



ARTIGO ORIGINAL

Márcia Green^{1*}
Wanderlei Antônio A. de Lima²
Ricardo Lopes¹

¹ Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, km 29, Caixa Postal 319, 69.010-970, Manaus, Amazonas, Brasil.

² Embrapa Cerrados, Rodovia BR-020, km 18, Caixa Postal 08223, 73310-970, Planaltina, Distrito Federal, Brasil.

* Autora correspondente:
E-mail: mgreen_37@yahoo.com.br

PALAVRAS-CHAVE

Elaeis guineenses
Superação de dormência
Viabilidade
Vigor

KEYWORDS

Elaeis guineenses
Overcoming dormancy
Viability
Vigor

Umidade e tempo de tratamento térmico na germinação de sementes armazenadas de palma de óleo cultivar BRS-C2501

Humidity and heat treatment period on germination of stored seeds of the oil palm cultivar BRS-C2501

RESUMO: A superação da dormência de sementes de palma de óleo é obtida com tratamento térmico (TT) à 39 °C, no entanto, a reposta depende do intervalo de grau de umidade das sementes (IGU) e do tempo de TT adequados as condições da semente. O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos do IGU e do período de TT na germinação e vigor de sementes armazenadas da cultivar de palma de óleo BRS-C2501. O experimento foi realizado com sementes armazenadas por 30 meses, em delineamento experimental inteiramente casualizado, esquema fatorial com cinco IGU: 18-19; 19-20; 20-21; 21-22 e 22-23% e três períodos de TT: 30, 45 e 60 dias. As variáveis avaliadas foram percentual total de sementes germinadas (GERM), percentual de germinação na primeira contagem (PCON) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG). Os resultados mais favoráveis foram obtidos com a combinação de 30 dias de TT e IGU de 20-21%, com valores de 87% para GERM, 83% para PCON e 35 para IVG. Os resultados indicaram que sementes de palma de óleo da cultivar BRS-C2501 mantidas em temperatura de 21 ± 1 °C e umidade relativa do ar entre 60% e 70% apresentam alta viabilidade e o vigor até 30 meses de armazenamento. Para superação da dormência das sementes armazenadas recomenda-se ajuste do intervalo de grau de umidade das sementes para 20% a 21% e período de tratamento térmico à 39 ± 1 °C por 30 dias, condições que permitem obter altas taxas de germinação e vigor das sementes.

ABSTRACT: Overcoming dormancy of oil palm seeds is achieved with heat treatment (TT) at 39 °C, however, the answer depends of water content interval (IGU) and period of TT appropriate to the seed conditions. The objective of this study was to evaluate the effects of IGU and TT period on the germination and vigor of stored seeds of the cultivar BRS-C2501. The experiment was carried out with seeds stored for 30 months, in a completely randomized design and factorial scheme with five IGU: 18-19; 19-20; 20-21; 21-22 and 22-23% and three periods of TT: 30, 45 and 60 days. The evaluated variables were seed germination (GERM), expressed as a percentage of total germinated seeds, germination at the first count (PCON) and Germination Speed Index (IVG). The most favorable results were obtained with the combination of 30 days of TT and IGU of 20 to 21%, with values of 87% for GERM, 83% for PCON and 35 for IVG. The results indicated that oil palm seeds of the BRS-C2501 cultivar stored at 21 ± 1 °C and relative humidity between 60% and 70% showed high viability and vigor up to 30 months of storage. To overcome the dormancy of stored BRS-C2501 cultivar seeds, it is recommended to adjust the seeds water content interval to 20-21% and heat treatment period at 39 ± 1 °C for 30 days, conditions that result in high germination rate and vigor of the seeds.

Recebido em: 04/12/2020
Aceite em: 28/05/2021

1 Introdução

A palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) é responsável pela maior parte do óleo vegetal produzido no mundo, 40% do volume total (United States Department of Agriculture, 2021). A espécie se destaca por apresentar a maior produtividade em óleo entre todas as oleaginosas cultivadas e também baixo custo de produção em relação aos demais óleos vegetais (FAO, 2021). O cultivo da palma de óleo deverá crescer para atender o aumento da demanda mundial de óleo vegetal (Rival, 2020).

