

---

## EQUAÇÃO DE LONGEVIDADE PARA SEMENTES DE JABUTICABA

(*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg)

Roberto Sinício<sup>1</sup>, Maria Carmem Bhering<sup>2</sup>, Deborah de Souza Vidigal<sup>3</sup>

### RESUMO

Objetivou-se equacionar o desvio padrão da frequência de distribuição de sementes mortas de jaboticaba durante o período de armazenamento ( $\sigma$ ), com base no modelo de probit. Valores obtidos experimentalmente, adicionados a dados da literatura de curvas de sobrevivência de sementes de jaboticaba, armazenadas sob diferentes teores de água e temperaturas, foram transformados em probit e utilizados em regressões lineares e não lineares para determinação dos coeficientes de equação de longevidade. Os coeficientes da melhor equação obtida foram determinados usando os valores da perda de germinação, da germinação inicial no lugar de  $Ki$ , da temperatura, do teor médio de água das sementes e do período de armazenagem, para todas as curvas de sobrevivência, conforme segue:  $\sigma = 10^{(f_0 + f_1 m + f_2 m^2 + f_3 m^3 + f_4 t^2 + f_5 m.t)}$  em que:  $f_0 = -98,349$ ,  $f_1 = 6,0973$ ,  $f_2 = -0,12224$ ,  $f_3 = 0,00081249$ ,  $f_4 = 0,058075$ ,  $f_5 = -0,0099939$ . A equação obtida foi ajustada com razoável precisão (coeficiente de determinação de 0,873, desvio padrão de 12,3% e grau de significância dos coeficientes da equação menor que 0,1% de probabilidade de erro no teste  $t$ , para 72 observações experimentais).

**Palavras-chave:** Modelo Matemático, Armazenamento, Viabilidade, Previsão, Germinação

### ABSTRACT

#### LONGEVITY EQUATION FOR SEEDS OF JABUTICABA

(*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg)

The objective of this study was to equate the standard deviation of the frequency distribution of dead jaboticaba seed during the storage period ( $\sigma$ ), based on the probit model. Experimentally obtained values, summed with data from literature on the survival curves of jaboticaba seeds, stored under different moisture contents and temperatures, were transformed into probit values and used in linear and non-linear regressions for determining the coefficients of the longevity equation. The coefficients of the best equation obtained were determined using the values of germination loss, initial germination in the place of  $Ki$ , temperature, average moisture content of the seeds and the storage period for all survival curves as follows:  $\sigma = 10^{(f_0 + f_1 m + f_2 m^2 + f_3 m^3 + f_4 t^2 + f_5 m.t)}$  where:  $f_0 = -98.349$ ,  $f_1 = 6.0973$ ,  $f_2 = -0.12224$ ,  $f_3 = 0.00081249$ ,  $f_4 = 0.058075$ ,  $f_5 = -0.0099939$ . The obtained equation was fitted with reasonable precision (adjusted linear determination coefficient of 0.873, standard error of 12.3% germination, and all significance of the equation coefficients less than 0.1% probability in the  $t$ -test, for 72 experimental data).

**Keywords:** Mathematical Model, Storage, Viability, Prediction, Germination

---

**Recebido para publicação em 11/02/2012. Aprovado em 01/04/2013.**

1 - Eng. Agrícola, Pesquisador do Departamento de Fitotecnia, UFV - Viçosa, MG. E-mail: [rsinicio@ufv.br](mailto:rsinicio@ufv.br);

2 - Eng. Agrônoma, Pesquisadora do Departamento de Fitotecnia, UFV - Viçosa, MG. E-mail: [mbhering@ufv.br](mailto:mbhering@ufv.br)

3 - Eng. Agrônoma, Doutoranda do Departamento de Fitotecnia, UFV - Viçosa, MG. E-mail: [dsvdigal@gmail.com](mailto:dsvdigal@gmail.com)

## INTRODUÇÃO

A jabuticabeira (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg) é uma espécie frutífera de alto interesse comercial por suas características medicinais, ornamentais e alimentícias, especialmente na alimentação humana. O cultivo da jabuticabeira em Minas Gerais tem potencial para aproveitamento agroindustrial e familiar (GUEDES, 2009).

O maior problema para a expansão comercial está relacionado à obtenção de variedades e mudas de qualidade, sendo a produção comercial de mudas de jabuticabeira feita, essencialmente, via sementes ou, com raras exceções, através da enxertia em portaenxertos obtida por sementeira. A propagação vegetativa, com a finalidade de diminuir o tempo para o início da produção, tem sido pesquisada por diversos autores (MENDONÇA, 2000; CASAGRANDE JR *et al.*, 2000; JESUS *et al.*, 2004 e DANNER *et al.*, 2006), mas os resultados obtidos ainda não permitiram definir um método prático e eficiente. A dificuldade na preservação das sementes implica em instabilidade da produção de mudas com pequeno período de sementeira e em desestabilização dos estoques em bancos de germoplasma. O uso de sementes também é justificado no processo de obtenção de portaenxertos, no melhoramento genético e na manutenção da variabilidade (DANNER *et al.*, 2007), garantindo maior vigor e proporcionando um sistema radicular mais eficiente, comparado ao obtido por meio de outros métodos de propagação vegetativos (ANDERSEN, 1983; MENDONÇA, 2000; CASAGRANDE JR *et al.*, 2000; DANNER *et al.*, 2006).

