



ARTIGO ORIGINAL

Wanderlei Antônio Alves de Lima^{1*}
Márcia Green²
Walmes Marques Zeviani³
Ricardo Lopes²
Sara de Almeida Rios⁴

Teor de água e tempo de exposição ao tratamento térmico na germinação de sementes de caiaué

Water content and period of exposure to thermal treatment in the germination of caiaué seeds

¹ Embrapa Cerrados, Rodovia BR 020, km 18, Caixa Postal: 08223, 73310-970, Planaltina, DF, Brasil

² Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Caixa Postal 319, 69010-970, Manaus, AM, Brasil

³ Universidade Federal do Paraná – UFPR, Centro Politécnico, Jardim das Américas, Caixa Postal 19081, 81531-990, Curitiba, PR, Brasil

⁴ Embrapa Milho e Sorgo, Rod MG, 424 km 45, 35701-970, Sete Lagoas, MG, Brasil

*Autor Correspondente:

E-mail: wanderlei.lima@embrapa.br

PALAVRAS-CHAVE

Elaeis oleífera

Elaeis ssp.

Sementes de palmeira

Superação de dormência

KEYWORDS

Elaeis oleífera

Elaeis ssp.

Palm seeds

Breaking dormancy

RESUMO: O caiaué, também conhecido como dendezeiro americano, pertence ao mesmo gênero do dendezeiro africano. A hibridação artificial interespecífica entre essas espécies é comum principalmente para resistência à doença que afeta a espécie africana, mas que não afeta o caiaué, que transmite essa característica ao híbrido interespecífico. O caiaué é propagado por sementes que, assim como o dendezeiro, apresentam dormência. São poucos os estudos sobre os procedimentos para quebra de dormência de sementes de caiaué, sendo estes adaptados dos procedimentos adotados para o dendezeiro, mas as taxas de germinação são muito inferiores às dessa espécie. O objetivo foi avaliar o efeito do teor de água das sementes e do período de tratamento térmico na superação da dormência e na germinação e vigor das sementes de caiaué. O experimento foi realizado no delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial simples 5 x 3, sendo cinco intervalos de graus de umidade: 18-19; 19-20; 20-21; 21-22 e 22-23%, e três períodos de tratamento térmico: 55, 75 e 100 dias, com três repetições de 500 sementes cada. Foram avaliadas a porcentagem total de sementes germinadas, porcentagem de germinação na primeira contagem e o índice de velocidade de germinação. Tanto o grau de umidade da semente como o período de tratamento térmico influenciaram a germinação e o vigor das sementes de caiaué. As maiores taxas de germinação são obtidas com teores de água das sementes de caiaué entre 20 e 23%, na entrada do termogerminador, com tratamento térmico por 75 dias.

ABSTRACT: *Caiaué*, also known as American oil palm, belongs to the same genus of the African oil palm. The interspecific artificial hybridization between these species is common mainly for resistance to disease that affects the African species but not the caiaue, which transmits this characteristic to the interspecific hybrid. The caiaué is propagated by seeds, which, and like the oil palm, presents dormancy. There are few studies on the procedures for breaking dormancy of caiaué seeds, these being adapted from the procedures adopted for oil palm, but the germination rates are much lower than those of this species. The objective was to evaluate the effect of the seeds water content and the period of exposure to thermal treatment for breaking dormancy and the initial germination of the caiaué seeds. The experiment was carried out in a completely randomized design in a 5 x 3 factorial design, with five ranges of moisture contents: 18-19; 19-20; 20-21; 21-22 and 22-23% and three periods of thermal treatment: 55, 75 and 100 days, each one with three replicates of 500 seeds. The percentage of germinated seeds, percentage of germination in the first count and germination speed index were evaluated. Both, the moisture content of the seed and the period of thermal treatment influenced the germination and the vigor of the seeds of caiaué. The highest germination rates are obtained with water contents of the caiaué between 20 and 23%, at the entrance of the thermal treatment room, with 75 days long thermal treatment.

Recebido: 16 mar. 2017

Aceito: 23 ago. 2017

1 Introdução

O caiaué (*Elaeis oleifera* (Kunch) Cortés), também conhecido como dendezeiro americano, é uma palmeira oleaginosa nativa das Américas do Sul e Central, que pertence ao mesmo gênero do dendezeiro africano (*E. guineensis* Jacq.). Originalmente, diversos povos tradicionais das Américas Central e do Sul têm utilizado o caiaué e contribuído para sua domesticação. Em Honduras, os povos miskito utilizam o óleo de caiaué (que eles chamam de óleo de ojon) como fonte de óleo vegetal para consumo, tratamento de pele e de cabelo. Utilizam sua polpa para a produção de mingau e os resíduos como fonte de alimento para criação de porcos (Munguia & Collins, 2006). Há relatos de colonizadores de Honduras a Belém – PA no Brasil sobre o uso do óleo de caiaué para bebida, a qual chamavam de “achioc”, e como cosmético capilar (Patiño, 2002). Na Amazônia brasileira, algumas comunidades no Amazonas fazem uso do vinho do caiaué, similar ao vinho do açaí. Além disso, o caiaué apresenta grande potencial para uso em arborização e paisagismo urbano e já vem sendo utilizado para este fim.