A capacidade atual de produção de sementes germinadas de palma de óleo no Brasil não atende a demanda nacional, por isso, o país importa sementes produzidas na Costa Rica, Colômbia e Equador, entre outras fontes (Monteiro & Homma, 2017). O aumento da capacidade de produção de sementes no Brasil pode ser alcançado com desenvolvimento de novas cultivares, aumento dos campos de produção de sementes e também com melhorias na tecnologia de produção, armazenamento e germinação de sementes.

Na temperatura ambiente as sementes de palma de óleo perdem viabilidade em período relativamente curto, mas são classificadas como intermediárias quando submetidas ao armazenamento, pois suportam desidratação parcial e à temperatura entre 20 °C a 22 °C é possível obter níveis satisfatórios de germinação por aproximadamente 24 meses (Corrado & Wuidart, 1990; Kumar et al., 2015; Karneta et al., 2017). O teor de umidade da semente é determinante para manter a viabilidade das sementes durante o armazenamento e também para obter sucesso no processo de germinação (Arif & Illahi, 2018). Outro aspecto importante das sementes de palma de óleo é que estas apresentam combinação de dormência física e fisiológica (Norsazwan et al., 2016; Cui et al., 2020), o que explica que sob condições naturais a germinação das sementes é lenta e desuniforme.

O método mais utilizado para superação da dormência de sementes de palma de óleo é o tratamento térmico, com temperatura ótima estabelecida em 39 °C ± 1 °C (Corrado & Wuidart, 1990). No entanto, diversos estudos demonstraram que fatores como grau de umidade das sementes no início do tratamento térmico, duração do tratamento térmico, genótipo e tempo de armazenamento pré-tratamento térmico influenciam o vigor e a germinação das sementes, bem como, que existe interação significativa entre esses fatores nos resultados do processo de superação de dormência (Fondom et al., 2010; Green et al., 2013).

A relação do genótipo com variações nas condições ótimas do grau de umidade e do período de tratamento térmico para superação da dormência das sementes de palma de óleo está relacionada à variabilidade genética expressa nas sementes. Correlações entre características físicas e químicas das sementes de palma de óleo, como peso, conteúdo de lipídios, carboidratos e lignina, com a viabilidade e o vigor das sementes são relatadas por Hayati et al. (2020). A espessura do endocarpo das

sementes de palma de óleo também pode influenciar a permeabilidade da água nos tecidos, bem como, as condições ótimas para grau de umidade da semente e tempo de tratamento térmico para superação da dormência das sementes.

Estudos realizados com sementes de espécies e híbridos do gênero *Elaeis* (Green et al., 2013; Lima et al., 2017; Green et al., 2019) indicaram condições ótimas para intervalo de grau de umidade entre 18% e 22% e para tempo de tratamento térmico entre 30 e 75 dias, com interação significativa entre esses fatores. Para sementes de palma de óleo do tipo dura, com 30 dias de tratamento térmico, Green et al. (2019) obtiveram taxa de germinação de 91% com intervalo de grau de umidade das sementes de 18% a 19%, valor superior aos intervalos de grau de umidade acima de 19%. Porém, com tratamento térmico de 45 dias os autores verificaram que a germinação das sementes com intervalo de grau de umidade de 18% a 19% não diferiu da germinação obtida com intervalos de 19% a 20% e de 20% a 21% e, com 60 dias, foi superior somente a germinação obtida no intervalo de 22% a 23%. É importante também considerar que sementes com grau de umidade elevado favorecem a ocorrência de fungos, por isso, deve-se sempre buscar ajustar o grau de umidade das sementes para o intervalo mínimo que proporcione as maiores taxas de germinação.

Apesar da redução na viabilidade das sementes de palma de óleo quando submetidas ao armazenamento ser fato conhecido, como a produção de cachos, e consequentemente de sementes, ocorre durante todos os meses do ano, é necessário que as sementes sejam armazenadas e estejam disponíveis em quantidade suficiente para atendimento no momento da demanda das sementes germinadas, que é sazonal. Conforme demonstrado em vários estudos, as condições ótimas de grau de umidade das sementes e período de exposição ao tratamento térmico para superação da dormência e germinação variam de acordo com o genótipo, condições físicas e fisiológicas das sementes (Karneta et al., 2017; Lima et al., 2017; Green et al., 2019). Portanto, a germinação de sementes armazenadas é influenciada pelo grau de umidade das sementes e pelo período de tratamento térmico.