Pesquisas indicam que as sementes de jaboticaba apresentam comportamento recalcitrante, ou seja, são sensíveis à desidratação e tem baixa longevidade (VALIO; FERREIRA, 1992; MENDONÇA, 2000). Essa característica, geralmente observada em espécies tropicais, dificulta o seu armazenamento, mesmo durante curtos períodos de tempo (MENDONÇA; DIAS, 2000). Black *et al.* (2002) classificam como recalcitrantes as sementes maduras que não sobrevivem durante o armazenamento se dessecadas até o potencial hídrico menor que aproximadamente  $-15$  MPa ou cerca de 90% de umidade relativa (UR).

A previsão da perda de viabilidade de sementes armazenadas, por meio de modelos matemáticos, é importante tanto para a manutenção de bancos de germoplasma como para o gerenciamento da produção e armazenamento de sementes (MEAD; GRAY, 1999). A necessidade de monitoramento das sementes armazenadas é diminuída na medida em que são desenvolvidos modelos matemáticos com maior precisão para prever a perda de viabilidade. O monitoramento da viabilidade é a etapa que exige maior demanda de mão-de-obra para a manutenção de bancos de germoplasma (BEWLEY; BLACK, 1994).

Modelos matemáticos usados para descrever a perda de viabilidade de sementes ortodoxas durante o armazenamento, geralmente, levam em consideração a viabilidade inicial, período de armazenagem, teor de água e temperatura das sementes. As sementes ortodoxas são as que podem ser desidratadas a valores muito baixos de água (entre 5% e 7% de teor de água), sem perderem a viabilidade. A longevidade dessas sementes, dependendo das espécies, aumenta progressivamente com a redução do teor de água e o armazenamento em baixas temperaturas (ROBERTS, 1973). As sementes ortodoxas são tolerantes à dessecação, por tolerarem os efeitos imediatos da perda severa de água. Conforme Black *et al.* (2002), a tolerância das sementes à dessecação pode ser definida como a capacidade de recuperação das funções biológicas após desidratação até a condição de que não reste fase líquida nas células (por exemplo, teor de água de 5% ou menos do peso seco, em equilíbrio com o potencial hídrico de  $-200$  MPa ou menos). A longevidade das sementes armazenadas aumenta progressivamente à medida que a UR do ambiente de armazenamento é reduzida até, aproximadamente, 20% e, então, tendência inversa pode ser observada com UR abaixo desse valor (MEDEIROS; EIRA, 2006).

A perda da germinação de sementes armazenadas tem sido prevista, com sucesso para muitas espécies ortodoxas, utilizando-se o modelo de Ellis e Roberts (1980). O termo  $K_i$  deste modelo é uma constante que representa uma estimativa da qualidade inicial das sementes, específica para cada lote de sementes, a qual depende de vários fatores, sendo os mais importantes o genótipo, as

condições de pré-armazenamento e a sua interação (ELLIS; ROBERTS, 1980). Para determinar  $K_i$  com maior precisão, Ellis e Roberts (1980) sugerem que essa determinação seja feita por meio do teste de envelhecimento acelerado, onde as sementes são rapidamente deterioradas, sob condições constantes e adversas de umidade e temperatura, em um determinado período de tempo. Testes de germinação sucessivos seriam realizados com amostras retiradas em intervalos regulares nas condições acima citadas, calculando-se, assim, a curva de sobrevivência das sementes por meio da análise de probit (FINNEY, 1971). O valor de  $K_i$  poderia ser determinado, na interceptação da curva de sobrevivência das sementes plotadas em probit, com o tempo zero de armazenamento.

Os coeficientes  $KE$ ,  $CW$ ,  $CH$  e  $CQ$  do modelo de Ellis e Roberts (1980) foram introduzidos convencionalmente, sem maiores explicações sobre os seus significados. O coeficiente  $KE$  representa o valor extrapolado do log a 1% de umidade (porque  $\log 1 = 0$ ), e  $0^\circ\text{C}$  (embora isso não implique que as sementes possam ou devam ser armazenadas a 1% de umidade; esse valor está abaixo da faixa de umidade, 5 a 25% de aplicação da equação). O valor de  $CW$  descreve o efeito relativo do teor de água na longevidade. Os efeitos combinados dos coeficientes  $CH$  e  $CQ$  descrevem a resposta da longevidade à temperatura. Esses coeficientes já foram determinados, por diferentes pesquisadores, para mais de 77 cultivares de 48 espécies (ELLIS; ROBERTS, 1980; ELLIS *et al.*, 1982; HONG *et al.*, 1996; USBERTI; GOMES, 1998; SINÍCIO *et al.*, 2008; SINÍCIO *et al.*, 2009; SINÍCIO, 2011).

O modelo de probit tem grande aplicação na produção comercial de sementes e no gerenciamento de bancos de germoplasma, apesar de que algumas inadequações deste modelo, relacionadas com a determinação de  $K_i$ , tenham sido apontadas por Fabrizio *et al.* (1999) e Mead e Gray (1999).

Sinício (2011) ajustou um modelo quadrático, com base no modelo de probit, para equacionar a longevidade de sementes de café. Este modelo apresentou um coeficiente linear de determinação ajustado ( $R^2$ ) de 0,878 e um desvio padrão de 8,9% de germinação. O modelo de Sinício (2011) difere daquele de Ellis e Roberts (1980), tanto por ser quadrático como por apresentar outras expressões matemáticas para calcular o desvio padrão da

frequência de distribuição de sementes mortas de jabuticaba, durante o período de armazenamento, em função do teor de água e da temperatura das sementes.