O caiaué não é explorado *per se* em cultivos comerciais ainda devido, principalmente, à sua baixa produtividade em óleo, quando comparado ao seu parente africano. A procumbência, fenômeno que ocorre nas plantas adultas por volta dos 15 anos de idade, também é uma característica desfavorável para o cultivo da espécie. Entretanto, a espécie americana tem menor porte em altura, garantindo maior vida útil para exploração comercial e destaca-se também na resistência a doenças, particularmente ao amarelecimento fatal (AF), de etiologia ainda desconhecida e que já dizimou milhares de hectares de plantios de dendezeiro nas principais áreas de cultivo nas Américas.

Diante do potencial da introdução de características de interesse do caiaué no germoplasma de dendezeiro, programas de melhoramento genético tanto no Brasil como em outros países das Américas têm trabalhado com a hibridação interespecífica (HIE) entre as espécies, e já existem no mercado cultivares híbridas F1 desenvolvidas na Colômbia, Costa Rica, Brasil e Equador, recomendadas principalmente em áreas de incidência do AF e que já estão no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) do Brasil. Nesse cenário, e como forma de assegurar a preservação do estoque genético desta palmeira, torna-se importante conhecer e melhorar os procedimentos para propagação do caiaué.

Segundo Hussey (1958), em condições naturais, como é comum neste gênero, as sementes de dendezeiro apresentam baixas taxas de germinação, principalmente devido à dormência manifestada após a maturação fisiológica. Sem a interrupção artificial dessa dormência, a germinação pode demorar anos. A dormência nas sementes de dendezeiro ocorre devido à resistência mecânica do endocarpo, de consistência dura e densa, à absorção de oxigênio e ao impedimento do alongamento do embrião. Estes mesmos fatores promovem a dormência do caiaué, que possui sementes com características semelhantes às encontradas nas sementes de dendezeiro.

Estudos a respeito de germinação de sementes de dendezeiro foram desenvolvidos por Hussey (1958) e Rees (1962), que observaram a necessidade de submeter as sementes ao tratamento térmico (TT) para superação da dormência. Desde então, vários

procedimentos têm sido desenvolvidos para germinação de sementes de dendezeiro utilizando TT (aquecimento) para superação da dormência. Em trabalhos mais recentes, estudando a germinação de sementes de dendezeiro e do HIE da espécie com o caiaué, Green et al. (2013) e Lima et al. (2014) demonstraram que existe especificidade na resposta de diferentes genótipos em relação ao conteúdo de umidade e o período de exposição dessas sementes ao TT para a superação da dormência e germinação.

A Embrapa tem utilizado procedimentos baseados na metodologia proposta por Corrado & Wuidart (1990) para superação da dormência e germinação de sementes de caiaué. Neste processo, a taxa média de germinação obtida é inferior a 30% e demanda aproximadamente 150 dias, considerando desde o início do TT até a germinação das sementes. Como o método empregado foi adaptado empiricamente do utilizado para sementes de dendezeiro e híbridas interespecíficas, é necessário verificar as exigências específicas das sementes de caiaué, buscando aumentar a eficiência do processo de germinação, reduzindo tempo e aumentando a taxa de germinação. Para tanto, são necessários estudos específicos sobre o efeito das variáveis tempo e umidade na germinação de sementes de caiaué.

O objetivo deste estudo foi verificar o efeito do teor de água das sementes e do período de tratamento térmico na superação da dormência e na germinação e vigor das sementes de caiaué.

2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Amazônia Ocidental, no Campo Experimental do Rio Urubu (CERU), Rio Preto da Eva – AM (2°27'08.44" S, 59°34'13.69" W) e no Laboratório de Dendê e Agroenergia, km 29 da Rodovia AM, em Manaus – AM, Brasil, no período de 2014 a 2015.

As sementes utilizadas no estudo foram colhidas de plantas de caiaué de origem Manicoré, mantidas no Banco Ativo de Germoplasma de *Elaeis* da Embrapa no CERU. Os cachos foram colhidos quando apresentavam de três a cinco frutos maduros desprendidos naturalmente do cacho (maturidade fisiológica). Após a colheita, os frutos foram retirados manualmente do cacho e o mesocarpo extraído em despulpadora centrífuga elétrica. Em seguida, as sementes (endocarpo, endosperma e embrião) foram secadas à sombra, selecionadas, eliminando as deformadas ou danificadas pelo beneficiamento e submetidas a tratamento com fungicidas sistêmico e de contato (Carboxin® + Thiram® 200 SC a 0,2%) durante cinco minutos.