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da umidade e do período de tratamento térmico na germinação e no vigor de sementes de palma de óleo cultivar BRS-C2501 submetidas ao armazenamento.

2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de 2015 a 2016 em instalações do Laboratório de Dendê e Agroenergia, na Embrapa Amazônia Ocidental, localizada no km 29 da Rodovia AM-010, município de Manaus, estado do Amazonas, Brasil. As sementes foram extraídas de frutos de cachos recém-colhidos da cultivar de palma de óleo BRS-C2501, produzidas pela Embrapa Amazônia Ocidental no Campo Experimental do Rio Urubu, município de Rio Preto da Eva, estado do Amazonas. A retirada do mesocarpo foi realizada em despoldadora

centrífuga elétrica, construída especificamente para sementes de palma de óleo. Após a despolpa as sementes foram secas à sombra para eliminar o excesso de umidade, em seguida, foram selecionadas (eliminadas as sementes anormais, partenocárpicas e quebradas), tratadas com fungicida sistêmico e de contato (Carboxin® + Thiram® 200 SC a 0,2%), acondicionadas em sacos de polietileno (65 cm x 50 cm, espessura de 0,22 mm) e armazenadas por 30 meses em câmara fria, com temperatura de 21 ± 1 °C e umidade relativa do ar entre 60 a 70%. No armazenamento as sementes provenientes de um mesmo cacho foram mantidas em sacos separados, com peso médio de 2,8 kg.

Após os 30 meses de armazenamento na câmara fria foi verificado o teor de água das sementes de cada saco separadamente, o qual variou entre 17% e 24%. Para serem submetidas ao tratamento térmico de superação de dormência, o grau de umidade das sementes retiradas do armazenamento foi ajustado, hidratando ou secando o lote, conforme necessário para compor os tratamentos experimentais com diferentes intervalos de grau de umidade.

O experimento foi conduzido sob delineamento inteiramente ao acaso, com quatro repetições de 500 sementes, em esquema fatorial (5 x 3): cinco intervalos de grau de umidade das sementes (18%–19%, 19%–20%, 20%–21%, 21%–22% e 22%–23%), e três períodos de tratamento térmico à 39 °C (30, 45 e 60 dias), em que as sementes foram mantidas em termogerminador construído em alvenaria, com isolamento térmico e sistema de aquecimento por resistências e regulação automática da temperatura. Os intervalos de grau de umidade (IGU) e os períodos de tratamento térmico (TT) foram estabelecidos considerando resultados obtidos anteriormente com sementes de palma de óleo e outras espécies do gênero *Elaeis* (Green *et al.*, 2013; Lima *et al.*, 2017; Green *et al.*, 2019).

Os IGUs foram obtidos e ajustados usando quatro amostras de dez sementes de cada lote que constituiu os tratamentos. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em sacos de polietileno (65 cm x 50 cm e 0,22 mm de espessura) com 500 sementes por saco, os quais foram vedados com volume de ar no mínimo igual ao volume de sementes, e colocadas no termogerminador sob temperatura de 39 ± 1 °C e umidade relativa de aproximadamente 70%. As sementes foram inspecionadas quinzenalmente e, em caso de contaminação por fungos, os lotes afetados foram submetidos a um tratamento com fungicida.

Ao final de cada período de TT, as sementes foram retiradas do termogerminador e hidratadas por imersão em tanques de água sob oxigenação durante dez dias, com renovação diária da água. Em seguida, a secagem das sementes ocorreu na sombra, em telado de arame sob temperatura ambiente para eliminação do excesso de umidade. Após a secagem as sementes foram colocadas em sacos de polietileno (65 cm x 50 cm e 0,2 mm de espessura), devidamente vedados, contendo volume de ar no mínimo igual ao volume de sementes, e mantidas em sala para germinação com temperatura entre 27 °C e 30

°C.

