

Brasília, DF / Setembro, 2024

Características biométricas e efeitos de diferentes temperaturas sobre a germinação de sementes de quatro indivíduos de *Cedrela fissilis* Vell. – Meliaceae

Carolina Carferro⁽¹⁾, Antonieta Nassif Salomão⁽²⁾, Marcos Aparecido Gimenes⁽²⁾⁽¹⁾ Bolsista, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF. ⁽²⁾ Pesquisadores, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF.

Resumo – Neste trabalho, buscou-se avaliar as características biométricas (comprimento, largura, espessura e massa fresca) e o comportamento germinativo às temperaturas 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 °C de sementes de quatro indivíduos de cedro (M13, M14, M17 e M26) procedentes de dois municípios da região do vale do rio Paranã, GO. Os descritores de germinação foram: tempo para o início da formação de plântulas, tempo médio de germinação, índice de sincronização e coeficiente de Gini. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) apenas entre os valores de comprimento com ala das sementes de M13 e M17. Pelo critério tecnológico, em que se considera a semente germinada aquela em que há o desenvolvimento de plântula, não houve germinação nas temperaturas de 5, 35 e 40 °C. Estas temperaturas apresentaram-se com cardeais extremas para as sementes de cedro. O comportamento germinativo caracterizou-se, de maneira geral, por baixo índice de sincronização e alto coeficiente de Gini, indicando concentração de germinação em poucos dias para as sementes dos quatro indivíduos de cedro e altos percentuais de formação de plântulas nas demais temperaturas. A 25 °C o processo germinativo foi mais uniforme e rápido, com tempo médio de germinação 11,63 dias, com baixa sincronia, concentrado-se em poucos dias, e os percentuais de formação de plântulas normais variaram de 94 a 98%. Sugere-se que o limite inferior de temperatura para germinação de sementes de cedro seja de 10 °C ou próximo a essa temperatura e que o limite superior seja de 30 °C. A temperatura ótima para germinação de sementes de cedro provenientes do vale do rio Paranã - GO é a de 25 °C. Esta temperatura é a recomendada, ecológica e economicamente, para a produção de mudas de indivíduos procedentes da região do vale do rio Paranã.

Termos para indexação: cedro, dimensões das sementes, descritores germinativos.

**Embrapa Recursos
Genéticos e Biotecnologia**
Parque Estação Biológica,
PqEB Av. W5 Norte (final)
www.embrapa.br/
recursos-geneticos-e-
biotecnologia
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Priscila Grynberg

Secretária-executiva

Ana Flávia do N. Dias

Membros

Andrielle Camara Amaral
Lopes, Bruno Machado Teles
Walter, Carolina Vianna
Morgante, Débora Pires Paula,
Edson Junqueira Leite, Marcos
Aparecido Gimenes, Solange
Carvalho Barrios Roveri Jose e
Sueli Correa Marques de Mello.

Revisão de texto

Antonieta Nassif Salomão

Normalização bibliográfica

Rosamires R. Galvão

(CRB-1/2122)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Adilson Werneck

Publicação digital: PDF

Todos os direitos
reservados à Embrapa.

Biometric characteristics and effects of different temperatures on seed germination of four individuals of *Cedrela fissilis* Vell. – Meliaceae

Abstract – This study aimed to evaluate the biometric characteristics (length, width, thickness and fresh mass) and germination behaviour at temperatures (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 °C) of seeds of four cedar individuals (M13, M14, M17 and M26) from two municipalities in the Paranã River valley region, GO. The germination descriptors were: time to the beginning of seedling formation, average germination time, synchronization index and Gini coefficient. There was a significant difference ($P < 0.05$) only between the values of length with wing of the seeds of M13 and M17. According to the technological criterion, in which the germinated seed is considered the one in which there is seedling development, there was no germination at temperatures of 5, 35 and 40 °C. These temperatures presented extreme cardinals for cedar seeds. Germination behaviour was generally characterized by a low synchronization index and a high Gini coefficient, indicating a concentration of germination in a few days for the seeds of the four cedar individuals and high percentages of seedling formation at the other temperatures. At 25 °C, the germination process was more uniform and rapid, with an average germination time of 11.63 days, with low synchronization, concentrated in a few days and the percentages of normal seedling formation ranged from 94% to 98%. It is suggested that the lower temperature limit for germination of cedar seeds be 10 °C or close to this temperature and that the upper limit be 30 °C. The optimum temperature for germination of cedar seeds from the Paranã River Valley - GO is 25 °C. This temperature is the recommended ecological and economic temperature for the production of seedlings from individuals from the Paranã River Valley region.

Index terms: cedarwood, seed dimensions, germination descriptors.

Introdução

Espécies com ampla distribuição, geralmente, têm respostas adaptativas às condições geográficas e ecológicas em que se desenvolvem. Como resultado, estas espécies podem apresentar

sementes com alterações biométricas e requisitos germinativos específicos (Soares, 2012; Lima et al., 2017). As variações das características biométricas (comprimento, largura, espessura e massa da semente e/ou de suas partes) são mais evidentes em espécies não domesticadas (Araújo et al., 2015) e decorrem da variabilidade genética intraespecífica e populacional, das diferenças edafoclimáticas dos habitats e da presença e eficiência de polinizadores (Rocha et al., 2016; Barros et al., 2017). Estas características são importantes para a identificação de famílias, espécies, ecótipos, diferenciação de grupos ecológicos, genótipos promissores e diferentes parâmetros fenotípicos, assim como para o entendimento dos mecanismos de dispersão, regeneração e estabelecimento das espécies (Santos et al., 2009; Oliveira et al., 2011; Baldo, 2012).