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições de 500 sementes para cada tratamento, em esquema fatorial 5 x 3, sendo cinco intervalos de graus de umidade das sementes e três períodos de permanência no termogerminador (TT), com três repetições, cada uma composta por 500 sementes. Os períodos de permanência das sementes no termogerminador (39 ± 1 °C e umidade relativa do ar de aproximadamente 65%) foram de 55, 75 e 100 dias, e os intervalos de graus de umidade de entrada no termogerminador foram: 18 a 19; 19 a 20; 20 a 21; 21 a 22 e 22 a 23%. A determinação do grau de umidade das sementes foi realizada pelo método de estufa, realizando a secagem das sementes a 105 °C ± 3 °C, por 24 horas, conforme Brasil (2009), utilizando quatro repetições

de 10 sementes para cada lote de 500 sementes. Os intervalos de graus de umidade foram obtidos e ajustados, utilizando-se as Fórmulas 1, 2, 3 e 4:

$$U(\%) = \left[\frac{(A_1 - A_2)}{A_2} \right] \times 100 \quad (1)$$

$$U_m(\%) = \frac{U_1(\%) + U_2(\%) + U_3(\%) + U_4(\%)}{4} \quad (2)$$

$$PS = \left[\frac{PFT}{(100 + U_m\%)} \right] \times 100 \quad (3)$$

$$U_T(\%) = [(PFTa / PS) - 1] \times 100 \quad (4)$$

em que:

$U(\%)$ = grau de umidade da amostra de 10 sementes;

A_1 = peso inicial da amostra úmida, em gramas, de 10 sementes;

A_2 = peso final da amostra seca (após 24 h na estufa) de 10 sementes, em gramas;

$U_m(\%)$ = grau de umidade médio das quatro amostras de 10 sementes;

$U_1(\%), U_2(\%), U_3(\%), U_4(\%)$ = graus de umidade das amostras 1, 2, 3 e 4, respectivamente;

PS = Peso seco da amostra original de 500 sementes;

PFT = Peso fresco da amostra original de 500 sementes;

$PFTa$ = Peso fresco da amostra de 500 sementes com umidade ajustada;

$U_T(\%)$ = Umidade ajustada das sementes conforme o tratamento.

Após o ajuste do grau de umidade, as sementes foram acondicionadas em sacos de polietileno de 65 x 50 cm e espessura de 0,2 mm, fechados, contendo volume de ar no mínimo igual ao volume de sementes e mantidas em termogerminador (câmara de alvenaria com isolamento térmico com aquecimento por resistência elétrica, sistema de ajuste de temperatura digital, circulação forçada de ar e monitoramento da umidade relativa) pelo período TT definido para cada tratamento, com a realização de rondas quinzenais para renovação do ar nos sacos e verificação da umidade superficial das sementes e presença de fungos.

Ao final de cada período de TT, as sementes foram hidratadas por imersão em tanques de água, sob oxigenação, durante oito dias. Em seguida, as sementes foram secadas à sombra para eliminação da umidade externa e colocadas em sacos de polietileno (65 cm x 50 cm, espessura de 0,2 mm), devidamente fechados, com volume de ar no mínimo, igual ao das sementes. Para germinação, os sacos com as sementes foram mantidos em sala de alvenaria, no escuro, na temperatura entre 27 a 30 °C.

A contagem de sementes germinadas foi realizada em quatro triagens: a primeira contagem (PCONT) aos 15 dias após o acondicionamento das sementes na sala de germinação e as demais semanalmente, sendo aos 35 dias obtida a porcentagem total de sementes germinadas (GERM). Considerou-se germinada a semente com protrusão visível pelo poro germinativo do eixo hipocótilo-radícula. Para cálculo do percentual de germinação, as sementes descartadas por contaminação por fungos e não germinadas foram consideradas como não germinadas. Ao final

do período de germinação, calculou-se o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) utilizando a Fórmula 5 descrita por Nakagawa (1999), com adaptações:

$$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n \quad (5)$$

Em que:

G_n = número de sementes germinadas na enésima semana.

N_n = enésima semana de avaliação da germinação.

Nas análises das variáveis GERM e PCONT, considerou-se a distribuição binomial, sendo a germinação de uma semente o sucesso. Considerando que as sementes de caiaué, mesmo que provenientes de um mesmo cacho, não são totalmente uniformes quanto ao tamanho, maturidade e forma, o modelo ajustado para as variáveis GERM e PCONT foi o quasi-binomial e, dessa forma, foi realizada a análise de *deviance* com uso da estatística F para teste dos termos do modelo. Para a variável IVG, embora seja uma função de variáveis discretas, assumiu-se distribuição normal, haja vista tratar-se de uma soma de termos. A análise gráfica dos resíduos indicou fuga dos pressupostos para análise de variância, o que exigiu transformação dos dados com a função $\sqrt{x} + 0,5$ antes de submeter os dados às análises de variância. O efeito do grau de umidade foi representado como uma variável categórica, uma vez que o teor de água nas sementes não é precisamente fixado sob um valor e sim oscila dentro do intervalo.

As médias foram submetidas a comparações múltiplas baseadas em contrastes dois a dois (contrastos de Tukey, *all pairwise comparisons*), de acordo com Bretz et al. (2011). Aplicou-se o teste *t* para cada contraste entre médias e corrigiu-se o p-valor pelo método *fdr* (*false discovery rate*).

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do software de computação estatística R (R Core Team, 2011).