Uma semente foi considerada como germinada após a protrusão visível do poro germinativo (parte aérea e raiz primária). As sementes descartadas por contaminação e/ou não germinadas foram consideradas todas como não germinadas. A contagem de sementes germinadas foi realizada quatro vezes, sendo a primeira realizada 15 dias após o acondicionamento das sementes na sala de germinação e as demais, semanalmente. A germinação das sementes foi expressa em Porcentagem Total de Germinação (GERM), correspondente ao percentual de sementes germinadas até os 36 dias após o acondicionamento na sala de germinação, o vigor das sementes foi avaliado por meio do Teste de Primeira Contagem (PCON), que corresponde ao percentual de sementes germinadas aos 15 dias após acondicionamento na sala de germinação, e pelo Índice de Velocidade de Germinação (IVG). O IVG foi calculado ao final do período de germinação, utilizando a fórmula a seguir:

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$$

Em que:

Gn = número de sementes germinadas na enésima semana.

Nn = enésima semana de avaliação da germinação.

Os valores obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de acordo com o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey (5% de probabilidade). Antes de realizar a ANOVA a normalidade da distribuição dos resíduos foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk (5% de probabilidade) e a normalidade foi constatada para todas as variáveis analisadas, não sendo necessário transformação de dados. As análises estatísticas foram realizadas por meio do RBIO, um programa integrado ao ambiente R (Bhering, 2017).

3 Resultados e Discussão

Os coeficientes de variação das três variáveis analisadas foram baixos de acordo com a classificação proposta por Pimentel-Gomes (2009), o que indica boa precisão experimental. Os fatores período de tratamento térmico, intervalo de grau de umidade e a interação entre eles apresentaram efeito significativo sobre a germinação e o vigor das sementes de palma de óleo (Tabela 1). O efeito significativo da interação entre os fatores indica que respostas diferentes para um fator são observadas com a variação no outro, por isso os resultados devem ser analisados considerando o efeito da variação no grau de umidade das sementes dentro de cada tempo de tratamento térmico, e vice versa. Os resultados corroboram com relatos anteriores que registraram efeito significativo da variação no grau de umidade das sementes e do tempo de tratamento térmico na germinação de sementes de espécies do gênero *Elaeis* (Green *et al.*, 2013; Lima *et al.*, 2017; Green *et al.*, 2019).

Estudos recentes indicam que um dos efeitos do tratamento térmico é a inativação do fito-hormônio ABA, que é inibidor da germinação (Wang *et al.*, 2019). Outras

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis Germinação (GERM), Primeira Contagem (PCON) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG), avaliados em sementes de palma de óleo, cultivar BRS-C2501, armazenadas por 30 meses e submetidas a diferentes períodos de Tratamento Térmico (TT) e Intervalos de Grau de Umidade (IGU).

Table 1. Summary of variance analysis for germination (GERM), first count (PCON) and germination velocity index (IVG), evaluated in seeds oil palm seeds, cultivar BRS-C2501, stored for 30 months and submitted to different periods of thermal treatment (TT) and seed intervals of humidity ranges (IGU).

Fontes de variação (Source of variation)	GL (DF)	Quadrado Médio (Middle Square)					
		GERM		PCON		IVG	
TT	2	285,7	*	314,5	*	159,96	*
IGU	4	8312,4	*	8816,9	*	1275,20	*
TT x IGU	8	29,4	*	184,8	*	53,20	*
Resíduo	45	10,9		16,4		7,32	
CV (%)		6,1		8,0		15,5	

GL: Graus de liberdade; *: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

DF: Degree of freedom; *: significant at 5% probability by the F test.

variações metabólicas durante o tratamento térmico e a germinação de sementes de palma de óleo foram relatadas por Beugré *et al.* (2019), que destacaram a ativação da enzima PAL, precursora da síntese de compostos fenólicos, os quais, na presença de oxigênio, oxidam quinonas sob a ação de PPO induzindo a produção de energia e promovendo a germinação. Os processos de superação da dormência e ativação da germinação das sementes promovidos pelo tratamento térmico estão intrinsicamente associados à hidratação dos tecidos da semente. Com a hidratação os tecidos ficam mais permeáveis às trocas gasosas, o que desencadeia as alterações físicas e metabólicas necessárias para conversão de reservas em energia para o desenvolvimento do embrião. Por outro lado, a hidratação excessiva das sementes pode restringir a oxigenação dos tecidos e também favorecer o desenvolvimento de fungos e a deterioração dos tecidos, inviabilizando a germinação. Para sementes de palma de óleo os resultados obtidos indicaram efeitos significativos na germinação mesmo com variações percentuais relativamente pequenas no intervalo de grau de umidade das sementes.