A interação entre fatores intrínsecos e extrínsecos à semente é necessária para a retomada de reações biológicas complexas, que resultarão na formação de um novo indivíduo. A temperatura é um dos fatores extrínsecos essenciais para que ocorra a germinação, pois permite a regulação da dormência, o equilíbrio entre promotores e inibidores do crescimento do embrião e favorece ajustes de vias metabólicas responsáveis pela produção de plântulas vigorosas (Oliveira et al., 2014; Motsa et al., 2015). No processo germinativo são identificadas as temperaturas mínimas ($T_{\min.}$), ótima ($T_{\text{ót.}}$) e máxima ($T_{\max.}$), que variam entre espécies, genótipos, ecótipos, época de dispersão de sementes ou diásporos, local de ocorrência da espécie, entre outros (Vassilevska-Ivanova; Tcekova, 2002; Tribouillois et al., 2016). A $T_{\text{mim.}}$ e a $T_{\text{max.}}$ são as temperaturas que delimitam o intervalo em que ocorre a germinação. Temperaturas que excedem a estes limites são consideradas temperaturas cardiais extremas e não se observa germinação (Mondo et al., 2010; Ribeiro et al., 2012). A $T_{\text{ót.}}$ é aquela em que há máxima germinabilidade em menor tempo (Labouriau, 1983).

A espécie *Cedrela fissilis*, cedro, é amplamente distribuída, ocorrendo desde a América Central até a América do Sul. No Brasil, é encontrada em formações vegetacionais como Floresta Amazônica, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Mata Atlântica, Floresta Ciliar, Floresta Mista de Araucária, entre outras (Barbosa et al., 2022; Carvalho, 2023). O cedro fornece serviços de provisão ambiental, como espécie madeireira de múltiplos usos, bem como serviços ambientais regulatórios, sendo indicada para recuperação e revegetação de áreas com solos contami-

nados por metais pesados (Biernaski et al., 2012). A espécie está classificada como vulnerável, segundo o critério A2cd + 3cd da Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção (International Union for Conservation of Nature, 2023). Para espécies com tais particularidades, o aprimoramento das condições de germinação e, por conseguinte, produção de mudas são essenciais para o desempenho de suas funções ecológicas e econômicas.

Assim sendo, neste trabalho buscou-se avaliar as características biométricas de sementes e o efeito de diferentes temperaturas sobre o comportamento germinativo de sementes de quatro indivíduos procedentes dos municípios Nova Roma e São Domingos, localizados na região do Vale do rio Paranã - GO.

Material e métodos

Cápsulas piriformes semiabertas de cedro foram coletadas de quatro indivíduos identificados como M13, M14, M17, M26, em fragmentos de Floresta Estacional Decidual na região do vale do rio Paranã – GO, nas seguintes localidades: (Tabela 1).

Tabela 1. Localidade, município, latitude e longitude dos indivíduos de *Cedrela fissilis* no vale do Rio Paranã.

Indivíduo	Localidade	Município	Latitude S	Longitude W
M13	Estrada de Nova Roma - Manguinha	Nova Roma	13°42'23"	46° 51'31"
M14	Estrada de Nova Roma - Manguinha	Nova Roma	13°41'35"	46° 50'18"
M17	Fazenda São Domingos	São Domingos	13°37'06"	46° 44'29"
M26	Fazenda Flor do Ermo	São Domingos	13°39'07"	46° 45'16"

As distâncias aproximadas entre os quatro indivíduos foram de: 2,5 km (entre M13 e M14); 15,5 km (entre M13 e M17); 172 km (entre M13 e M26); 13,2 km (entre M14 e M17); 170,1 km (entre M14 e M26) e 159,3 km (entre M17 e M26).

As cápsulas semiabertas foram mantidas em temperatura ambiente de laboratório ($25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$), durante 2 semanas, até a completa abertura das cinco valvas e a liberação natural das sementes. As

sementes de cada indivíduo foram homogeneizadas e o teor de umidade inicial das sementes de cada indivíduo foi determinado pelo método de estufa a $105 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}/24$ horas (Brasil, 2009). Os valores dos teores de umidade foram expressos em percentuais médios com base do peso fresco.

Para a caracterização biométrica das sementes, foram medidos comprimentos com e sem alas, espessura e largura de 100 sementes/indivíduo, utilizando-se paquímetro MAUb Stainles (precisão: 0,01 cm). A massa fresca foi determinada para 100 sementes/indivíduo em balança analítica (0,0001 g).

Precedendo ao teste de germinação, as sementes foram imersas em solução de detergente neutro à concentração de 2% (v/v) por 5 minutos, seguindo-se com sucessivos enxágues em água corrente. Os testes de germinação foram realizados com quatro repetições de 25 sementes/indivíduo, em substrato de rolo de papel e às temperaturas constantes de incubação de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Foi adotado o critério tecnológico para considerar a semente germinada, ou seja, a formação de plântula com as estruturas essenciais (sistema radicular e parte aérea) saudáveis, firmes e capazes de se desenvolver em planta normal (Brasil, 2009).

