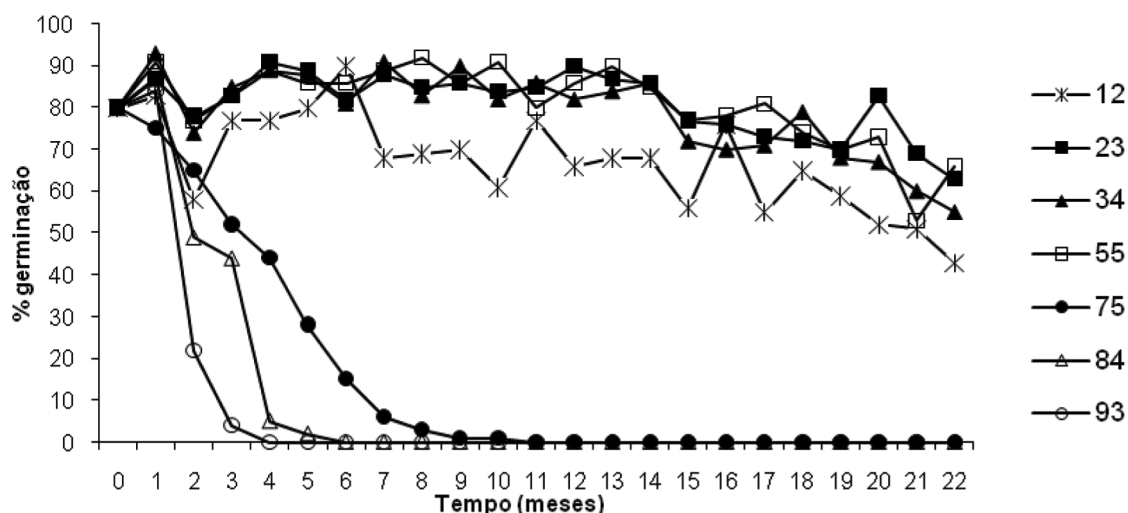


Figura 3. Germinação média das sementes de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*) armazenadas a 20°C em diferentes umidades relativas.

Figure 3. Average germination of the angico-vermelho (*Anadenanthera peregrine*) seeds stored at 20°C at different relative moisture levels.

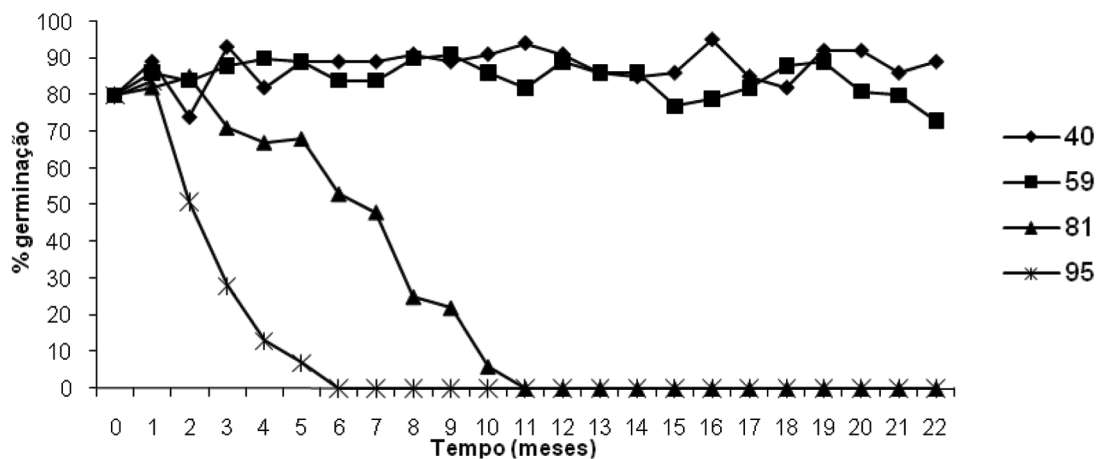


Figura 4. Germinação média das sementes de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*) armazenadas a 10°C em diferentes umidades relativas.