Na comparação das médias de germinação, quando analisados os intervalos de grau de umidade das sementes dentro de cada período de tratamento térmico (Tabela 2), se destacou o intervalo de 20-21%, que apresentou médias superiores aos demais nos três intervalos de tratamento térmico avaliados.

As sementes armazenadas da cultivar BRS-C2501 apresentaram maior taxa de germinação quando o intervalo de grau de umidade das sementes foi ajustado para 20-21% e o período de tratamento térmico foi de 30 dias, duração mínima necessária para inativação do fito-hormônio ABA, inibidor da germinação da semente de palma de óleo, conforme relatado por Wang *et al.* (2019). O período de 30 dias de tratamento térmico também foi

Tabela 2. Comparação de médias de Germinação (GERM%) de sementes de palma de óleo, cultivar BRS-C2501, armazenadas por 30 meses e submetidas a diferentes períodos de Tratamento Térmico (TT) e Intervalos de Grau de Umidade (IGU).

Table 2. Comparison of germination averages (%) of seeds oil palm, cultivar BRS-C2501, stored for 30 months and submitted to different periods of thermal treatment (TT) and seed intervals of humidity ranges (IGU).

TT (dias) (days)	IGU (%)									
	18-19		19-20		20-21		21-22		22-23	
30	15,31	a E	53,20	a D	86,64	a A	62,59	a C	72,30	a B
45	14,38	a D	47,90	ab C	78,76	b A	62,66	a B	66,55	b B
60	5,81	b D	42,97	b C	75,89	b A	61,17	a B	64,76	b B

Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Means followed by the same lowercase letter in the column and by the same uppercase letter in the row do not differ among themselves by the Tukey test at 5% probability.

recomendado para sementes de dendezeiro tipo dura (Green *et al.*, 2019), mas é inferior aos recomendados para outros genótipos de palma de óleo (Green *et al.*, 2013) ou do gênero *Elaeis* (Lima *et al.*, 2017). As diferentes exigências para superação da dormência e germinação das sementes de palma de óleo podem ser atribuídas à variabilidade genética das sementes e indicam a importância de estudos genótipo específicos para o desenvolvimento de protocolos de germinação eficientes e com melhor custo benefício.

A germinação obtida para as sementes da cultivar BRS-C2501 armazenadas por 30 meses, quando submetidas ao tratamento térmico por 30 dias com intervalo de grau de umidade de 20-21% foi similar a obtida por outros autores com sementes recém-colhidas de palma de óleo, e também similar ou superior aos valores obtidos com sementes armazenadas por períodos menores. Green *et al.* (2019) avaliaram o efeito do intervalo de grau de umidade e do período do tratamento térmico na germinação de sementes recém-colhidas de palma de óleo tipo Dura de origem Deli, mesmo origem materna das sementes das cultivar BRS-C2501 utilizada neste estudo, e obtiveram germinação superior a 90% com 30 dias de tratamento térmico e intervalo de grau de umidade entre 18-19%. Mok (1982) avaliou o efeito do tratamento térmico de 20, 40 e 60 dias na germinação de sementes de palma de óleo recém-colhidas e armazenadas por 1, 2, 4, 8 e 12 meses, nas temperaturas de 20 °C e 29 °C, com grau de umidade de 10%, 15% e 20%, e verificou que as médias das sementes armazenadas com 20% foram superiores às médias com 10% e 15%, independente do período e temperatura no armazenamento e do período de tratamento térmico. Karneta *et al.* (2017), utilizando sementes de palma de óleo tipo dura, avaliaram quatro períodos de armazenamento: 0 a 6, 7 a 13, 14 a 20 e superior a 21 meses e oito tempos de tratamento térmico: 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 dias à temperatura de 39 °C

a 40 °C, e obtiveram melhores resultados para sementes armazenadas pelo período de 7 a 13 meses e submetidas a 70 dias de tratamento térmico. Addae-Kagyah *et al.* (1988) avaliaram o efeito do tratamento térmico de 40, 50, 60, 70 e 80 dias na germinação de sementes de palma de óleo tipo dura recém-colhidas e com 3 e 4 meses de armazenamento e grau de umidade de 17%, 19% e 21% e concluíram que a melhor combinação para germinação das sementes, tanto recém-colhidas como armazenadas, foi tratamento térmico de 50 dias e grau de umidade de 21%. Lima *et al.* (2017) recomendam para quebra de dormência de sementes de palma de óleo recém-colhidas 60 dias de tratamento térmico e intervalo de grau de umidade de 18-19%, sem especificação para o tempo de armazenamento. Já nos resultados obtidos por Murugesan *et al.* (2015), com sementes de palma de óleo não armazenadas, a germinação máxima foi verificada com 60 e 70 dias de tratamento térmico, 93,4% e 94,8%, respectivamente, mas também foi observada alta taxa de germinação (90,0%) com tratamento térmico de 50 dias.