Os seguintes descritores de germinação foram calculados de acordo com Santana e Ranal (2004): tempo para o início da formação de plântula (T_i), tempo médio de germinação (T_m), índice de sincronização (U) e coeficiente de Gini (G).

Os dados foram testados para homogeneidade e normalidade (testes de Levene e Shapiro-Wilk), submetidos à análise de variância (ANOVA Two-Way) ou um modelo linear generalizado (GLM) da família beta (coeficiente de Gini), seguindo-se por testes de comparação múltipla de Tukey ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

Indivíduos de uma espécie que possui ampla distribuição ecogeográfica podem apresentar adaptações locais como consequência de diferentes e específicas pressões de seleção sofridas em cada habitat que ocupa (Brancaion, 2009). Em plantas, estas interações entre estímulo ou estresse ambiental e caracteres genéticos podem resultar em dimensões biométricas e atributos fenológicos, fisiológicos e morfológicos distintos e em requisitos específicos para germi-

nação, crescimento e desenvolvimento (Salamoni et al., 2012; Soares, 2012).

É provável, que os indivíduos M13, M14, M17 e M26 tenham experimentado as mesmas condições ecológicas e os mesmos impactos ambientais nos fragmentos de Floresta Estacional Decidual, dos dois municípios da região do vale do rio Paranã, em que se desenvolveram. Isto refletiu na semelhança entre os teores de água, os valores biométricos e o comportamento germinativo das sementes dos quatro indivíduos (Tabela 2; Figuras 1 e 2).

O teor de água, no momento da dispersão, é um dos indicadores do estágio de maturação fisiológica da semente (Santos et al., 2022). Quando uma semente ortodoxa atinge o ponto de maturação fisiológica, geralmente ela está com o teor de água em torno de 20% (base peso fresco). No entanto, de acordo com a espécie, o teor de água pode apresentar variações, conforme observado em sementes de *Amburana cearenses* (Fr. Allem.) A. C. Smith e de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J. F. Macbr., as quais foram dispersas com 9,5 e 14,2% de umidade, respectivamente, nos estudos de Lopes et al. (2014) e Chitarra et al. (2008). As sementes dos quatro indivíduos de cedro apresentaram teores de água próximos, 7,1% (M13 e M26), 8,2% (M14) e 7,5% (M17). A coloração das cápsulas (marrom escuro com lenticelas claras) iniciando sua abertura sugeriu que as sementes dos quatro indivíduos estavam no mesmo estágio de maturação. Além disto, as condições ambientais (25 ± 2 °C) nas quais as cápsulas foram expostas até que as valvas se abrissem e as sementes se desprendessem, possivelmente, propiciaram o atingimento uniforme do ponto de maturação máxima.

As distâncias entre os quatro indivíduos de cedro parecem não ter sido favoráveis às variações biométricas significativas de suas sementes. Os maiores valores médios para comprimento de ala (3,52 cm), largura (0,52 cm) e massa (0,046 g) foram encontrados em sementes de M17 (Tabela 2). Em contrapartida, os menores valores médios dos dados biométricos, exceto para espessura (0,11 cm), foram obtidos para sementes de M13 (Tabela 2). Houve diferença significativa ($P < 0,05$) apenas entre os valores de comprimento com alas de M13 (2,12 cm) e M17 (3,52 cm) (Tabela 2). A distância aproximada entre estes dois indivíduos foi de 15,5 km.

Os locais de coleta das sementes dos quatro indivíduos sofreram intensas alterações ambientais,

devido à substituição da vocação original da vegetação por pastagens e por exploração predatória de madeira. Estes eventos podem ter contribuído para a distribuição espacial esparsa dos indivíduos e, provavelmente, podem ter favorecido a autofecundação, reduzindo as chances de variação genética, conforme observado em outros estudos com cedro (Kageyama et al., 2003; Hermuche, 2010).

Em algumas espécies autóctones, as variações biométricas das sementes ocorrem devido à interação entre fatores ou devido a fatores específicos. Por exemplo, sementes de buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.) de diferentes localidades apresentaram variações biométricas devido aos fatores exógenos (umidade do solo, fotoperíodo e luz) e endógenos (hormonais e genéticos) (Matos et al., 2014). As diferenças estatísticas entre comprimento, largura, espessura, massa fresca e a qualidade fisiológica de sementes de *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos = *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. foram atribuídas aos efeitos genéticos (Santos et al., 2009). No caso do baru (*Dipteryx alata* Vogel), o estudo de Zuffo et al. (2024) apontou que as diferenças obtidas entre comprimento longitudinal, largura, espessura, massa fresca e índice de volume de sementes decorreram de variações climáticas evidenciadas entre os dois anos de avaliação do material. Em um outro estudo, diferenças estatísticas foram observadas ao avaliar o comprimento e a largura das alas de sementes cedro procedentes de dois municípios do estado do Paraná. Inferiu-se que estas diferenças resultaram dos efeitos genéticos e / ou microambientais sobre as sementes (Pereira et al., 2017).

Tabela 2. Valores médios de comprimento com e sem alas, largura, espessura e massa de 100 sementes de cada um dos quatro indivíduos de *Cedrela fissilis* Vell.