Ellis *et al.* (1990) e Hong e Ellis (1996) comentam que as sementes de cafeeiro deveriam ser incluídas na categoria intermediária à classificação de Roberts (1973). Assim, seria admitido que as sementes sejam “ortodoxas” (toleram dessecação a teores de água próximos de 5%), “intermediárias” (toleram dessecação a teores de água em torno de 10-12,5% e têm a viabilidade reduzida em teores de água inferiores) e “recalcitrantes” (perdem a viabilidade quando desseccadas a 15-20% de teor de água). De acordo com Black *et al.* (2002), sementes intermediárias são aquelas que toleram secagem considerável (pelo menos até 30% de UR), mas não completa. A longevidade das sementes aumenta progressivamente à medida que a UR de armazenamento é reduzida, até em torno de 50%, a partir da qual se observa uma tendência inversa, à medida que a UR continua reduzindo.

Considerando-se que não foi encontrado na literatura nenhum estudo sobre o equacionamento da longevidade de sementes de jabuticaba, objetivou-se com este trabalho equacionar  $\sigma$  para sementes de jabuticaba armazenadas, com base no modelo de probit.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg) da cultivar Sabará foram colhidos, de sete matrizes, no pomar do Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG-Brasil.

As sementes foram extraídas dos frutos manualmente e despulpadas em peneiras usando-se repetido processo de esfrega das sementes misturadas com cal virgem, seguido de lavagem em água comum. Depois, as sementes foram desinfetadas por imersão em solução aquosa de hipoclorito de sódio 1,5% por 1 min, lavadas em água corrente e colocadas na sombra em papel toalha por 30 min para retirar o excesso de água. Em seguida, as sementes foram tratadas com spray de captana 50% para prevenção do crescimento de fungos durante o período de armazenagem (BRASILEIRO *et al.*, 2010).

Do lote de sementes foram retiradas 48 amostras contendo cada uma 100 sementes misturadas em substrato (Tropstrato HT) para plantio de hortaliças, embaladas em sacos de plástico (10x20 cm) com três perfurações de alfinete no topo. O peso do substrato foi de 190 g (a quantidade de água do substrato, era de, aproximadamente, dez vezes a quantidade de água contida nas sementes em cada saco). A capacidade de retenção de água do substrato foi estimada com base nos estudos das propriedades físico-hídricas de substratos comerciais realizados por Klein *et al.* (2000). O substrato foi preparado de modo que tivesse três níveis de umidade (seco, intermediário e saturado), mediante adição de água destilada e mistura manual dentro de sacos de plástico para homogeneizar a mistura. O substrato seco foi aquele encontrado comercialmente, sem adição de água. O substrato intermediário e o saturado foram aqueles com adição de 20 e 40 mL de água destilada, respectivamente. Foi determinado o teor de água apenas para três subamostras do substrato seco pelo método da estufa a  $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ , durante 24 h. As amostras foram armazenadas em geladeira durante até 171 dias nas temperaturas médias de  $2,2 \pm 1,2$  e  $7,1 \pm 1,2$   $^\circ\text{C}$ . O número ideal de perfurações com agulha foi determinado em laboratório utilizando amostras do substrato saturado, colocadas em sacos de plástico perfurados e armazenadas em geladeira à temperatura de  $7,1 \text{ }^\circ\text{C}$ , de modo que a perda de água por evaporação não fosse maior do que 15% durante um período de oito meses. Para três furos estimou-se uma taxa de evaporação de  $3,44 \cdot 10^{-5}$  gramas de água para cada grama de matéria seca, por hora.

Do lote de sementes foram retiradas 16 amostras, contendo cada uma 100 sementes embaladas em sacos de plástico (10x20 cm) com três perfurações de alfinete no topo. As amostras foram armazenadas durante oito meses nas temperaturas de  $2,2 \pm 1,2$  e  $7,1 \pm 1,2$   $^\circ\text{C}$ . Do lote de sementes também foram retiradas 16 amostras, contendo cada uma 100 sementes que foram deixadas para secar sobre papel toalha durante cerca de 20 h, dentro do laboratório, em temperatura aproximada de  $21,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , as quais foram posteriormente embaladas e armazenadas nas mesmas condições da testemunha. A umidade relativa dentro do laboratório não foi medida.

Foi retirada, a cada mês, uma amostra das sementes armazenadas nas diferentes condições de umidade e temperatura para análises posteriores. A germinação de amostras de 60 sementes foi avaliada a cada 30 dias, utilizando-se o rolo de papel Germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, temperatura constante do germinador de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  e quatro subamostras de 15 sementes por repetição. Apenas para a germinação inicial foram utilizadas oito subamostras de 15 sementes por repetição. As contagens foram efetuadas apenas no 30º dia, a partir da instalação do teste, porque não foi necessário medir a velocidade de emergência. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes com, no mínimo, 5 mm de raiz primária (GUEDES, 2009). Foi avaliada a primeira contagem de germinação, contabilizando o percentual de plântulas normais, obtidas na primeira contagem do teste de germinação, ou seja, no 21º dia após as sementes serem colocadas para germinar, sendo considerado como índice de vigor. O teor de água de três subamostras foi determinado pelo método da secagem em estufa a  $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ , durante 24 h (BRASIL, 2009) e os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando-se três níveis de umidade e dois níveis de temperatura. Os valores obtidos experimentalmente nesta pesquisa foram adicionados àqueles obtidos por Brasileiro *et al.* (2010), transformados em probit, para serem usados em regressões lineares e não lineares para determinação dos coeficientes da equação de  $\sigma$ .