O tratamento térmico das sementes de palma de óleo é realizado em termogerminador com temperatura controlada, 39 °C a 40 °C $\pm$ 1 °C, o que requer consumo considerável de energia, portanto, a redução desse período representa menores custos na produção de sementes. Os resultados obtidos com as sementes armazenadas da cultivar BRS-C2501 indicaram que é possível, quando ajustado para o adequado intervalo de grau de umidade da semente (20-21%), obter superação de dormência e elevada taxa de germinação com 30 dias de tratamento térmico, tempo inferior ao que é recomendado por outros autores, como 50 dias (Addae-Kagyah *et al.*, 1988), 60 dias (Lima *et al.*, 2017), 70 dias (Karneta *et al.*, 2017), 60 a 70 dias (Murugesan *et al.*, 2015), ou ainda, o mesmo período recomendado para sementes recém-colhidas, 30 dias (Green *et al.*, 2019).

Os valores mais favoráveis para intervalo de grau de

Tabela 3. Comparação de médias de Primeira Contagem (PCON) em percentagem de sementes germinadas de palma de óleo, cultivar BRS-C2501, armazenadas por 30 meses, submetidas a diferentes períodos de Tratamento Térmico (TT) e Intervalos de Grau de Umidade (IGU).

Table 3. Comparison of first counting averages of germinated seeds oil palm, cultivar BRS-C2501, stored for 30 months and submitted to different periods of thermal treatment (TT) and seed intervals of humidity ranges (IGU).

TT (dias) (days)	IGU (%)									
	18-19		19-20		20-21		21-22		22-23	
30	9,56	a E	39,93	b D	82,92	a A	60,91	a C	72,03	a B
45	7,34	ab C	57,98	a B	71,43	b A	61,08	a B	63,73	b AB
60	2,37	b C	32,49	c B	68,30	b A	60,22	a A	65,89	a BA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Means followed by the same lowercase letter in the column and by the same uppercase letter in the row do not differ among themselves by the Tukey test at 5% probability.

Tabela 4. Comparação de médias de Índice de Velocidade de Germinação de sementes armazenadas de palma de óleo, cultivar BRS-C2501, submetidas a diferentes períodos de Tratamento Térmico (TT) e Intervalos de Grau de Umidade (IGU).

Table 4. Comparison of the seed germination speed index averages of oil palm cultivar BRS-C2501, stored for 30 months and submitted to different periods of thermal treatment (TT) and seed intervals of humidity ranges

TT (dias) (days)	IGU (%)									
	18-19		19-20		20-21		21-22		22-23	
30	3,01	a D	18,28	a C	35,21	a A	18,79	ab C	28,05	a B
45	2,04	a D	12,42	b C	27,34	b A	14,61	b C	20,69	b B
60	0,98	a D	10,56	b C	21,25	c B	20,93	a B	27,38	a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Means followed by the same lowercase letter in the column and by the same uppercase letter in the row do not differ among themselves by the Tukey test at 5% probability.

umidade e tempo de tratamento térmico verificados para taxa de germinação proporcionaram também valores mais elevados para vigor das sementes, conforme resultados obtidos para primeira contagem (Tabela 3) e índice de velocidade de germinação das sementes (Tabela 4).

Os resultados obtidos para vigor das sementes divergem dos observados com sementes de palma de óleo tipo dura (Green *et al.*, 2019), para as quais, com 30 dias de tratamento térmico, os maiores valores para Primeira Contagem e Índice de Velocidade de Germinação das sementes foram observados quando o Intervalo de Grau de Umidade das sementes foi ajustado para 18-19%. No entanto, os autores também verificaram que as condições mais favoráveis para germinação das sementes foram também as mais favoráveis para vigor das sementes. Os resultados corroboram com a literatura sobre a necessidade de aperfeiçoar protocolos genótipo específicos para superação de dormência e germinação de sementes de palma de óleo, ajustando, principalmente, o tempo de tratamento térmico e o grau de umidade das sementes.