Características biométricas das sementes	Indivíduos			
	M13	M14	M17	M26
Comprimento com ala (cm)	2,12*	2,54	3,52*	2,56
Comprimento sem ala (cm)	0,84	1,14	1,13	0,94
Largura (cm)	0,46	0,48	0,52	0,46
Espessura (cm)	0,11	0,11	0,11	0,10
Massa (g)	0,0222	0,0308	0,0459	0,0267

* Diferença significativa ($P < 0,05$) entre os valores médios de M13 e M17 para comprimento de semente alada.

Os efeitos das temperaturas sobre o desempenho germinativo das sementes de cedro estão representados nas Figuras 1 e 2. Os padrões

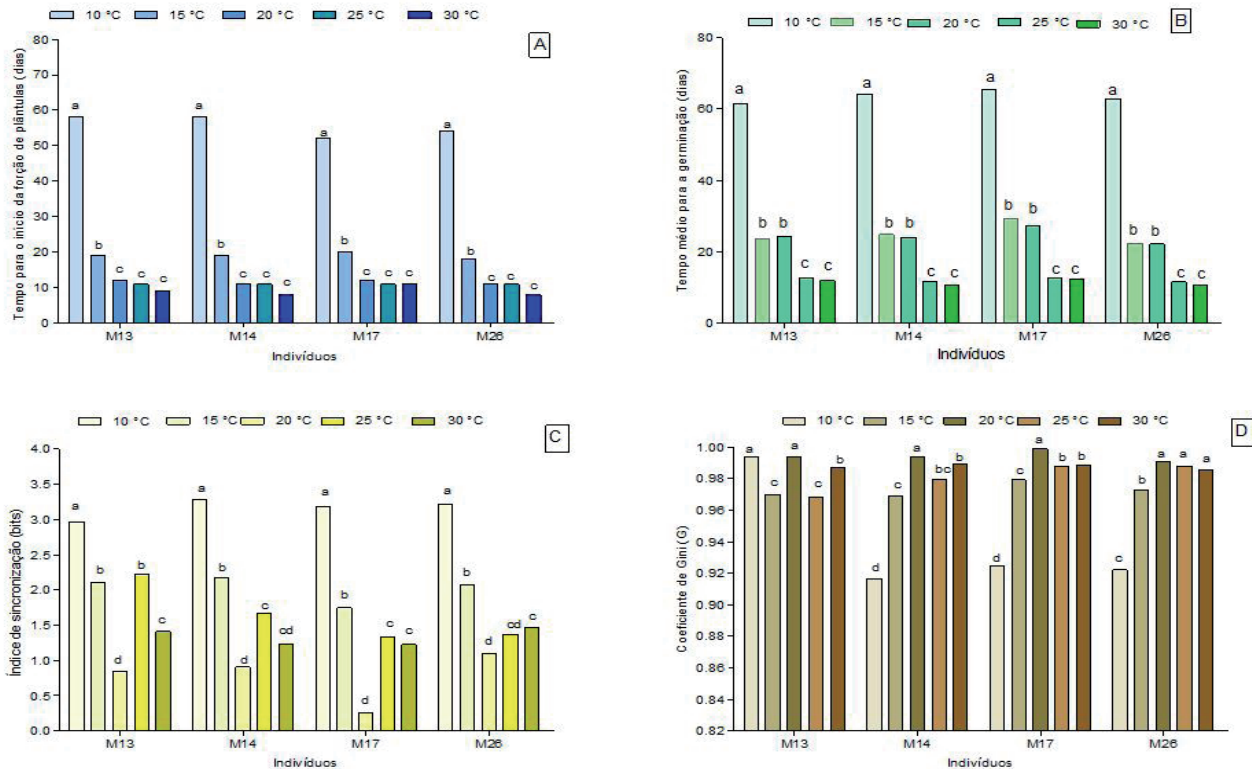


Figura 1. Efeitos de diferentes temperaturas em (A) tempo para o início da formação de plântulas; (B) tempo médio de germinação (T_m); (C) índice de sincronização (U) e (D) coeficiente de Gini (G) de sementes de quatro indivíduos de *Cedrela fissilis* Vell.

Devido à não formação de plântulas nestas três temperaturas, apenas os dados obtidos nas temperaturas de 10, 15, 20, 25, 30 °C foram analisados (Figuras 1 e 2). Os percentuais germinativos nestas cinco temperaturas não diferiram entre si, nem entre os quatro indivíduos. Não houve efeito da interação entre temperatura e indivíduo na germinação destas sementes (Figuras 1 e 2).

À temperatura de 5 °C não ocorreu a emissão de radícula. No entanto, as sementes não se deterioraram, permaneceram firmes e com ligeiro aumento de volume, após 84 dias da semeadura, ao término do teste de germinação. Para estas sementes, é provável que o primeiro estágio de germinação (absorção de água) tenha iniciado, pois houve um ligeiro aumento em seu volume. Possivelmente, a combinação entre a restrição de difusão de água para os embriões, devido ao tecido membranoso da testa das sementes (Polli et al., 2020) e a inadequação da temperatura, impediu a continuidade das etapas subsequentes do processo germinativo.