3 Resultados e Discussão

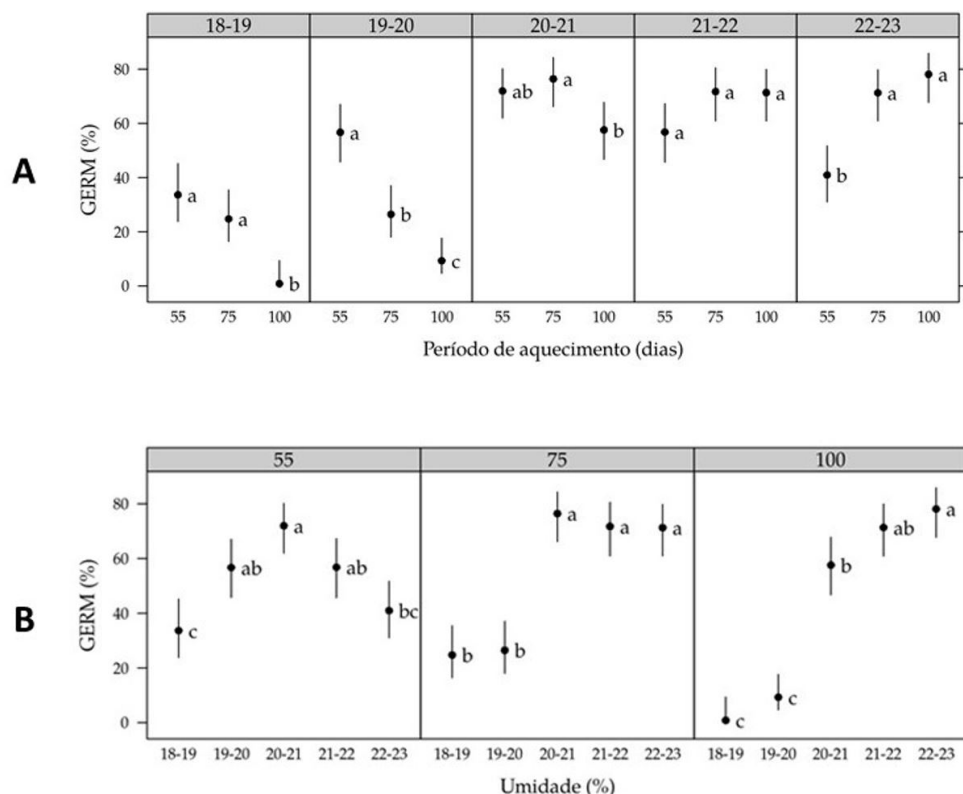
Nas análises de *deviance* para as variáveis GERM e PCONT e de variância para a variável IVG (Tabela 1), foram verificados efeitos significativos do período de TT e do U das sementes, e também interação significativa do efeito de U e tempo de TT na resposta de todas as variáveis estudadas. Efeitos significativos de U e ou do período de TT foram verificados em estudos com sementes de dendzeiro (Beugré et al., 2009; Green et al., 2013; Murugesan et al., 2015) e com sementes híbridas interespecíficas entre o caiaué e o dendzeiro (Lima et al., 2014).

Devido à interação significativa dos efeitos de U e TT, os resultados foram analisados e considerados os efeitos da variação de U dentro de cada tratamento de TT, e vice-versa. Na variação da germinação das sementes em função do período de tratamento térmico (TT) dentro de cada intervalo de grau de umidade (GU) (Figura 1A), verificou-se que com menor GU das sementes a germinação foi maior nos menores períodos de TT. Com GU de 18 a 19%, as maiores taxas de germinação das sementes foram obtidas com 55 e 75 dias de TT, e no intervalo seguinte, de 19 a 20%, a maior taxa de germinação foi obtida com 55 dias. Com GU de 21-22% não foi verificado efeito significativo do período de TT na germinação, as médias dos tratamentos não diferiram estatisticamente entre si: já no intervalo com maior grau de umidade, de 22-23%, a maior taxa de germinação das sementes foi obtida com 75 e 100 dias de TT. Quando comparada a taxa de germinação das sementes em

Tabela 1. Resumos do quadro de análise de *deviance* dos caracteres germinação (GERM) e primeira contagem (PCONT) e análise de variância do caractere Índice de Velocidade de Germinação (IVG) avaliados nas sementes de caiaué.**Table 1.** Summaries of deviance analysis chart of germination characters (GERM) and first count (PCONT) and character analysis of variance Speed Germination Index (GSI) evaluated in caiaué seeds.

F.V.	GL	GERM		PCONT		IVG	
		<i>Deviance</i>	Pr (>F)	<i>Deviance</i>	Pr (>F)	QM	Pr (>F)
TT (F1)	2	941,16	8,87e-06***	464,02	0,0122*	2,89	7,71e-07***
GU (F2)	4	872,17	0,24e-04***	893,64	6,69e-06***	15,23	2,2e-16***
F1 x F2	8	2010,75	4,17e-08***	1362,49	4,24e-07***	1,83	1,66e-08***

* e *** significativo a 1% e valores < a 0,1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. F.V. – Fonte de variação; TT – Tratamento térmico; F1 – Fator 1; GU – Grau de umidade; F2 – Fator 2; G.L – Grau de liberdade; QM – Quadrado médio.

**Figura 1.** Germinação (%) de sementes de Caiaué em função da variação do período de TT dentro de diferentes graus de umidade das sementes (A) e do efeito da variação no grau de umidade da semente dentro dos diferentes períodos de tratamento térmico (B). Os pontos representam as médias e os segmentos verticais o intervalo de confiança para $P \geq 95\%$. Letras diferentes ao lado das médias indicam contrastes não nulos ($\leq 5\%$).**Figure 1.** Germination (%) of Caiaué seeds as a function of the variation of the period of TT within different moisture content levels of the seeds (A) and of the effect of the variation in the moisture content of the seed inside the different periods of heat treatment (B). The dots represent the means and the vertical segments the confidence interval for $P \geq 95\%$. Different letters next to the means indicate non-zero contrasts ($\leq 5\%$).

função de GU dentro de cada período de TT (Figura 1B), com 55 dias as médias dos intervalos de GU 19-20, 20-21 e 21-22% não diferiram estatisticamente entre si. No período seguinte, 75 dias, os tratamentos com GU de 20-21, 21-22 e 22-23% não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores aos tratamentos com GU inferior, 18-19% e 19-21%. No tratamento com maior período de TT, 100 dias, as maiores taxas de germinação foram obtidas para os tratamentos com maiores valores de GU: 20-21; 21-22 e 22-23%.

Analisando as respostas em função do período de TT dentro de cada intervalo de GU, e vice-versa, verificou-se que nos

intervalos de GU de 20-21; 21-22 e 22-23% as médias de germinação com 75 dias de TT estão entre as superiores estatisticamente, e quando analisado o efeito do GU das sementes dentro do período de 75 dias de TT, as médias de germinação das sementes com intervalos de GU maiores que 20% foram superiores e não diferiram estatisticamente entre si. Os resultados indicaram que as melhores taxas de germinação foram obtidas com 75 dias de TT e GU das sementes entre 20 a 23%. Na prática, pode-se estabelecer o valor central de $21 \pm 0,5\%$, quando realizados os cálculos para ajuste do GU das sementes antes do TT, pois, aceitando-se que o processo

não é exato quando se trabalha com muitos lotes, variações que ocorram para mais ou para menos até 1,5% desse valor, não excedendo os limites do intervalo de 20 a 23%, possibilitarão a obtenção de maiores taxas de germinação.

Os efeitos dos tratamentos no vigor das sementes de caiaué foram mensurados por meio do teste de Primeira Contagem de Germinação (PCONT) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG), partindo-se do pressuposto que sementes mais vigorosas germinam em quantidade e velocidade superiores às menos vigorosas. O efeito significativo do GU das sementes e do período de TT foi verificado no vigor das sementes por meio dos testes PCONT (Figura 2) e IVG (Figura 3). De maneira geral, verifica-se semelhança no comportamento das sementes pelos dois testes de vigor após o tratamento térmico. Considerando-se as respostas dos testes em função do período dos intervalos de GU (Figuras 2A e 3A), verifica-se que no intervalo com menor GU nas sementes (18-19%) não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias para PCONT nos diferentes períodos de TT (Figura 2A), e para o IVG (Figura 3A), neste mesmo intervalo de GU, com 100 dias, a média foi inferior à verificada nos intervalos menores, que não diferiram entre si. No intervalo seguinte (19-20%), as maiores médias para PCONT e IVG foram obtidas com 55 dias. Com GU de 20-21%, as médias para PCONT e IVG com 55 e 75 dias

foram superiores à obtida com 100 dias e não diferiram entre si, e no tratamento com 21-22% não houve diferença entre as médias dos períodos de TT. No tratamento com maior GU nas sementes (22-23%), as médias com 75 e 100 dias de TT foram superiores à do TT de 55 dias para PCONT e IVG.

Quando analisado o efeito do vigor em função do GU das sementes dentro do período de TT (Figuras 2B e 3B), observa-se que para 55 dias não existe diferença entre as médias dos intervalos intermediários de GU, 20-21% e 21-22% na PCONT (Figura 2B), e para o IVG, a maior média foi obtida com GU de 20-21% aos 55 dias. Com 75 dias, as médias dos intervalos de GU maiores que 20% foram superiores estatisticamente aos tratamentos com menores GU, 18-19% e 19-20%, nos dois testes. Já com 100 dias de TT, o tratamento com maior GU, 22-23%, apresentou as maiores médias para PCONT e IVG.

Como nos intervalos de GU superiores a 20% as médias de germinação na PCONT e IVG com 75 dias de aquecimento não diferiram estatisticamente das médias superiores, sendo também nesses intervalos de GU e período de TT obtidas as maiores taxas de germinação total das sementes, conclui-se que as melhores condições para germinação total de sementes são também para maior percentual de germinação na PCONT e maior IVG.