Figure 4. Average germination of angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*) seeds stored at 10°C under different relative moisture levels.

Pelos resultados encontrados, verifica-se a clara influência da baixa temperatura na conservação da qualidade das sementes. Borges *et al.* (1991) verificaram a importância da baixa temperatura na conservação da qualidade das sementes desta espécie, independente do tipo de recipiente. De acordo com esses mesmos autores, houve correlação da perda de viabilidade com o teor de lipídio, confirmada por Bonner (1990), segundo o qual, sementes com alto teor de lipídio podem ser armazenadas por, no máximo, cinco anos quando mantidas em temperatura de 0 a 5°C.

Vale ressaltar que, pelos resultados encontrados neste trabalho com umidades relativas semelhantes de 55\59%, obtidas com o uso de nitrato de cálcio, nas diferentes temperaturas, as sementes apresentaram porcentagens de germinação final próximas a 70%, ressaltando-se, dessa forma, a maior influência da umidade no

armazenamento das sementes de angico. Este resultado é esperado tendo em vista que redução da umidade da semente diminui o seu processo metabólico, especialmente a atividade das enzimas e a respiração.

CONCLUSÃO

O modelo matemático de Oswin pode ser utilizado para determinar as temperaturas e umidades relativas ideais para a obtenção do equilíbrio higroscópico das sementes de angico quando forem colocadas sementes nas mesmas condições ambientais deste trabalho.

As melhores condições de armazenamento de sementes de angico são aquelas envolvendo temperaturas mais baixas, 10°C, e umidades relativas em torno de 40 a 50%, por permitirem maior tempo de viabilidade das sementes no armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONNER, F.T. Storage of seeds: potential and limitations for germplasm conservation. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.35, p.35-43, 1990.
- BORGES, E.E.L.; MORAES, G.H.K.; CÂNDIDO, J.F.; REIS, F.P.; SILVA, D. Mobilização de reservas em sementes de angico-vermelho (*Piptadenia peregrina* Benth) e armazenamento em diferentes recipientes e condições de ambientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.2., p.126-136, 1991.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. **Regras para análise de sementes**. Brasília: LAVARV/SNAD, 1992. 365p.
- CÂNDIDO, J.F. Angico vermelho. **Folha Florestal**, Viçosa, p.5, mai./jun., 1974.
- FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A.; AGUIAR, I.B.; PERECIN, D. Conservação de sementes de *Carinia estrellensis* Kuntze em diferentes condições de acondicionamento e armazenamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.24, n.4, p.361-368, 2000.
- FONSECA FILHO, C.A. Reflorestamento com finalidade exclusiva de produção rápida de lenha, combustível e carvão vegetal. **Revista Ceres**, Viçosa, v.7, n.42, p.429-437, 1977.
- FREITAS, S.C.; CÂNDIDO, J.F.; CONDE, A.R.; HARA, T. Determinação de equilíbrio higroscópico e viabilidade de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichoes) armazenadas em diferentes umidades relativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.3, n.2, p.135-144, 1979.
- HALL, C.W. Theory and principles of drying. In: HALL, C.W. **Drying and storage of agricultural crops**. Westport: AVI, 1980. p.120-150.
- MOHAPATRA, D.; RAO, P.S. A thin layer drying model of parboiled wheat. **Journal of Food Engineering**, London, v.66, n.4, p.513-518, 2005.
- SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilha- Euphorbiaceae) durante o armazenamento. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.74, p.87-94, 2007.
- SILVA, A.; MORAES, E. Programa de produção e tecnologia de sementes florestais desenvolvido pelo Instituto Florestal do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1, 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Brasília: ABRATES, 1986. p.35-57.

Recebido em 17/05/2008

Aceito para publicação em 09/10/2009