As porcentagens de emissão de radícula a 35 °C foram de 15% (M13); 7% (M14 e M17) e 45% (M26). A extrusão radicular foi observada em M13 (4%) e M26 (24%) a 40 °C. As radículas extrudidas não tiveram curvatura geotrópica positiva e mediram menos de 1 cm. Não houve formação de

plântulas nestas temperaturas e, ao final do teste de germinação, as sementes estavam deterioradas. Conforme observado em sementes de outras espécies, as temperaturas acima de 35 °C são consideradas letais, pois levam à degradação de metabólitos, principalmente, aqueles responsáveis pelo fornecimento de energia para o processo de germinação, expondo as sementes às condições de baixo fornecimento de energia e falhas dos mecanismos de germinação, resultando em redução acentuada na velocidade de absorção de água e deterioração das sementes (Salomão et al., 2015; Barros et al., 2017).

Em condições adversas de temperatura, o processo germinativo é interrompido durante a fase de absorção de água ou durante a extrusão da radícula, comprometendo, assim, a formação de plântulas. Estes efeitos adversos das temperaturas foram observados nas sementes dos quatro indivíduos de cedro incubadas a 5°, 35° e 40° C. Estas temperaturas podem ser indicadas como temperaturas cardiais extremas para as sementes dos quatro indivíduos de cedro procedentes da região do vale do rio Paranã.

Sementes mais robustas em tamanho e massa, geralmente, apresentam melhor qualidade fisiológica e, portanto, germinam de forma mais

uniforme, sincronizada e com maior expressividade numérica (Santos et al., 2009), quando expostas a condições favoráveis (temperatura, suprimento de água e oxigênio e outros). As dimensões mensuradas das sementes dos quatro indivíduos de cedro foram semelhantes (exceto para comprimento das sementes com alas de M13 e M17) e não influenciaram o comportamento germinativo das sementes de M13, M14, M17 e M26 (Tabela 2; Figuras 1, 2). Estes resultados contrastaram com os obtidos para sementes de cedro de seis municípios do estado de São Paulo, nas quais foram avaliados comprimento, largura, espessura, massa e germinabilidade a 25 °C. Houve diferenças significativas em tamanho e massa, bem como na capacidade germinativa e no vigor entre sementes de diferentes origens (Baldo, 2012). Ao comparar sementes de cedro do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, Cherobini et al. (2008) observaram que elas responderam diferentemente ao teste de germinação, sendo possível identificar qual origem apresentou sementes de melhor qualidade.

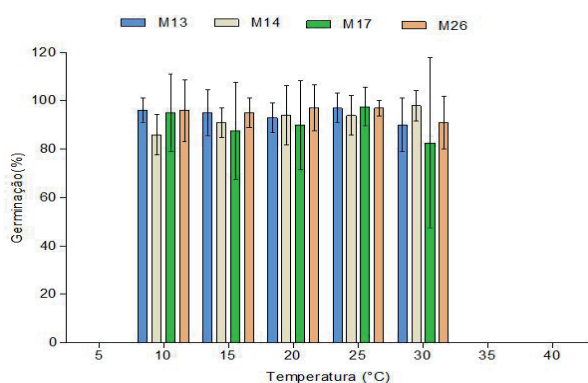


Figura 2. Porcentuais germinativos de sementes de quatro indivíduos de *Cedrela fissilis* Vell. (M13, M14, M17, M26) em diferentes temperaturas de incubação

A temperatura interfere nos processos bioquímicos, metabólicos e fisiológicos, na sincronia e duração do processo germinativo, na expressão máxima do potencial germinativo e na produção de plântulas normais (Oliveira, et al., 2013; Sghaier et al., 2022). A germinação ocorre em uma faixa de temperatura delimitada pelas temperaturas máxima (Tmax.) e mínima (Tmin.). Acima ou abaixo dessas temperaturas, há desequilíbrio e/ou restrição das reações metabólicas e fisiológicas, impedindo a germinação e comprometendo o crescimento do eixo hipocótilo radicular (Oliveira et al., 2014; Sghaier et al., 2022).

A 10 °C, o desenvolvimento das plântulas iniciou-se aos 58 dias após a sementeira (DAS) em M13 e M14, 53 DAS em M17 e 54 DAS em M26 (Figura 1A). A 15 °C, o início da formação de plântulas foi a 19 DAS em M13 e M14, 20 DAS em M17 e 18 DAS em M26 (Figura 1A). O processo de germinação foi mais lento e com maiores valores de índice de sincronização (U) em 10 e 15 °C (Figuras 1A, B, C, D). Nestas temperaturas, o Tm de germinação foi de 60 e 22,37 dias para 10 e 15 °C, respectivamente (Figura 1 A e B). Os valores de G (coeficiente de Gini) foram mais próximos de 1, indicando um alto grau de concentração do processo de germinação para sementes de todos os indivíduos, nas duas temperaturas (Figura 1D). As porcentagens finais de germinação foram 95% (M13); 86% (M14); 95% (M17) e 96% (M26) a 10 °C, e 95, 91, 91 e 95% para M13, M14, M17 e M26, respectivamente, a 15 °C [Figura 2]. De acordo com tais resultados, a temperatura de 10 °C é ou está muito próxima da Tmin. para sementes de cedro. Isso porque, embora seja difícil especificar a Tmin. para a maioria das espécies, ela é caracterizada pela lentidão em que ocorre o processo de germinação (Shaban, 2013).