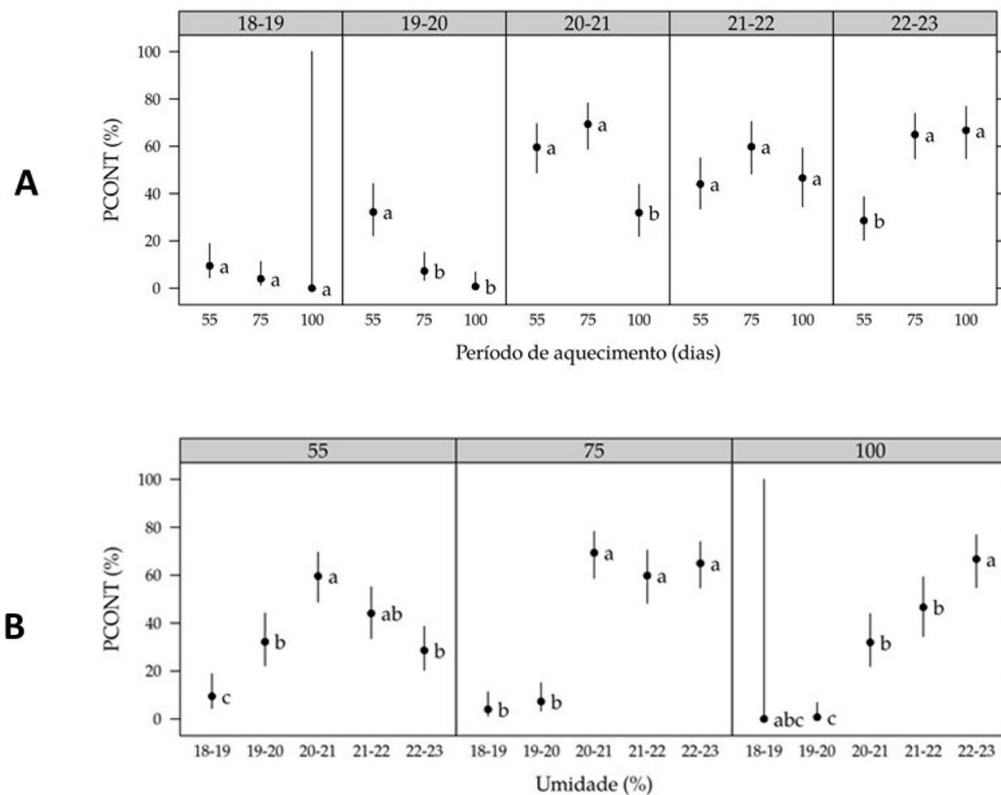


Figura 2. Germinação na primeira contagem (%) de sementes de caiaué em função da variação no período de tratamento térmico dentro de diferentes graus de umidade (A) e da variação no grau de umidade das sementes dentro de diferentes períodos de TT (B). Os pontos representam as médias e os segmentos verticais o intervalo de confiança para $P \geq 95\%$. Letras diferentes ao lado das médias indicam contrastes não nulos ($\leq 5\%$).

Figure 2. Germination in the first count (%) of caiaué seeds as a function of the variation in the heat treatment period under different moisture content levels (A) and the variation in the moisture content of the seeds within different periods of TT (B). The dots represent the means and the vertical segments the confidence interval for $P \geq 95\%$. Different letters next to the means indicate non-zero contrasts ($\leq 5\%$).

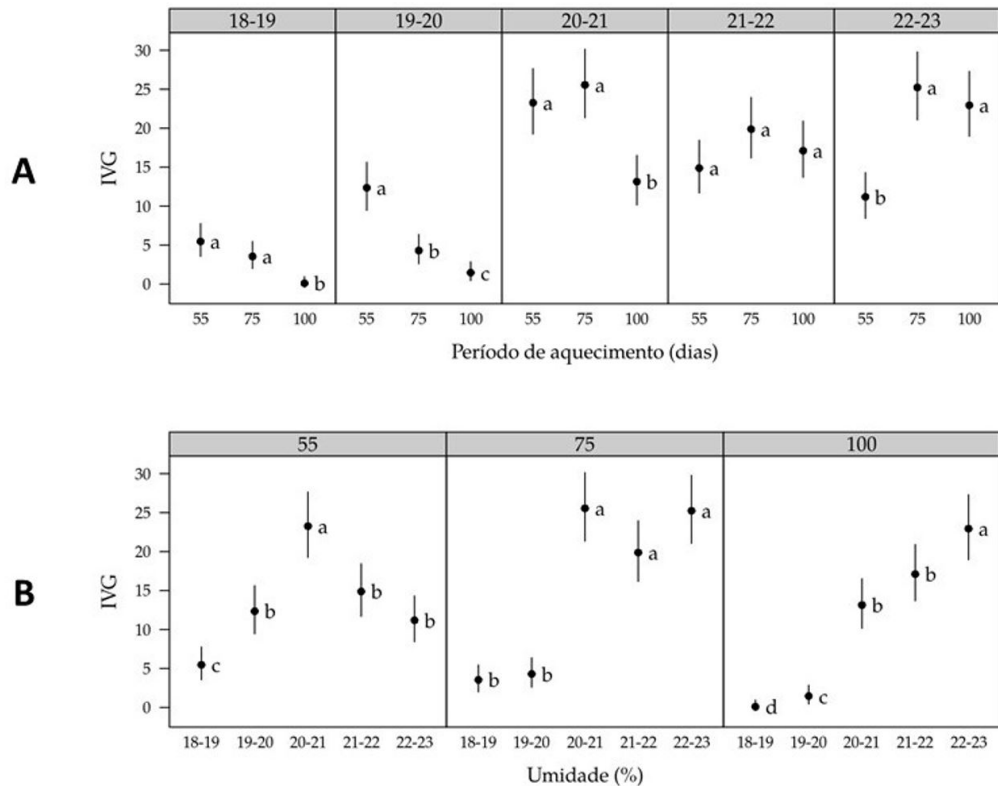


Figura 3. IVG de sementes de caiaué em função da variação no tempo de tratamento térmico dentro de intervalos de graus de umidade das sementes (A) e de diferentes intervalos do grau de umidade das sementes dentro de períodos de tratamento térmico (B). Os pontos representam as médias e os segmentos verticais o intervalo de confiança para $P \geq 95\%$. Letras diferentes ao lado das médias indicam contrastes não nulos ($\leq 5\%$).

Figure 3. IVG of caiaué seeds as a function of the variation in the time of heat treatment within intervals of seed moisture content levels (A) and of different intervals of moisture content of the seeds within periods of heat treatment (B). The dots represent the means and the vertical segments the confidence interval for $P \geq 95\%$. Different letters next to the means indicate non-zero contrasts ($\leq 5\%$).

À semelhança do que ocorreu na germinação, o teor de água e o tempo de exposição das sementes ao TT (temperatura e umidade relativa altas) afetaram o vigor das sementes do caiaué. Para entrada das sementes no TT, o teor de água das sementes deve ser superior a 20%; abaixo desse valor ocorre redução do vigor das sementes.

Os resultados encontrados neste estudo foram similares aos obtidos em estudo sobre o efeito do grau da umidade nas sementes e do período de TT na germinação de sementes híbridas do caiaué com o dendezeiro (OxG), utilizando o caiaué como genitor feminino (Lima et al., 2014). Os autores avaliaram quatro intervalos de graus de umidade – 18-19; 19-20; 20-21 – e 21-22% e três períodos de tratamento térmico – 55, 75 e 100 dias – na superação de dormência de sementes de HIE e obtiveram as maiores taxas de germinação (superiores a 70%) com grau de umidade da semente entre 19 e 22%, com períodos de tratamento térmico de 75 e 100 dias a 39 °C dia. As taxas de germinação das diferentes faixas de umidade não diferiram estatisticamente entre os períodos de 75 e 100 dias. Como as sementes híbridas OxG são produzidas utilizando como genitores femininos plantas de caiaué, portanto, de frutos que se desenvolvem a partir dos ovários dessa espécie, estas não se diferenciam morfológicamente, por isso a similaridade na resposta dessas sementes quanto à germinação frente às variações no GU da semente.

Guerrero et al. (2011) estudaram o efeito de três diferentes graus de umidade (18, 20 e 22%) e cinco períodos de TT (60, 70, 80, 90 e 100 dias) na germinação de sementes híbridas OxG. Taxas médias de germinação de 40,4 e 36,3% foram obtidas com GU das sementes de 20% e 22%, respectivamente, com aquecimento por 70 dias a 39 °C. Apesar deste estudo indicar similaridade nas condições ótimas para germinação das sementes de caiaué e as híbridas do caiaué com o dendezeiro, devido à variabilidade genética e fenotípica intraespecífica das espécies para características das sementes, como peso, tamanho e espessura do endocarpo (Camillo et al., 2014), dependendo do material genético essas condições poderão ser diferentes.

Os resultados encontrados neste estudo demonstraram o efeito do grau de umidade das sementes e do tempo de tratamento térmico na germinação e no vigor das sementes de caiaué. Com as condições adequadas, foi demonstrado que é possível reduzir o período de tratamento térmico que vem sendo utilizado para germinação de sementes do caiaué, atingindo altas taxas de germinação, acima de 70%. A redução do período de tratamento térmico diminui os custos de produção das sementes germinadas, o que também contribui para o aumento na taxa de germinação. Além disso, com maiores taxas de germinação aumenta a capacidade de produção de sementes por genitor no programa de produção de sementes comerciais ou na geração de populações de melhoramento genético.

Apesar de o caiaué ser uma das palmeiras nativas da Amazônia mais bem estudadas e de grande importância não só para o Brasil, mas para todas as regiões tropicais do mundo que cultivam o dendezeiro, estudos a respeito da superação da dormência e germinação dessas sementes ainda são escassos. Murgesan et al. (2011) avaliaram a germinação de sementes de caiaué em diferentes estádios de desenvolvimento dos frutos e, segundo aos autores, a maior taxa de germinação foi de 44%, obtidas quando os frutos estavam maduros. Nos outros estádios anteriores de desenvolvimento dos frutos estudados não houve germinação. Vale ressaltar que, neste trabalho, para a germinação das sementes de caiaué, os opérculos de cada semente foram removidos e as sementes acondicionadas em papel umedecidos e mantidas em germinador à temperatura de 25 °C. Os autores não relatam o período de permanência das sementes no germinador, tampouco o início da germinação.

4 Conclusões

Tanto o grau de umidade da semente como o período de tratamento térmico influenciam a germinação e o vigor das sementes de caiaué.

As maiores taxas de germinação são obtidas quando os teores de água das sementes de caiaué são ajustados para 20 a 23% e o tratamento térmico é realizado por 75 dias. Nessas condições são obtidas taxas de germinação entre 72 e 76%.

Referências

- BEUGRÉ, M. M.; KOUAKOU, L. K.; BOGNONKPÉ, P. J.; KONAN, E. K.; KOUAKOU, H. T.; KOUADIO, J. Y. Effect of storage and heat treatments on the germination of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seed. *African Journal of Agricultural Research*, v. 4, n. 10, p. 931-937, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.
- BRETZ, F.; HOTHORN, T.; WESTFALL, P. *Multiple comparisons using R*. Boca Raton: CRC, 2011. 187 p. Disponível em: <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/R/Biblio/R_eng/Bretz%20Multiple%20Comparisons.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2016.
- CAMILLO, J.; BRAGA, V. C.; MATTOS, J. K. A.; LOPES, R.; CUNHA, R. N. V.; PADILHA, J.; SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E. Seed biometric parameters in oil palm accessions from a Brazilian germplasm bank. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 49, n. 8, p. 604-612, 2014.
- CORRADO, F.; WUIDART, W. Germination des graines de palmier à huile (*E. guineensis*) em sacs de polyéthylène. Méthode par "charleur sèche". *Oléagineux*, v. 45, n. 11, p. 511-514, 1990.
- GREEN, M.; LIMA, W. A. A.; FIGUEIREDO, A. F.; ATROCH, A. L.; LOPES, R.; CUNHA, R. N. V.; TEIXEIRA, P. C. Heat treatment and seed germination of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Journal of Seed Science*, v. 35, n. 03, p. 296-301, 2013.
- GUERRERO, J.; BASTIDAS, S.; GARCÍA, J. Estandarización de una metodología para germinar semillas del híbrido interespecífico *Elaeis oleifera* H.B.K. x *Elaeis guineensis*. *Revista de Ciencias Agrícolas*, v. 28, n. 1, p. 132-146, 2011.
- HUSSEY, G. An analysis of the factors controlling the germination of seed of the oil palm, *Elaeis guineensis* (Jacq.). *Annals of Botany*, v. 22, n. 86, p. 259-284, 1958.
- LIMA, W. A. A.; LOPES, R.; GREEN, M.; CUNHA, R. N. V.; ABREU, S. C.; CYSNE, A. Q. Heat treatment and germination of seeds of interspecific hybrid between American oil palm (*Elaeis oleifera* (H.B.K) Cortés) and African oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Journal of Seed Science*, v. 36, n. 4, p. 451-457, 2014.
- MUNGUIA, O.; COLLINS, J. Óleo de ojon. *Revista Passo a Passo*, n. 65, p. 10, 2006.
- MURGESAN, P.; HASEELA, H.; GOPAKUMAR, S.; SHAREEF, M. V. M. Fruit and seed development in *Elaeis oleifera* (hBK) Cortes of Surinam origin. *Indian Journal of Horticulture*, v. 68, n. 1, p. 28-30, 2011.
- MURUGESAN, P.; RAVICHANDRAN, G.; SHAREEF, M. Seed germination and ultra structural changes in oil palm (*Elaeis guineensis*) hybrid seed influenced by heat treatments. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, v. 85, n. 11, p. 1419-1423, 2015.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-24.
- PATIÑO, V. M. *Historia y dispersión de los frutales nativos del Neotrópico*. Cali: CIAT, 2002. 655 p.
- R CORE TEAM. *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna: The R Foundation for Statistical Computing, 2011.
- REES, A. R. High-temperature pre-treatment and germination of seed of oil palm, *Elaeis guineensis* (Jacq.). *Annals of Botany*, v. 26, n. 4, p. 569-581, 1962.

Contribuição dos autores: Wanderlei Antonio Alves de Lima realizou a instalação, condução e avaliação dos experimentos, análise de dados, revisão bibliográfica e redação científica; Márcia Green ajudou na instalação, condução e avaliação dos experimentos e contribui na redação científica; Walmes Marques Zeviani realizou as análises estatísticas e contribui na análise dos dados; Ricardo Lopes contribui na análise dos dados, revisão ortográfica, gramatical e redação científica e Sara de Almeida Rios contribui na revisão ortográfica, gramatical e redação científica.

Agradecimentos: À equipe técnica (amigos) do Laboratório de Dendê e Agroenergia da Embrapa Amazônia Ocidental-AM: Manoel da Silva Matias (Sr. Matias), Raimundo Oliveira do Nascimento (Dindin), Antonio Raimundo Soares da Silva (Pelé, *in memoriam*) e Nelson Lourenço da Silva, pelo apoio nas atividades de pesquisa. Ao CNPq e à FAPEAM pelos equipamentos adquiridos em projetos anteriores e utilizados ainda na execução deste.

Fonte de financiamento: Embrapa, Fapeam e CNPq.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflitos de interesse.