Na combinação de condições mais favorável entre as avaliadas no processo de superação de dormência das sementes, intervalo de grau de umidade de 20-21% e 30 dias de tratamento térmico, foram observados altos valores para germinação (86,64%) e vigor das sementes (primeira contagem e índice de velocidade de germinação das sementes) da cultivar BRS-C2501 após 30 meses de armazenamento em sala com temperatura de 21 ± 1 °C e umidade relativa do ar entre 60 a 70%. Na literatura os resultados indicam a possibilidade de armazenamento de sementes de palma de óleo por aproximadamente 24 meses sem perda significativa de viabilidade (Corrado & Wuidart, 1990; Karneta *et al.*, 2017). Para as sementes da cultivar BRS-C2501, nas condições em que foram mantidas durante o armazenamento, os resultados indicam que é possível o armazenamento por pelo menos 30 meses mantendo alta taxa de germinação e vigor das sementes,

tempo superior ao indicado na literatura para sementes da espécie.

4 Conclusão

A germinação e o vigor das sementes da cultivar BRS-C2501 são influenciados pelo teor de água e tempo de exposição no tratamento térmico.

Sementes da cultivar BRS-C2501 armazenadas por 30 meses à temperatura de 21 ± 1 °C e umidade relativa do ar entre 60% e 70%, apresentam alta viabilidade e o vigor.

Para superação de dormência de sementes de palma de óleo da cultivar BRS-C2501, armazenadas por 30 meses, a combinação do intervalo de grau de umidade de 20% a 21% com 30 dias de tratamento térmico à 39 ± 1 °C é a mais favorável para germinação e vigor das sementes.

Referências

- ADDAE-KAGYAH, K. A.; OSAFO, D. M.; OLYMPIO, N. S.; ATUBRA, O. K. Effect of seed storage, heat pretreatment and its duration on germination and growth of nursery stock of the idolatrica palm *Elaeis guineensis* var. idolatrica (Chevalier). **Tropical Agriculture**, v. 65, n. 1, p. 77- 83, 1988.
- ARIF, M.; ILLAHI, N.M.A. Application of high constant-temperature oven method and intact seed utilization on determining seed moisture content of oil palm (*Elaeis guineensis* L. Jacq.). **Jurnal Penelitian Kelapa Sawit**, v. 26, n. 3, p. 153-159, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v26i3.61>.
- BEUGRÉ, M. M.; KONAN, F. K. Y.; YAPO, S. E. S.; KONAN, E. K.; KOUADIO, J. Y. Effet du temps de chauffage des graines de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) sur quelques métabolites au cours du processus de la germination. **International Journal of Biological and Chemical Sciences**, v. 13, n. 7, p. 3202- 3213, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i7.19>.
- BHERING, L. L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, n. 2, p. 187- 190, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332017v17n2s29>.
- CORRADO, F.; WUIDART, W. Germination des graines de palmier à huile (*Elaeis guineensis*) em sacs de polyéthylène. Méthode par “charleur sèche”. **Oléagineux**, v. 45, n. 11, p. 511- 514, 1990.
- CUI, J.; LAMADE, E.; TCHERKEZ, G. Seed Germination in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.): A Review of Metabolic Pathways and Control Mechanisms. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 12, p. 4227, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21124227>.
- FAO. Food and Agriculture Organization. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028**, 2021. Disponível em: <http://www.agri-outlook.org/commodities/Oilseeds.pdf>. Acesso em: 25 de maio de 2021.
- FONDOM, N. Y.; ETTA, C. E.; MIH, A. M. Breaking seed dormancy: revisiting heat-treatment duration on germination and subsequent seedling growth of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) progenies. **Journal of Agricultural Science**, v. 2, n. 2, p. 101- 110, 2010. DOI: 10.5539 / jas.v2n2p101.
- MONTEIRO, K. F. G.; HOMMA, A. K. O. **Cenário atual do Mercado de sementes de Palma de Óleo no Brasil. Brasil: Current scenery of the market seeds in the chain of the palm of oil in Brazil**. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, 2017. Disponível em: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/17/mercado-sementes-brasil.html>. Acesso em: 25 novembro 2020.
- GREEN, M.; LIMA, W. A. A.; LOPES, R. Umidade e aquecimento térmico na superação de dormência de sementes de dendezeiro tipo dura. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 62, p. 1- 6, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2019.3086>.
- GREEN, M.; LIMA, W. A. A.; FIGUEIREDO, A. F.; ATROCH, A. L.; LOPES, R.; CUNHA, R. N. V.; TEIXEIRA, P. C. Heat-treatment and germination of oil palm seeds (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Journal of Seed Science**, v. 35, p. 296- 301, 2013.
- HAYATI, P.K.D.; ANGGASTA, G.N.; ANWAR, A. Physical and chemical properties of dura and pisifera genotypes of oil palm seed and its viability and vigor. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v.497, 012011, 2020. DOI: 10.1088/1755-1315/497/1/012011.
- KARNETA, R.; DELITA, K.; INDRATA, B. The viability of oil palm seeds during storage and heating. **International Journal of Engineering Research and Science & Technology**, v. 6, n. 2, p. 1- 11, 2017.
- KUMAR, P. N.; BABU, D. S. S.; RAVICHANDRAN, G.; SATYANARAYANA, M. A. G.; MANDAL, G.; RAMAJAYAM, D. Effect of low temperature storage on oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) seed viability. **International Journal of Tropical Agriculture**, v. 33, n. 1, p.1- 6, 2015.
- LIMA, W. A. A.; GREEN, M.; ZEVIANE, W. M.; LOPES, R.; RIOS, S. A. Teor de água e tempo de exposição ao tratamento térmico na germinação de sementes de caiaué. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 2, p. 192- 198, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2625>.

MOK, K. C. Heat requirement for breaking dormancy of the oil palm seeds after storage under different conditions. In: PUSHPARAJAH, E.; CHEW, P. S. (Eds.). **The Oil Palm in Agricultural Development in the Eighties**. Kuala Lumpur: The Incorporated Society of Planters, 1982. p. 197-206.

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.

NORSAZWAN, M. G.; PUTEH, A. B.; RAFII, M. Y. Oil palm (*Elaeis guineensis*) seed dormancy type and germination pattern. **Seed Science and Technology**, v. 44, n. 1, p. 15- 26, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2016.44.1.14>.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Fealq, 2009. 451 p.

RIVAL, A. Huile de palme. Défis renouvelés de la durabilité. **Techniques de l'Ingénieur**, F6075V2, 2020. 17p. Disponível em: <https://agritrop.cirad.fr/596686/1/42433210-f6075.pdf>. Acesso em 25 de maio de 2021.

USDA. United States Department of Agriculture. **Oil Crops Data: Yearbook 2021 - Table 42 – World vegetable oils supply and distribution**. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/data-products/oil-crops-yearbook/>. Acesso em 25 de maio de 2021.

WANG, Y., HTWE, Y. M., LI, J., SHI, P., ZHANG, D., ZHAO, Z., IHASE, L. O. Integrative omics analysis on phytohormones involved in oil palm seed germination. **BMC Plant Biology**, v. 19, n. 1, p. 363, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-019-1970-0>.

Contribuição dos Autores: Márcia Green: Administração do Projeto, Análise Formal, Visualização, Escrita – Primeira Redação. Wanderlei Antonio Alves de Lima: Visualização, Escrita – Revisão e Edição. Ricardo Lopes: Supervisão, Recursos, Visualização, Escrita – Revisão e Edição.

Agradecimentos: À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pela concessão da bolsa pelo Programa de Apoio à Fixação de Doutores no Amazonas FIXAM-AM. À Embrapa Amazônia Ocidental pela disponibilização de infraestrutura para realização dos trabalhos. À equipe do Laboratório de Dendê e Agroenergia pelo apoio nas atividades de pesquisa.

Fontes de financiamento: Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas, Programa FIXAM - Edital 022/2013 - Processo nº. 062.01326.2014, com concessão de bolsa e recursos financeiros para a realização da pesquisa. Embrapa Amazônia Ocidental com a disponibilização de infraestrutura e equipe de apoio para o desenvolvimento da pesquisa.

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

Editor de seção: Jakson Leite