Não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tempos necessários para o início da formação das plântulas a 20, 25 e 30 °C (Figura 1). Comparando-se os Tm obtidos, houve diferença significativa entre os valores a 20 °C dos valores a 25 e a 30 °C. De forma geral, o U e o G indicaram que a germinação (formação de plântulas) ocorreu em menor número de dias e de forma bastante concentrada ao longo do tempo. O desempenho germinativo não diferiu significativamente nem entre os quatro indivíduos nem entre as temperaturas 20, 25 e 30 °C (Figura 2).

Os períodos necessários para o início da formação de plântulas a 20 °C foram de 12 DAS para M13 e M17 e 11 DAS para M14 e M26 (Figura 1 A). As porcentagens finais de germinação foram de 93% (M13), 94% (M14), 90% (M17) e 97% (M26) Figura 2. O maior Tm foi encontrado para sementes de M17 (27,29 dias) e o menor para aquelas de M26 (22,2 dias) (Figura 1B). As sementes M17 apresentaram o menor U (0,2623 bits) e o maior G na germinação das sementes (0,9967) [Figuras 1 C e 1D]. A formação das plântulas a 25 °C iniciou-se aos 11 DAS para as sementes dos quatro indivíduos (Figura 1A). O menor valor de Tm foi de 11,63 dias para as sementes M26 (Figura 1B). O menor U (1,3351 bits) e o maior G do processo de germinação (0,9239) foram obtidos para as sementes M17 [Figura 1C, 1D]. A

formação das plântulas iniciou-se aos 8 DAS a 30 °C para M14 e M26, aos 9 DAS para M13 e aos 11 DAS para M17 (Figura 1A). As porcentagens finais de germinação foram 90 % (M13), 98 % (M14), 85% (M17) e 91% (M26) (Figura 2). O maior valor de Tm (12,52 dias) foi apresentado pelas sementes M17 (Figura 1B). A germinação das sementes de M17 apresentou o menor U (1,2292 bits) e M14 o maior G (0,9894) (Figura 1C e 1D).

Os valores de U e G variaram significativamente apenas para M13 a 25 °C e a 30 °C (Figura 1 C e D). Temperaturas de germinação nas quais se obtém baixo U e alto G indicam concentração de germinação em poucos dias, como observado para as sementes dos quatro indivíduos de cedro. Esse padrão de germinação, alto percentual germinativo e formação de plântulas com baixa sincronia e concentradas em poucos dias, parece ser uma das características conservativas das sementes de cedro utilizadas neste trabalho. Esta tendência de apresentar altos valores de germinação com tempos médios reduzidos foi igualmente observada em sementes de cedro procedentes de Diamante do Norte - PR, os percentuais germinativos a 25 °C variaram entre 80 e 96%, com tempo médio de germinação entre 6,39 e 8,14 dias (Polli et al., 2020).

De maneira geral, considerando-se plantas de clima temperado ou tropical, a Tot. está entre 15 e 30 °C e Tmax. entre 30 e 40 °C para sementes (Shaban, 2013). A maioria das plantas nativas brasileiras pode germinar em uma temperatura que varia de 20 °C a 35 °C. Segundo Brancalion et al. (2010), há uma relação entre o bioma de ocorrência da espécie e o Tot. de germinação, com espécies do Cerrado e da Mata Atlântica tendo um Tot. a 25 °C e as espécies da Amazônia tendo um Tot. a 30 °C. Temperaturas de 25 e 30 °C são consideradas ótimas para a germinação de sementes da maioria das espécies arbóreas nativas (Brancalion, 2010). Ao testar temperaturas variando de 10 a 40 °C para sementes de espécies que ocorrem em distintos biomas, a mais favorável para o desempenho germinativo das sementes foi a de 30 °C (*Genipa americana*, *Vellozia alata*, *V. compacta*, *V. glochidea* e *V. plicata*); 25 °C (*Hancornia speciosa* e *Tabebuia aurea*) e entre 25 e 30 °C (*Barbacenia flava*, *B. markgrafii*, *B. purpurea*, *B. williamsii*, *Oenocarpus bataua*) (Salomão et al., 2015; Bastos et al., 2017; Bicalho et al., 2018).

Para as sementes dos quatro indivíduos de cedro, na temperatura de 25 °C, o processo de germinação foi mais uniforme e rápido do que em outras temperaturas. Tais resultados são semelhantes

aos de Oliveira e Barbosa (2014), que identificaram a temperatura de 25 °C como sendo a que proporcionou o melhor crescimento médio de mudas provenientes de sementes de cedro coletadas no estado do Mato Grosso do Sul. Por outro lado, Cherobini et al. (2008) encontraram variação na taxa de germinação a 25 °C entre sementes de cedro dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, tendo as sementes coletadas no Rio Grande do Sul e Santa Catarina percentuais germinativos maiores, 89% e 79%, respectivamente, do que as do Paraná com percentual de germinação de 36% e percentual de sementes mortas de 38%.

Estudos sobre a avaliação da qualidade de sementes de cedro, provenientes de diferentes localidades do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, foram conduzidos pelo teste de germinação à temperatura de 25 °C (Cherobini et al., 2008; Baldo, 2012; Oliveira; Barbosa, 2014). Os resultados obtidos nestes estudos corroboram os resultados do presente estudo com as sementes de M13, M14, M17 e M26, germinadas à temperatura de 25 °C. Assim sendo, sugere-se para as sementes de cedro a temperatura de 25 °C como sendo a Tot.