A determinação dos coeficientes da equação de  $\sigma$  foi realizada, primeiramente, utilizando-se a metodologia de Ellis e Roberts (1980), com base apenas na temperatura e no teor médio de água das sementes armazenadas, conforme o modelo matemático a seguir:

$$v = K - p / \sigma \quad (1)$$

$$\sigma = 10^{(KE - CW \log m - CHt - CQr^2)} \quad (2)$$

em que,

$v$  = viabilidade das sementes (probit);

$K_i$  = viabilidade inicial das sementes (probit);

$p$  = período de armazenamento (dias);



$\sigma$  = desvio padrão da frequência de distribuição das sementes mortas durante o período de armazenamento (dias);

$m$  = teor de água (% , base úmida);

$t$  = temperatura (°C); e

$KE$ ,  $CW$ ,  $CH$  e  $CQ$  = coeficientes específicos para cada espécie, independentes do genótipo e das condições de pré-estocagem.

Depois, a determinação dos coeficientes da equação de  $\sigma$  foi realizada utilizando-se a metodologia de Sinício (2011), com base nos valores da perda de germinação, da germinação inicial no lugar de  $Ki$ , da temperatura, do teor médio de água e do período de armazenagem, para todas as curvas de sobrevivência. Neste caso, testaram-se os modelos de Ellis e Roberts (1980) e aquele apresentado por Sinício (2011), conforme segue:

$$v = K - p / \sigma_1 - p^2 / \sigma_2 \quad (3)$$

O modelo de Sinício (2011) foi testado com e sem o termo quadrático em relação ao período de armazenagem (Equação 3). Os coeficientes dos termos  $\sigma_1$  e  $\sigma_2$  desta equação foram expressos em função da temperatura e do teor médio de água das sementes, usando equações tais como aquelas obtidas por Sinício (2011), apresentadas seguir:

$$\sigma_1 = 10^{(g_0 + g_1 m + t (g_2 m + g_3 m^3))} \quad (4)$$

$$\sigma_2 = 10^{(h_0 + h_1 m + h_2 m^2 + t (h_3 m + h_4 m^2 + h_5 m^3))} \quad (5)$$

em que  $g_i$  e  $h_i$  são coeficientes que dependem da variedade e espécie de semente.

Testaram-se também equações semelhantes às Equações 4 e 5, para descrever  $\sigma$  em função da temperatura e do teor médio de água das sementes, usando a metodologia descrita por Ellis e Roberts.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água inicial das sementes úmidas foi de 54,5%, das sementes secas, por 20 h, foi de 45,6% e do substrato seco foi de 43,3%. Os valores estimados do teor de água inicial dos substratos intermediários e saturados foram de 48,7 e 53,2%, respectivamente. As temperaturas médias nas duas geladeiras foram de 2,2±1,2 e 7,1±1,2 °C. Os dados de Brasileiro *et al.* (2010) eram curvas de sobrevivência para sementes de jabuticaba armazenadas nos teores médios de água de 36,3; 40,4; 41,7 e 49,0%, na temperatura de 9 °C, totalizando 28 observações experimentais.

O modelo de Ellis e Roberts (1980) não apresentou alta precisão no ajuste para as sementes de jabuticaba (Quadro 1) porque as regressões lineares das curvas de sobrevivência das sementes

**Quadro 1.** Regressões lineares das curvas de sobrevivência das sementes de jabuticaba armazenadas para o modelo de Ellis e Roberts (1980), sob diferentes temperaturas e teores de água

Teste	Temperatura (°C)	Teor de água (% , b.u.)	Ki (probit)	$\sigma$ (dias)	R <sup>2</sup> (dec)	Desvio Padrão (probit)
1	2,2	57,4	2,24	28,9	0,872	0,56
2	2,2	57,1	2,48	29,2	0,688	0,93
3	2,2	57,5	2,15	29,5	0,743	0,82
4	2,2	56,6	2,26	28,2	0,882	0,55
5	2,2	45,4	1,70	71,3	0,979	0,13
6	7,1	56,8	1,93	26,7	0,819	0,73
7	7,1	58,5	1,98	23,4	0,818	0,84
8	7,1	58,2	1,94	24,1	0,897	0,60
9	7,1	55,2	2,08	23,6	0,856	0,73
10	7,1	42,4	1,74	102,2	0,530	0,55
11	9	49,0	1,73	519,4	0,789	0,13
12	9	41,7	1,37	1291,9	-0,001	0,25
13	9	40,4	1,20	1952,0	0,453	0,07
14	9	36,3	1,08	139,1	0,917	0,28
Médias	-	-	1,85	306,4	0,732	0,511

resultaram num  $R^2$  médio de 0,732 e num desvio padrão médio de 0,511 probit. O desvio padrão médio de  $Ki$  obtido é bem maior do que  $0,16 \pm 0,06$  probit obtido por Pieta Filho *et al.* (1992), em pesquisa objetivando determinar  $Ki$  para seis lotes de cevada e oito lotes de trigo, e pouco maior que  $0,46 \pm 0,31$  probit obtido por Fabrizius *et al.* (1999) para 12 lotes de soja.

Os resultados das regressões lineares das curvas de sobrevivência das sementes para o modelo quadrático (Equação 3), comparados com os resultados do modelo linear (Equação 1), calculadas com base nos dados médios de temperatura e teor de água (Quadro 1), resultaram em  $R^2$  médio de 0,727 e desvio padrão médio de 0,480 probit, pouco melhorando a precisão do ajuste para sementes de jabuticaba.

A equação obtida para  $\sigma$  nas análises de regressão linear e não linear, utilizando a metodologia de Ellis e Roberts (1980), apresentou maior  $R^2$  e menor desvio padrão (Teste 4, Quadro 2), com base nos dados médios de temperatura e teor de água (Quadro 1), entretanto, quando substituída na Equação 1, resultou em  $R^2$  de 0,390 e desvio padrão

de 32,7% de germinação para as 72 observações experimentais. Por causa deste péssimo resultado, resolveu-se utilizar a metodologia de Sinício (2011), assumindo  $Ki$  igual a germinação inicial.

A equação proposta (Teste 2, Quadro 3) apresentou um  $R^2$  de 0,873 e um desvio padrão de 12,3% de germinação, sendo que o grau de significância dos coeficientes do modelo proposto foi menor que 0,1% de probabilidade de erro no teste  $t$ . Os gráficos dos resultados calculados e experimentais da perda de germinação da jabuticaba armazenada (Figuras 1, 2 e 3) demonstram a razoável precisão do ajuste deste modelo aos dados experimentais.

Os valores comparados do log  $\sigma$  para sementes de jabuticaba (Quadro 3, Testes 1 e 2), para teores de águas de 35 a 60% e temperaturas de 2, 6 e 10°C, evidenciam a não aplicabilidade do modelo de Ellis e Roberts (1980) para sementes recalitrantes (Figuras 4a e 4b). O coeficiente  $e_3$  do modelo de Ellis e Roberts (1980) resultou positivo (Quadro 3, Teste 1), diferentemente do que se observa para sementes ortodoxas.

**Quadro 2.** Equações obtidas para calcular  $\sigma$  em função do teor de água e da temperatura de armazenamento das sementes de jabuticaba usando regressões lineares (L) e não lineares (NL)

Teste	Regressão	Equação	$R^2$ (dec)	Desvio Padrão (dias)
1	L	$\sigma = 10^{(a_0 + a_1 \log m + a_2 t + a_3 t^2)}$ $a_0 = 6,7042^{ns}$ , $a_1 = -2,2477^{ns}$ , $a_2 = -0,75891^{s3}$ , $a_3 = 0,081235^{s2}$	0,326	505,4
2	NL	$\sigma = 10^{(b_0 + b_1 \log m + b_2 t + b_3 t^2)}$ $b_0 = 3,0054^{s1}$ , $b_1 = 0,18588^{s1}$ , $b_2 = -1,1033^{s1}$ , $b_3 = 0,11868^{s1}$	0,429	443,5
3	L	$\sigma = 10^{(c_0 + c_1 m + c_2 m^2 + c_3 m^3 + c_4 t^2 + c_5 m.t)}$ $c_0 = -98,386^{s1}$ , $c_1 = 6,0955^{s1}$ , $c_2 = -0,12225^{s1}$ , $c_3 = 0,00081310^{s1}$ , $c_4 = 0,059295^{s1}$ , $c_5 = -0,010103^{s1}$	0,795	276,8
4	NL	$\sigma = 10^{(d_0 + d_1 m + d_2 m^2 + d_3 m^3 + d_4 t^2 + d_5 m.t)}$ $d_0 = -97,738^{s1}$ , $d_1 = 6,0668^{s1}$ , $d_2 = -0,12287^{s1}$ , $d_3 = 0,00083583^{s1}$ , $d_4 = 0,10584^{s1}$ , $d_5 = -0,020145^{s1}$	0,861	219,6

<sup>s1</sup>Significativo em nível de 0,1% de probabilidade de erro no teste  $t$

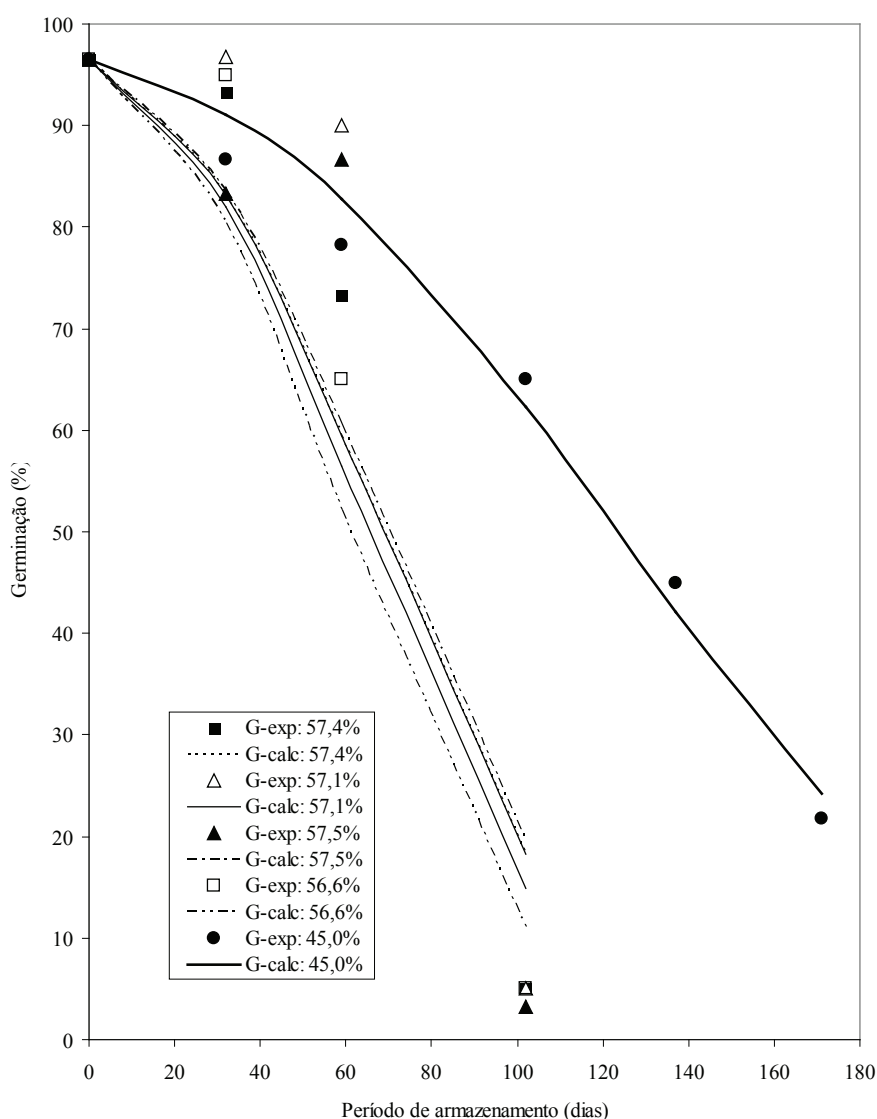
<sup>s2</sup>Significativo em nível de 1,0% de probabilidade de erro no teste  $t$

<sup>s3</sup>Significativo em nível de 2,0% de probabilidade de erro no teste  $t$

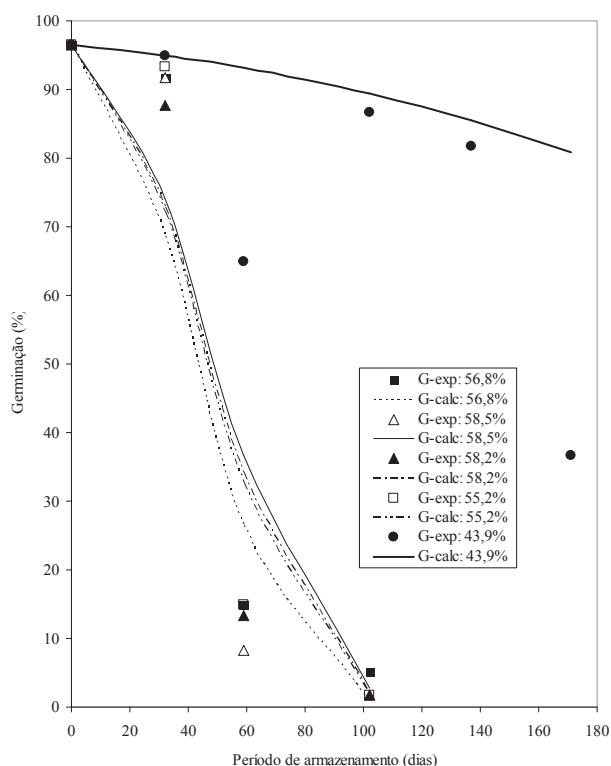
<sup>ns</sup>Não significativo em nível de 5,0% de probabilidade de erro no teste  $t$

**Quadro 3.** Equações obtidas usando regressões não lineares para calcular  $\sigma$  em função da perda de germinação, das médias do  $K_i$ , do período, do teor de água e da temperatura de armazenamento, para todas as curvas de sobrevivência

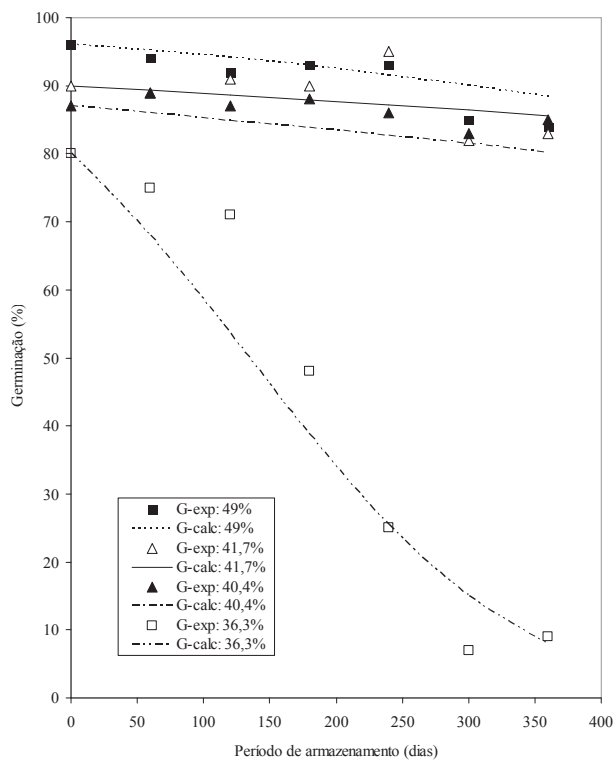
Teste	Equação	R <sup>2</sup> (dec)	Desvio Padrão (%)
1	$\sigma = 10 (e_0 + e_1 \log m + e_2 t + e_3 t^2)$ $e_0 = 9,2665^{s1}, e_1 = -3,7563^{s1}, e_2 = -0,67815^{s1}, e_3 = 0,071088^{s1}$	0,742	17,5
2	$\sigma = 10 (f_0 + f_1 m + f_2 m^2 + f_3 m^3 + f_4 t^2 + f_5 m.t)$ $f_0 = -98,349^{s1}, f_1 = 6,0973^{s1}, f_2 = -0,12224^{s1}, f_3 = 0,00081249^{s1}, f_4 = 0,058075^{s1}, f_5 = 0,873$ $-0,00999^{39s1}$		12,3



**Figura 1.** Valores experimentais e calculados da perda de germinação das sementes de jabuticaba em função do período de armazenamento na temperatura de 2,2 °C e teores de água variando de 45 a 57,5%.

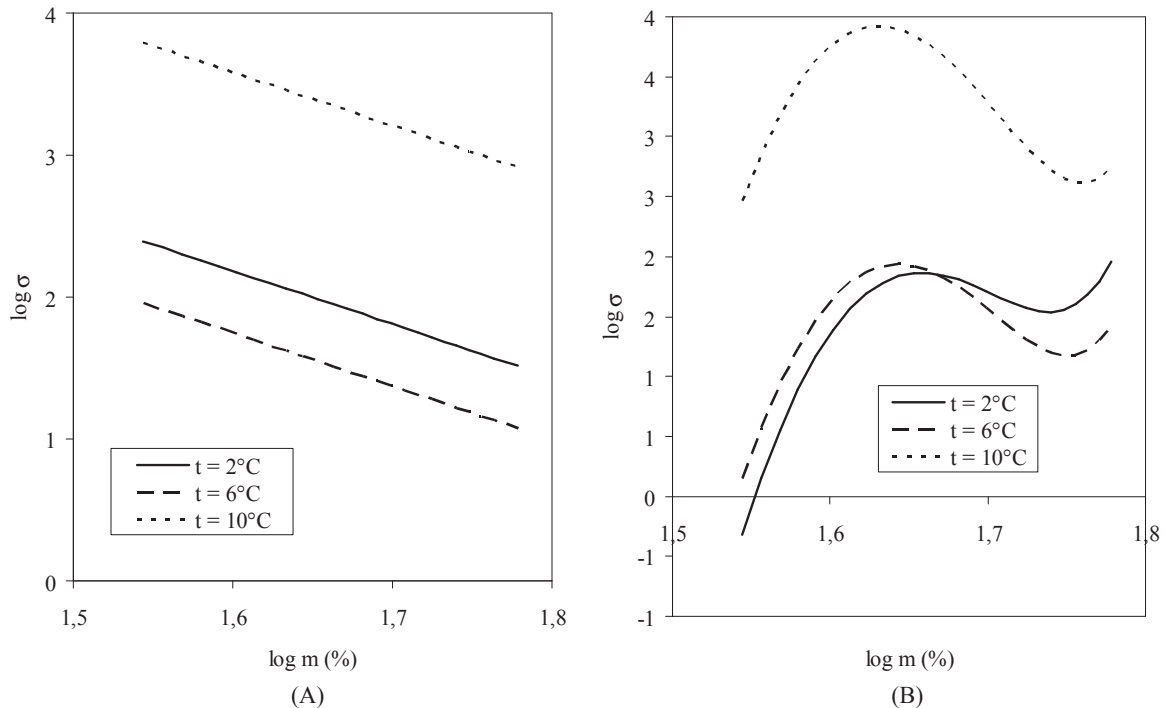


**Figura 2.** Valores experimentais e calculados da perda de germinação das sementes de jabuticaba em função do período de armazenamento na temperatura de 7,1 °C e teores de água variando de 43,9 a 58,5%.



**Figura 3.** Valores experimentais e calculados da perda de germinação das sementes de jabuticaba em função do período de armazenamento na temperatura de 9 °C e teores de água variando de 36,3 a 49% (dados experimentais de BRASILEIRO *et al.*, 2010).





**Figura 4.** Valores calculados do log para sementes de jaboticaba utilizando o modelo de Ellis & Roberts (A) e o modelo proposto (B) para teores de água de 35 a 60% e temperaturas de 2, 6 e 10 °C.

Os valores do log  $\sigma$  para a equação proposta apresentam um ponto de convergência próximo de 1,66 (41% de teor de água) e aproximação dos valores calculados para teores de água menores que 41% nas temperaturas de 2 e 6 °C (Figura 4b). Observa-se também que as sementes de jaboticaba (Figura 4b) têm comportamento parecido com o de sementes ortodoxas somente na faixa aproximada de 1,63-1,65 a 1,74-1,76 (teores de água aproximados de 43-45 a 55-58%).

## CONCLUSÃO

- A melhor equação obtida para descrever  $\sigma$  foi:  $\sigma = 10^{(f_0 + f_1 m + f_2 m^2 + f_3 m^3 + f_4 t^2 + f_5 m.t)}$

em que:

$$f_0 = -98,349, \quad f_1 = 6,0973, \quad f_2 = -0,12224, \quad f_3 = 0,00081249, \quad f_4 = 0,058075, \quad f_5 = -0,0099939.$$

- A equação obtida foi ajustada com razoável precisão (coeficiente de determinação de 0,873 e desvio padrão de 12,3% e grau de significância dos coeficientes menor que 0,1% de probabilidade de erro no teste t).

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Prof. Luiz Carlos Chamhum Salomão do Setor de Fruticultura da UFV pelo fornecimento dos frutos de jaboticaba.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSEN, O. Produção de mudas de goiabeira e jabuticabeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.102, p.28-29, 1983.

BEWLEY, J.; BLACK, M. **Seeds. Physiology of development and germination**. Plenum Press, New York, 1994.

BLACK, M.; OBENDORF, R.L.; PRITCHARD, H.W. Damage and tolerance in retrospect and prospect. In: BLACK, M.; PRITCHARD, H.W. (Ed.). **Desiccation and survival in plants: drying without dying**. Wallingford: CABI, 2002. p.367-382.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

- BRASILEIRO, B.G.; BHERING, M.C.; HILST, P.C.; SILVA, Laércio Junior da. Tolerância à dessecação e viabilidade de sementes de jabuticaba durante o armazenamento. In: XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2010, Natal. **Anais...**, 2010.
- CASAGRANDE Jr, G.; DUTRA, L.F.; TONIETTO, A.; NACHTIGAL, L.C.; STRELOW, E. Efeito do estiolamento de ramos e do AIB no enraizamento de estacas herbáceas de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.6., n.1., p.24-26., 2000.
- DANNER, M.A.; CITADIN, I.; FERNANDES, J.; AMORIM, A. Enraizamento de jabuticabeira (*Plinia trunciflora*) por mergulhia aérea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28., n.3., p.530-532., 2006.
- DANNER, M.A.; CITADIN, I.; JUNIOR, A.A.F.; ASSMANN, A.P.; MAZARO, S.M.; SASSO, S.A.Z. Formação de mudas de jabuticabeira (*Plinia sp.*) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.179-182, 2007.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.41, n.230, p.1167-1174, 1990
- ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. Improved equations for the prediction of seed. longevity. **Annals of Botany**, Oxford, v.45, p.13-30, 1980.
- ELLIS, R.H.; OSEI-BONSU, K.; ROBERTS, H. The influence of genotype, temperature and moisture on seed longevity in chickpea, cowpea and soybean. **Annals of Botany**, Oxford, v.50, p.69-82, 1982.
- FABRIZIUS, E.; TEKRONY, D.; EGLI, D.B.; RUCKER, M. Evaluation of a viability model for predicting soybean seed germination during warehouse storage. **Crop Science**, v.39, p.194-01, 1999.
- FINNEY, D.J. **Probit Analysis**. London: Cambridge University Press, 3a ed., 1971. 333p.
- GUEDES, M.N.S. **Diversidade de acessos de jabuticabeira Sabará em Diamantina/MG por meio da caracterização biométrica e físico-química dos frutos e fisiológica das sementes**. 2009. 70p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2009.
- JESUS, S.C. de.; FOLEGATTI, M.I. da S.; MATSUURA, F.C.A.; CARDOSO, R.L. Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.3, p.315-323, 2004.
- KLEIN, V.A.; SIOTA, T.A.; ANESI, A.L.; BARBOZA, R. Propriedades físico-hídricas de substratos hortícolas comerciais. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.6, n.3, p.218-221, 2000.
- HONG, T.D.; ELLIS, R.H. A protocol to determine seed storage behaviour. In: ENGELS, J.M.M.; TOLL, J. (Eds.). Rome: IPGRI, 1996. 62p. (IPGRI Technical Bulletin n. 1).
- HONG, T.D., LININGTON, S., ELLIS, R.H. **Seed Storage Behaviour: a Compendium**. Handbooks for Genebanks: No. 4. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 1996. 120p.
- MEAD, A.; GRAY, D. Prediction of seed longevity: a modification of the shape of the Ellis and Roberts seed survival curves. **Seed Science Research**, England, v.9, p.63-73, 1999.
- MEDEIROS, A.C.S.; EIRA, M.T.S. Comportamento Fisiológico, Secagem e Armazenamento de Sementes Florestais Nativas. **Embrapa Florestas**, 2006. 13p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 127).
- MENDONÇA, R.M.N. **Maturação, secagem e armazenamento de sementes e propagação vegetativa de jabuticabeiras (*Myrciaria spp.*)**. 1999. 130p. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- MENDONÇA, R.M.N.; DIAS, D.C. F. Conservação de sementes de fruteiras tropicais recalcitrantes: uma abordagem. Revisão bibliográfica. **Agropecuária Técnica**, v.21, n.1/2, p.57-73, 2000.

PIETA FILHO, C.; ELLIS, R.H. Estimating the value of the seed lot Constant (Ki) of the seed viability equation in barley and wheat. **Seed Science and Technology**, v.20, p.93-99, 1992.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.12, p.499-514, 1973.

SINÍCIO, R. Equação de longevidade para sementes de café (*Coffea arábica* L.). **Engenharia na Agricultura**, n.19, v.4, p.287-297, 2011.

SINÍCIO, R.; LOPES, J.F.; SILVA, D.J.H.; MATTEDI, A.P. Longevity equation for tomato seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.37, n.3, p.667-675, 2009

SINÍCIO, R.; MAURI, A.L.; ARAUJO, E.F. Equacionamento da longevidade de sementes de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.33, n.2, p.127-133, 2008

USBERTI, R.; GOMES, R.B.R. Seed viability constants for groundnut. **Annals of Botany**, Oxford, v.82, p.691-694, 1998.

VALIO, I.F.M.; FERREIRA, Z. De L. Germination of seeds of *Myrciaria cauliflora* (Mart.) Berg. (Myrthaceae). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.4, n.2, p.95-98, 1992.