Conclusão

As sementes dos quatro indivíduos de cedro procedentes da região do vale do Rio Paranã não apresentaram características biométricas variáveis. Sugere-se que o limite inferior de temperatura para germinação de sementes de cedro seja de 10 °C ou próximo a esta temperatura e que o limite superior seja de 30 °C. A temperatura ótima para germinação de sementes de cedro provenientes do vale do rio Paranã, GO é a de 25 °C. Esta temperatura é ecológica e economicamente mais recomendável para a produção de mudas da espécie visando à revegetação e aos serviços ambientais, nessa região, uma vez que permite uma uniformidade do processo germinativo, concentrado em poucos dias e com altos percentuais de germinação.

Agradecimentos

Aos colegas Aldicir O. Scariot, Anderson C. Sevilha e Daniel M. Vieira pelo fornecimento de sementes e a Luis Alberto M. P. de Melo pela análise estatística.

Referências

- ARAÚJO, B. de A.; SILVA, M. C. B. da; MOREIRA, F. J. C.; SILVA, K. da F.; TAVARES, M. K. das N. Caracterização biométrica de frutos e sementes, química e rendimento de polpa de juazeiro (*Ziziphus juazeiro* Mart.). **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, p. 15-21, 2015.
- BALDO, T. **Desempenho e caracterização de sementes de diferentes procedências de *Cedrela fissilis* Vellozo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- BARBOSA, L. de O.; DRESCH, D. M.; SCALON, L.; SCALON, S. de P. Q. Ecophysiological strategies of *Cedrela fissilis* Vell. seedlings under conditions of flooding and light availability. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 41, p. 783-798. 2022.
- BARROS, R. T. de; MARTINS, C. C.; SILVA, G. Z. da; MARTINS, D. Origin and temperature on the germination of beggartick seeds. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 7, p. 448-453, 2017.
- BASTOS, L. L. S.; FERRAZ, I. D. K.; LIMA JUNIOR, M. J. V.; PRITCHARD, H. W. Variation in limits to germination temperature and rates across the seed-seedling transition in the palm *Oenocarpus bataua* from the Brazilian Amazon. **Seed Science and Technology**, v. 45, p. 1-13, 2017.
- BICALHO, E. M.; SOARES-da-MOTA, L. A.; GARCIA, Q. S. Temperature and light requirements for germination of species of Velloziaceae from different Brazilian rocky outcrops. **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, p. 240-246, 2018.
- BIERNASKI, F. A.; HIGA, A. H.; SILVA, L. D. Variabilidade genética para caracteres juvenis de progênes de *Cedrela fissilis* Vell.: subsídio para definição de zonas de coleta e uso de sementes. **Revista Árvore**, v. 36, p. 49-58, 2012.
- BRANCALION, P. H. S. **Contribuição de adaptações locais e da plasticidade em sementes e plântulas para a ocorrência de *Euterpe edulis* e *Syagrus romanzoffiana* em três formações florestais do Estado de São Paulo**. 2009. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/T.11.2009.tde-25022010-091235>>. Acesso em: 26 nov. 2023.
- BRANCALION, P. H. S.; NOVEMBRE, A. D. da L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p. 15-21, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009.
- CARVALHO, P. E. R. Cedro: *Cedrela fissilis*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, p. 383-393. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 1). Disponível em: <<https://ainfo.cnpq.br/embrapa.br/digital/bitstream/item/231687/1/Espécies-Arbóreas-Brasileiras-vol-1-Cedro.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2023.
- CHEROBINI, E. A. I.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Avaliação da qualidade de sementes e mudas de cedro. **Ciência Florestal**, v. 18, p. 65-73, 2008.
- CHITARRA, J. F.; MORI, E. S.; NAKAGAWA, J.; OHTO, C. T.; PINTO, C. da S.; FERNANDES, K. H. P. Época de colheita de sementes de pau-jacaré *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal** v. 7, p. 1-12, 2008.
- HERMUCHE, P. M. **Modelagem da paisagem da Floresta Estacional Decidual no Vão do Paranã, Goiás**. 2010. Tese. (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás.
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE - IUCN. ***Cedrela fissilis***. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/33928/68080477>>. Acesso em: 28 nov. 2023.
- KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M.; RIBAS, L. A.; GANDARA, F. B.; CASTELLEN, M.; PERECIM, M. B.; VENCOSKY, R. Diversidade genética em espécies arbóreas tropicais de diferentes estágios sucessionais por marcadores genéticos. **Scientia Forestalis**, v. 64, p. 93-107, 2003.
- LABOURIAU, L. F. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983.
- LIMA, N. R. W. L.; SODRÉ, G. A.; LIMA, H. R. R.; PAIVA, S. R.; LOBÃO, A. Q.; COUTINHO, A. J. Plasticidade fenotípica. **Revista de Ciência Elementar**, v. 5, p. 1-7, 2017.
- LOPES, I. S.; NÓBREGA, A. M. F. de; VALDEREZ, P. M. Maturação e colheita da semente de *Amburana cearensis* (Allem.) A. C. Smith. **Ciência Florestal**, v. 24, p. 565-572, 2014.
- MATOS, F. S.; NUNES, Y. R. F.; SILVA, M. A. P.; OLIVEIRA, I. S. Variação biométrica de diásporos de buriti (*Mauritia flexuosa* L.f. – Arecaceae) em veredas em diferentes estágios de conservação. **Ciência Florestal**, v. 24, p. 833-842, 2014.
- MONDO, V. H. V.; CARVALHO, S. J. P. de; DIAS, A. C. R.; MARCOS FILHO, J. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p. 131-137, 2010.
- MOTSA, M. M.; SLABBERT, M. M.; AVERBEKE, W. van; MOREY, L. Effect of light and temperature on seed germination of selected African leafy vegetables. **South African Journal of Botany**, v. 99, p. 29-35, 2015.
- OLIVEIRA, A. K. M. de; RIBEIRO, J. W. F.; PEREIRA, K. C. L.; SILVA, C. A. A. Effects of temperature on the germination of *Diptychandra aurantiaca* (Fabaceae) seeds. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, p. 203-208, 2013.
- OLIVEIRA, A. K. M. de; RIBEIRO, J. W. F.; PEREIRA, K. C. L.; SILVA, C. A. A. Germinação de sementes de

Aspidosperma tomentosum Mart. (Apocynaceae) em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, p. 392-397, 2011.

OLIVEIRA, A. K. M.; BARBOSA, L. A. Efeitos da temperatura na germinação de sementes e na formação de plântulas de *Cedrela fissilis*. **Floresta**, v. 44, n. 441-450, 2014. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/33260>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

OLIVEIRA, A. K. M.; MOTA, C. M.; AGNES, D. C. Efeito de diferentes temperaturas na germinação de sementes e no crescimento inicial de plântulas de *Miconia albicans* (Melastomataceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, p. 755-759, 2014.

PEREIRA, M. de O.; NAVROSKI, M. C.; HOFFMANN, P. M.; GRABIAS, J.; BLUM, C. T.; NOGUEIRA, A. C.; ROSA, D. P. Qualidade de sementes e mudas de *Cedrela fissilis* Vell. em função da biometria de frutos e sementes em diferentes procedências. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, p. 376-385, 2017.

POLLI, A.; ROMAGNOLO, M. B.; SOUZA, L. A. de; PASTORINI, L. H. Influence of the functional traits of seeds on germination dynamics and morphofunctional pattern of the seedlings. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 42, e52154, 2020.

RIBEIRO, E. S.; OLIVEIRA, D. P. de; SOUZA, R. S.; PASA, M. C.; SOUZA, R. A. T. M. de. Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong - (Mimosoidae) e *Guazuma ulmifolia* - (Sterculiaceae). **Biodiversidade**, v. 11, p. 23-30, 2012.

ROCHA, V. D. da; LIMA, J. dos S.; BISPO, R. B.; COCHEV, J. S.; ROSSI, A. A. B. Caracterização biométrica de frutos e sementes de castanha do Brasil na Amazônia mato-grossense. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, p. 186-195, 2016.

SALAMONI, A. T.; CANTARELLI, E. B.; MÜLLER, G.; WEILER, E. Germinação e desenvolvimento inicial de *Cedrela fissilis* Vell em diferentes substratos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, p. 978-985, 2012.

SALOMAO, A. N.; SANTOS, I. R. I.; GIMENES, M. A.; WALTER, B. M. T. **Efeito de variações térmicas sobre a germinação de quatro espécies arbóreas com ampla distribuição geográfica no Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2015. 5 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Comunicado Técnico, 196).

SANTANA, D. G. de; RANAL, M. A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília, DF: UnB, 2004.

SANTOS, F. S. dos; PAULA, R. C. de; SABONARO, D. Z.; VALADARES, J. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chryso-tricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, v. 37, p. 163-173, 2009.

SANTOS, G. N. L. dos; FARIAS, S. G. G. de; SILVA, D. Y. B. de O.; SILVA, R. B. e; RIBEIRO, A.; MATOS, D. C. P. de. Maturação fisiológica e dormência em sementes de *Parkia platycephala* Benth. (Fabaceae). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, e9780, 2022.

SGHAIER, A. H.; TARNAWA, A.; KHAEIM, H.; KOVÁCS, G. P.; GYURICZA, C.; KENDE, Z. The effects of temperature and water on the seed germination and seedling development of rapeseed (*Brassica napus* L.). **Plants**, v. 11, n. 21, 2819, 2022.

SHABAN, M. Effect of water and temperature on seed germination and emergence as a seed hydrothermal time model. **International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research**, v. 1, p. 1686-1691, 2013.

SOARES, M. G. **Plasticidade fenotípica de plantas jovens de *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. Ex DC) Mattos (Bignoniaceae) em resposta a radiação solar**. 2012. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal do Espírito Santo.

TRIBOUILLOIS, H.; DÜRR, C.; DEMILLY, D.; WAGNER, M.-H.; JUSTES, E. Determination of germination response to temperature and water potential for a wide range of cover crop species and related functional groups. **Plos One**, v. 17, p. 1-16. 2016.

VASSILEVSKA-IVANOVA, R.; TCEKOVA, Z. Effect of temperature on seed germination and seedling growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Comptes Rendues de L'Académie Bulgare des Sciences**, v. 55, p. 167-172, 2002.

ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; ZUFFO JÚNIOR, J. M. Caracterização biométrica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.) na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, p. 463-471, 2024.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA