Comportamento germinativo de sementes de *Jacaranda caroba* Vell. D.C (Bignoniaceae) de populações da Serra do Cipó, Minas Gerais, sob diferentes condições de luz e temperatura

*Yumi Oki[1] , Vinicius da Silveira Vieira[1], Vanessa da Cruz Carvalho[1], Flávia Peres Nunes[1], Geraldo Wilson Fernandes[2]**

Resumo

Este estudo avaliou a germinação de sementes de populações de *Jacaranda caroba* Vell. D.C da Serra do Cipó, MG, sob diferentes condições de luz e temperatura. As sementes foram acondicionadas em placas de Petri estéreis, incubadas em câmaras de germinação nas temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30 e 35°C e alternadas de 15-25°C e 20-30°C, sob fotoperíodo de 12 horas (claro/escuro) e escuro contínuo. A taxa de germinação foi maior de 20 a 30°C (69 e 86%, respectivamente) sob regimes de presença e total ausência de luz, revelando ser uma espécie fotoblástica neutra. Sob 30°C obteve-se maior germinabilidade, índice de velocidade (2,7) e início mais rápido da germinação (cinco dias). Os resultados encontrados fornecem subsídios para otimizar seu uso em programas de restauração.

Palavra-chave: Germinação, Estabelecimento Vegetal, Restauração Ecológica, Cadeia do Espinhaço, Conservação ambiental.

Abstract

This study evaluated the seed germination of *Jacaranda caroba* Vell. D.C populations in Serra do Cipo, MG, under different light and temperature conditions. Seeds of *J. caroba* were placed in sterile Petri dishes and incubated in a germination chamber under the constant temperatures of 15, 20, 25, 30 and 35 °C, and alternate temperatures between 15-25 and 20-30 °C with 12 hour photoperiod (light/dark) and continuous dark. The germination rate was higher between 20 to 30 °C (69 and 86%, respectively) under the regimes of presence and total absence of light; indicating that the species is neutral photoblastic. Optimal germination, germination velocity index (2.7), and faster germination (five days) took place at 30 °C. The results can be of interest in studies on species conservation, and provide subsidies to optimize its use in restoration programs.

Keywords: Germination, Plant establishment, Ecological Restoration, Espinhaço Chain, Environmental conservation

[1] Departamento de Genética, Ecologia e Evolução, ICB/Universidade Federal de Minas Gerais
[2] Biólogo, Professor titular Ecologia, Departamento de Genética, Ecologia e Evolução, ICB/Universidade Federal de Minas Gerais. gw.fernandes@gmail.com.
*Autor para correspondência.

Endereço: Laboratório de Ecologia Evolutiva e Biodiversidade – LEEB, Departamento de Genética, Ecologia e Evolução, Instituto de Ciências Biológicas- ICB, Telefone: 55-031-34092580, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Av. Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte, MG Caixa Postal 486, CEP 30161970.

Introdução

O Cerrado é um dos biomas mais ricos e ameaçados do mundo, e apesar de representar 5% da diversidade mundial, tem sido devastado por atividades agropecuárias e urbanização (FERNANDES *et al*., 2016a, VIVELA *et al*., 2019). Mais de 50% do Cerrado pode ser considerado impactado, necessitando de grandes esforços para sua restauração ecológica. Todavia, a necessidade de espécies nativas para plantios é enorme e pouco é o conhecimento sobre espécies potenciais para sua restauração ecológica (FERNANDES *et al*., 2016b).

A germinação da semente constitui a primeira etapa para que uma espécie vegetal possa se estabelecer e se desenvolver, envolvendo mudanças bioquímicas e fisiológicas que culminam com a protrusão da radícula (BEWLEY & BLACK, 1994). O conhecimento desta etapa é fundamental em programas de restauração ecológica. A velocidade de germinação das sementes pode ser acelerada ou retardada pelas condições da temperatura que a espécie vegetal se encontra no ambiente (BENECH-ARNOLD & SÁNCHEZ, 1995). Para algumas espécies de *Vellozia* (*V. epidendroides* Mart. ex Schult. & Schult*, V. variabilis* Mart. ex Schult. & Schult *e V. gigantea* Menezes e Mello-Silva) oriundas da Serra do Cipó (MG, Brasil), a maior germinabilidade das sementes ocorre em temperaturas entre 30 e 40 °C (GARCIA & DINIZ, 2003; GARCIA *et al*., 2007). Outras espécies, como *Marcetia taxifolia* (A. St.-Hil.) DC, não toleram estas altas temperaturas (SILVEIRA *et al*., 2004) ou têm a germinabilidade reduzida. *Lavoisiera cordata* Cogn. é outra espécie que apresenta germinação reduzida em altas temperaturas (RANIERI *et al*., 2003). Espécies subtropicais e tropicais, como *Jacaranda decurrens* Cham. (SANGALLI *et al.,* 2012), apresentam melhor desempenho germinativo na faixa de temperatura entre 20 a 30 °C (BORGES & RENA, 1993). Entretanto, este conhecimento é restrito sobretudo para espécies de campos rupestres, embora alguns avanços tenham sido obtidos nos últimos anos (NUNES *et al.*, 2016). As condições de temperatura e luminosidade ótimas para a germinação de uma espécie revelam parâmetros de sua história evolutiva e condições do ambiente de sua origem (DONOHUE *et al*., 2005). Assim, é possível inferir o sucesso adaptativo da espécie sob determinadas condições ambientais; o que facilita na seleção de espécies vegetais e definição de estratégias de restauração específicas para diferentes locais.

Jacaranda caroba (Vell) A. DC. é uma espécie medicinal de ampla distribuição no Cerrado (BRANDÃO *et al.*, 2009) e campo rupestre (JUNIOR *et al.,* 2010). Registros de coleções científicas disponível virtualmente (SPECIESLINK, 2020) e publicações (GENTRY, 1992; SANTOS & MILLER, 1997; GOMES *et al*., 2017) indicam que essa espécie apresenta um hábito variando de arbusto a árvore. Esta espécie é muito usada pelas populações tradicionais como anti-sifilítico, anti-reumático, antifúngico, cicatrizante e no tratamento de úlceras (HIRUMA-LIMA & DI STASI, 2002; FENNER *et al*., 2006; AGRA *et al.*, 2008). Além disso, *J. caroba* foi proposta como uma espécie ideal para uso na restauração de áreas degradadas de campo rupestre (LE STRADIC *et al.,* 2014). *Jacaranda caroba*, após transplantio em áreas de campo rupestre, apresentou uma alta sobrevivência (> 50%), bom desenvolvimento e favorecimento

de formação de uma cobertura herbácea no solo (LE STRADIC *et al.*, 2014).

A espécie *J. caroba* pertence a família Bignoniaceae, que apresenta cerca de 120 gêneros e 800 espécies arbóreas, arbustivas e trepadeiras ocorrendo principalmente na região neotropical. O Brasil é considerado centro de diversidade da família Bignoniaceae, com 32 gêneros e 350 espécies, desde o cerrado até florestas úmidas com alguns táxons endêmicos (SOUZA & LORENZI, 2008). *Jacaranda caroba* possui altura média de 2,5 metros, deciduidade, com folhas compostas bipenadas com 8 a 12 folíolos coriáceas ou subcoriáceas, flores arroxeadas, Fotografia 1, e frutos elípticos, secos e deiscentes (GENTRY, 1992). Esta espécie é encontrada em áreas de cerrado *stricto sensu*, campo rupestre e campo limpo (GENTRY, 1992; JUNIOR *et al*., 2010) com distribuição estendendo da Bahia até o Paraná (LOHMANN e PIRANI 1996). Pereira e Mansano (2008) relataram a ocorrência de *J. caroba* do Parque Nacional do Itatiaia, em áreas de Mata Atlântica, indicando uma distribuição além limites do Cerrado.

Fotografia 1 - Flor de *Jacaranda caroba*



Fonte: Rosana Rocha

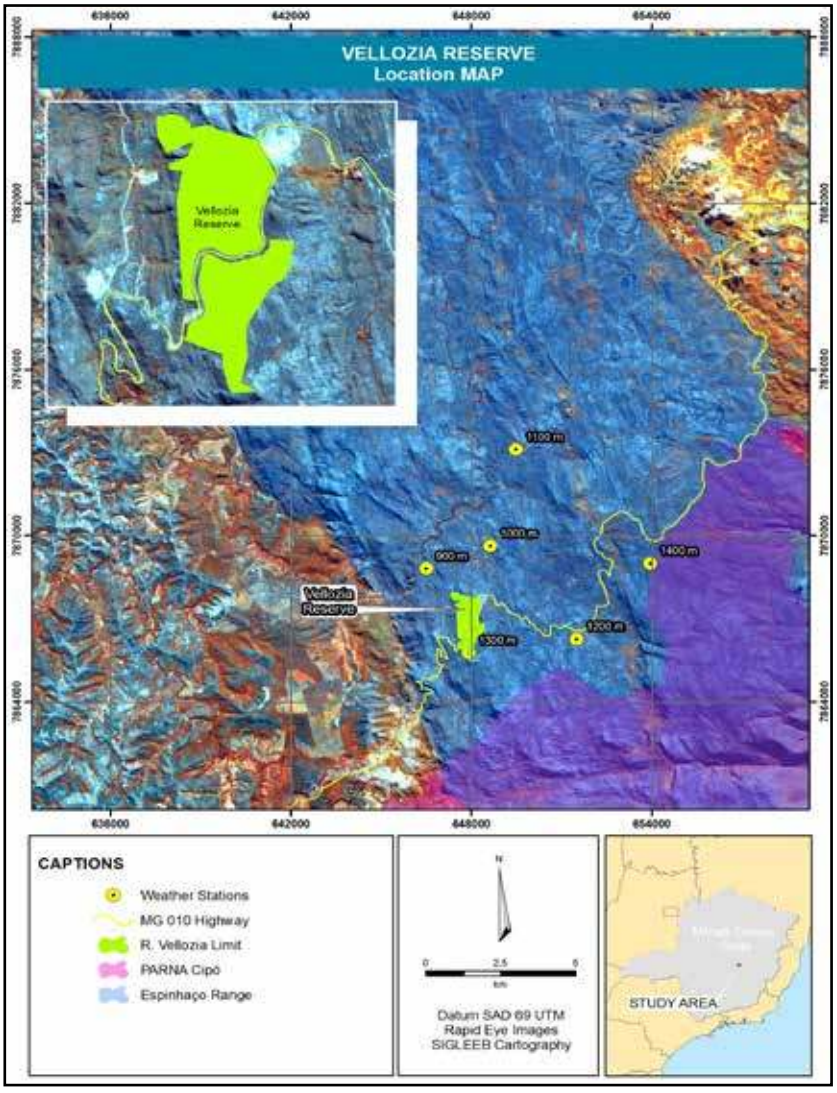
De acordo com Lorenzi (1992) as espécies do gênero *Jacaranda* apresentam geralmente elevadas taxas de germinação de sementes (cerca de 80%). Entretanto, os estudos que avaliam a germinação das espécies do gênero são escassos, inexistentes para campos rupestres, embora sejam essenciais para auxiliar na conservação e restauração ambiental deste ecossistema. Não há publicações sobre a análise da germinação de *J. caroba*. Foi encontrado apenas uma informação sobre o tempo de início de germinação dessa espécie (7°dia) a 25°C como dado não publicado de ANSANELO & KOLB na seção de discussão do artigo sobre germinação de *Pyrostegia venusta* de ROSSATTO & KOLB, 2010.

O objetivo do estudo foi avaliar a germinação de sementes de *J. caroba* de populações da Serra do Cipó, MG, sob diferentes condições de luz e temperatura.

Material e Métodos

Os frutos de *J. caroba* foram coletadas no ecossistema de campo rupestre na Reserva Vellozia, Mapa 1, em 20 de fevereiro de 2012 na Área de Proteção Ambiental Morro da Pedreira (coordenadas S 19º13967'/ W 040º31036'), localizada no município de Santana do Riacho, Minas Gerais, Brasil. A área está inserida da porção sudeste da Cadeia do Espinhaço e atinge altitudes de 1.350m. A precipitação média anual da Serra do Cipó nos últimos 10 anos foi de 1.350 mm e a temperatura média anual no verão foi de 25 a 30 ºC, enquanto no inverno de 8 a 18 ºC (MADEIRA & FERNANDES, 1999).

Mapa 1- Localização da área particular denominada Reserva Vellozia, local onde foram coletadas as sementes de *Jacaranda caroba*



Fonte: Felipe Alencar de Carvalho[3]

Nota: O mapa destaca o Parque Nacional da Serra do Cipó e a presença de estações climáticas a cerca de 30 Km do local estudado, no município de Conceição do Mato Dentro. Os dados das estações meteorológicas foram utilizados para caracterizar o clima da região (MADEIRA & FERNANDES, 1999).

[3]Geógrafo, Universidade Federal de Minas Gerais

Três dias após a coleta dos frutos, as sementes sadias, sem danos causados por insetos e patógenos, foram selecionadas para montagem e realização dos experimentos em câmaras de germinação do tipo B.O.D (Biochemical Oxigen Demand), com luz e temperaturas controladas.

Para avaliar o efeito da temperatura na germinação sob o fotoperíodo de 12 horas de luz (30 µmol m-2 s-1) e 12 horas de escuro, as sementes foram testadas nas temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30, 35 °C. Para cada tratamento de temperatura (5 tratamentos: 15, 20, 25, 30, 35 °C) sob fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro foram utilizadas quatro placas de petri (90X15 mm) esterilizadas e forradas com duas folhas de papel de filtro estéreis contendo 25 sementes cada (Número de placas por tratamento = 4; Número de sementes por placa = 25; Número total de sementes por tratamento = 100 sementes; Número total de sementes usadas nos cinco tratamentos = 500 sementes, TABELA 1). Cada placa de Petri representou, no experimento, uma unidade amostral do tratamento.

Para avaliar o efeito da alternância de temperatura com fotoperíodo, as sementes foram testadas sob as condições de luminosidade alternada a cada 12 horas entre claro e escuro (12C/12E) e também sob escuro contínuo (12E: 12E) nas faixas de temperatura de 15 a 25 e 20 a 30 °C. Para cada tratamento (4 tratamentos: A. 15 a 25 °C a 12C:12E; B. 15 a 25 °C a 12E:12E; C. 20 a 30 °C a 12C:12E; D. 20 a 30 °C a 12E:12E) foram utilizadas quatro placas de Petri (90X15 mm) esterilizadas e forradas com duas folhas de papel de filtro estéreis contendo 25 sementes cada (Número de placas por tratamento = 4; Número de sementes por placa = 25; Número total de sementes por tratamento = 100 sementes; Número total de sementes usadas nos cinco tratamentos = 500 sementes, TABELA 1). Cada placa de Petri representou, no experimento, uma unidade amostral do tratamento.

Tabela 1 - Tratamentos de fotoperíodo e temperatura utilizados nos experimentos de germinação com *Jacaranda caroba*

Fotoperíodo	**Temperatura Constante**				
12 horas Claro/12 horas Escuro (12C:12E)	15ºC	20ºC	25ºC	30ºC	35ºC
Fotoperíodo	**Temperatura Alternada**				
12 horas Claro/12 horas Escuro (12C:12E)	15-25ºC			20-30ºC	
Escuro contínuo	15-25ºC			20-30ºC	

Fonte: Elaborado pelos autores

O papel de filtro inserido nas placas de Petri para os experimentos de germinação foi umedecido com solução fungicida de Nistatina® de concentração de 500 U.I/l (LEMOS-FILHO *et al.*, 1997). Para a condição de escuro, as placas de Petri foram envoltas em folhas duplas de papel alumínio para evitar a exposição à luz e a observação da ocorrência da germinação foi feita sob luz verde de segurança em câmera escura (GARCIA & DINIZ, 2003).

As sementes de *J. caroba* foram incubadas por um período de 30 dias com leituras realizadas a cada 24 horas (LIEBERG & JOLY, 1993). Foram consideradas germinadas aquelas sementes que apresentaram protrusão radicular, ou seja, emergência da radícula pelo

tegumento da semente (BEWLEY & BLACK, 1994).

Avaliou-se a porcentagem total de germinação (G%), o Índice de Velocidade de Germinação (IVG, LABOURIAU, 1970) e o Início da Germinação (IG - RANAL & SANTANA, 2006). Para comparar a porcentagem total de germinação (G%), bem como do Índice de Velocidade de Germinação (IVG), entre as temperaturas constantes utilizou-se análise de variância (ANOVA) e posteriormente o teste Student-Newman-Keuls para comparação dois a dois (ZAR, 1996). Para comparar a influência da temperatura no IG sob as temperaturas constantes (dados não paramétricos), foi usado o teste Kruskal-Wallis e posteriormente o teste Student-Newman-Keuls para comparações dois a dois.

Para avaliar o efeito da alternância de temperatura (15 a 25 °C a e 20 a 30°C), do fotoperíodo (12C:12E; escuro contínuo) e interação dos dois fatores na G%, IVG e do IG foi realizado a análise de variância (ANOVA) fatorial (ZAR, 1996). Posteriormente para comparação entre um tratamento com outro foi utilizado o Student-Newman-Keuls

Resultados e Discussão

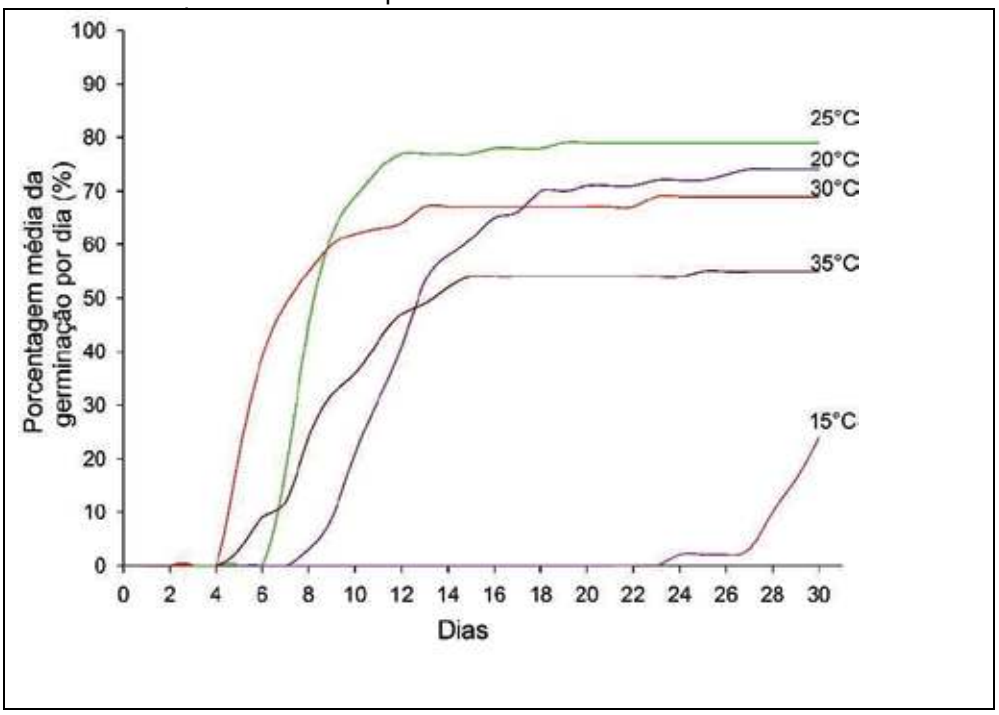
Jacaranda caroba apresentou diferenças estatísticas significativas na G% (grau de liberdade= 4, F= 29,982, p≤ 0,001), o Índice de Velocidade de Germinação (IVG, grau de liberdade = 4, F = 57,12, p≤ 0,001) e o Início da Germinação (IG, grau de liberdade = 4, H = 18.29, p ≤ 0,001) entre os tratamentos de temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30, 35 °C (TABELA 1). A menor G% foi observada a 15 °C (24±0,03) e a maior nas temperaturas constantes entre 20 a 30 °C (variação média de 69 a 74% de germinação) (GRÁFICO 1). A G% não diferiu entre as temperaturas de 20, 25 e 30 °C. O maior IVG nas temperaturas constantes, Tabela 2, foi observado a 25 e 30 °C (2,3 e 2,6, respectivamente) e o menor a 15 °C (0,21±0,02). O maior IG foi observado nas temperaturas constantes de 15 °C (26±1,15) e o menor a 30 e 35 °C (5±0,001; 5±0,58) (GRÁFICO 1).

Tabela 2 – Valores médios (± Erro padrão) da porcentagem de germinação (%); Índice de velocidade de germinação (IVG); Início de germinação (IG) das sementes de *Jacaranda caroba* sob tratamentos de temperaturas constantes 15, 20, 25, 30 e 35º C no fotoperíodo de 12h claro e 12 h escuro. Análise de variância (ANOVA) utilizada para comparar a germinação (%) e IVG entre as temperaturas constantes. Kruskal-Wallis foi utilizada para comparar IG entre as temperaturas constantes. Teste post-hoc utilizado para comparar um tratamento e outro foi Student-Newman-Keuls. Valores seguidos por letras diferentes em cada linha diferem entre si (p< 0,05)

Parâmetro	Temperatura constante – Claro/Escuro (12h)					P
	15ºC	20ºC	25ºC	30ºC	35ºC	
Germinação (%)	24 ± 0,03 c	74 ± 0,03 a	79 ± 0,05 a	69 ± 0,04 a	55 ± 0,03 b	≤ 0,001
IVG	0,21 ± 0,02 c	1,54 ± 0,03 b	2,34 ± 0,16 a	2,66 ± 0,15 a	1,58 ± 0,15 b	≤ 0,001
IG	26 ± 1,15 d	8,5 ± 0,29 c	7 ± 0,0001 b	5 ± 0,0001 a	5 ± 0,58 a	= 0,001

Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 1 – Porcentagem média de germinação de *Jacaranda caroba* ao longo dos 30 dias de experimento em diferentes temperaturas:15°C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C em fotoperíodo de 12 horas claro e 12 horas escuro



Fonte: Elaborado pelos autores

A redução do potencial germinativo de *J. caroba* nas temperaturas constantes de 15 °C, tabela 1, pode ter sido causado pela redução das reações bioquímicas e metabólicas das sementes, assim reduzindo sua germinabilidade e IVG (MARCOS FILHO, 2005). A redução da germinação das sementes de *J. mimosifolia* D. Don também foi observada sob temperaturas inferiores a 15 °C, sendo consideradas limitantes as temperaturas de 10 e 40 °C para a germinação das sementes desta espécie (SOCOLOWSKI & TAKAKI, 2004).

A maior germinabilidade das sementes de *J. caroba* registrada na faixa de temperatura de 20 a 30 °C foi similar ao observado para um grande número de espécies subtropicais e tropicais do gênero *Jacaranda* (BORGES & RENA, 1993). A temperatura ótima foi de 30°C, por apresentar maior porcentagem de germinação e IVG, com menor número de dias para a semente germinar (MARCOS FILHO, 2005). Algumas espécies do mesmo gênero, como *Jacaranda decurrens* subsp *symmetrifoliolata* Farias & Proença (SANGALLI *et al.*, 2012), *Jacaranda mimosifolia* D. Don (SOCOLOWSKI & TAKAKI, 2004; MACIEL *et al.*, 2013) apresentam uma maior germinabilidade e IVG nas temperaturas de 25°C, enquanto outras espécies como *Jacaranda copaia* D. Don *e Jacaranda cuspidifolia* Mart. germinam melhor sob temperaturas de 30 °C (ABENSUR *et al.,* 2007). O tempo para início da germinação a 25°C da espécie estudada desse trabalho no campo rupestre (IG= 7 dias) foi similar ao *J. caroba* encontrado no Cerrado[4] (dado não publicado de ANSANELO

& KOLB *apud* ROSSATTO & KOLB, 2010).

A G% de *J. caroba* diferiu significativamente entre as temperaturas alternadas 15-25°C e 20-30°C (p≤ 0,001), porém não entre os fotoperíodos 12C:12E e escuro contínuo (p= 0,676) (TABELAS 3 e 4). A porcentagem de germinação na temperatura alternada de 20 a 30 °C (média de 82%) foi 30% maior que na temperatura 15-25°C (média em torno de 63%) (GRÁFICO 2). Não houve interação estatisticamente significante entre as temperaturas alternadas e os fotoperíodos (p= 0,053). O IVG foi também maior na temperatura alternada de 20 a 30°C (p≤ 0,001) e não variou entre os fotoperíodos testados (p= 0,166) (TABELAS 3 e 4). Houve uma interação estatisticamente significante entre temperaturas alternadas e períodos sobre o IVG (P = 0,003). O IG variou estatisticamente entre as temperaturas alternadas (p < 0,001), os fotoperíodos (p= 0,007) e entre a interação entre temperaturas e fotoperíodos (p< 0,001) (TABELAS 3 e 4). As sementes germinaram 4 dias antes nas temperaturas alternadas de 20 a 30 °C do que nas temperaturas alternadas de 15 a 25 °C (FIGURA 4). A germinação na temperatura alternada de 15 a 25 °C foi mais rápida no fotoperíodo de 12C: 12E. Já quando as sementes foram submetidas na temperatura alternada 20 a 30°C a germinação foi um pouco mais rápida quando submetida no escuro contínuo.

Tabela 3 – Resultados da porcentagem de germinação (%); Índice de velocidade de germinação (IVG); Início de germinação (IG) das sementes de *Jacaranda caroba* sob os tratamentos em temperaturas alternadas em fotoperíodo de 12h claro e 12h escuro e escuro contínuo

Parâmetro	Fator	Grau de liberdade	SS	MS	F	P
Germinação (%)	Temperatura alternada	1	0,137	0,137	27,939	<0,001
	Fotoperíodo	1	0,0009	0,0009	0,184	0,676
	Interação temperatura alternada e fotoperíodo	1	0,0225	0,0225	4,592	0,053
	Residual	12	0,0588	0,0049		
	Total	15	0,219	0,0146		
IVG	Temperatura alternada	1	8,396	8,396	149,614	<0,001
	Fotoperíodo	1	0,122	0,122	2,176	0,166
	Interação temperatura alternada e fotoperíodo	1	0,784	0,784	13,972	0,003
	Residual	12	0,673	0,0561		
	Total	15	9,976	0,665		
IG (dias)	Temperatura alternada	1	72,25	72,25	192,667	<0,001
	Fotoperíodo	1	4	4	10,667	0,007
	Interação temperatura alternada e fotoperíodo	1	9	9	24	<0,001
	Residual	12	4,5	0,375		
	Total	15	89,75	5,983		

Fonte: Elaborado pelos autores

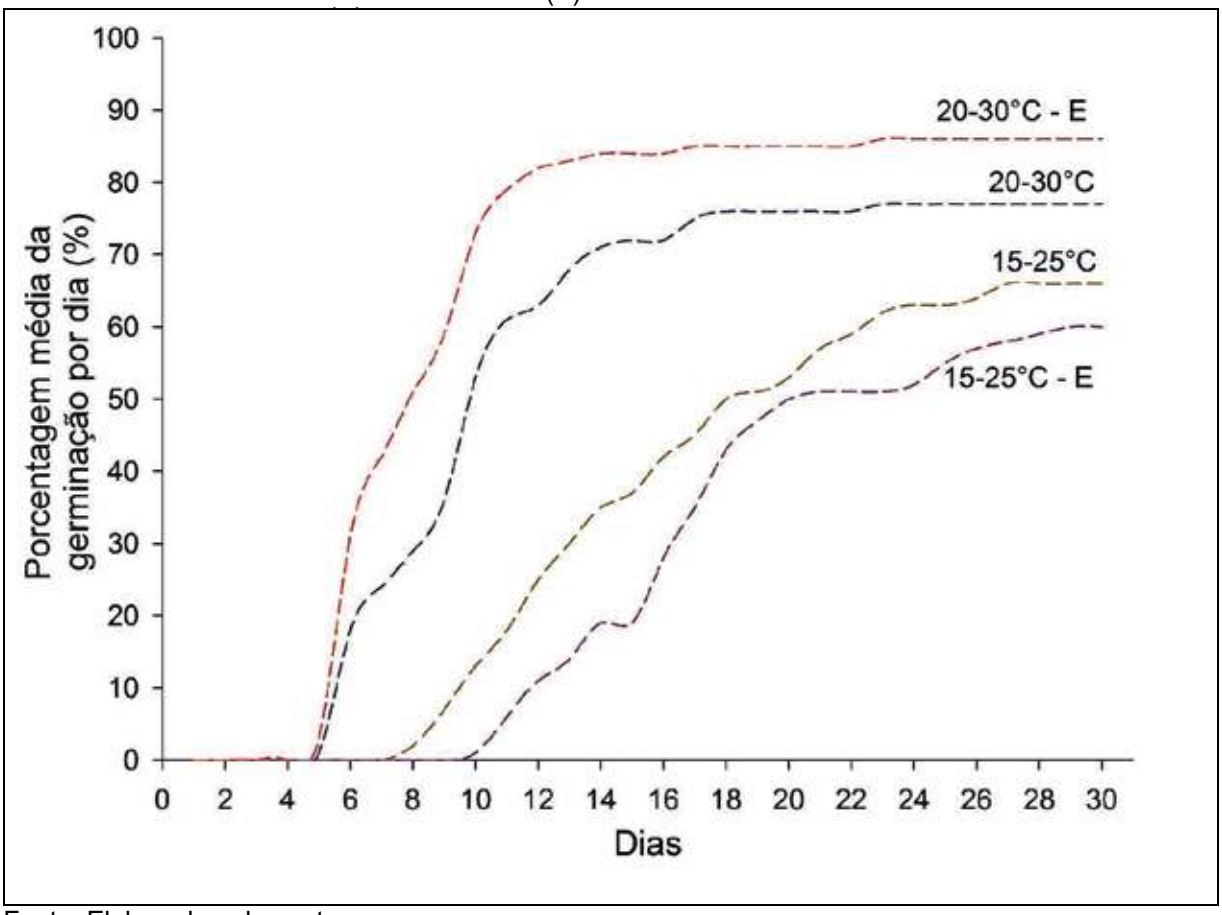
[4]Dado não publicado de ANSANELO & KOLB *apud* ROSSATTO & KOLB, 2010.

Tabela 4 – Valores médios (± Erro padrão) de porcentagem de germinação (%); Índice de velocidade de germinação (IVG); Início de germinação (IG) das sementes de *Jacaranda caroba* sob os tratamentos em temperaturas alternadas em fotoperíodo de 12h claro e 12h escuro e escuro contínuo. Valores seguidos por letras iguais em cada linha não diferem entre si (p> 0,05)

Parâmetro	**15-25ºC**		**20-30ºC**	
	Claro (12h) - Escuro (12h)	Escuro contínuo	Claro (12h) - Escuro (12h)	Escuro contínuo
Germinação (%)	66 ± 0,05 b	60 ± 0,03 b	77 ± 0,03 a	86 ± 0,03 a
IVG	1,20 ± 0,12 b	0,93 ± 0,06 b	2,21 ± 0,11 a	2,82 ± 0,16 a
IG	8,5 ± 0,29 b	11 ± 0,82 b	5,7 ± 0,25 a	5,3 ± 0,25 a

Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 2 - Porcentagem média de germinação de *Jacaranda caroba* ao longo dos 30 dias de experimento em temperaturas alternadas (15-25ºC e 20-30ºC) em fotoperíodo de 12 horas claro e 12 horas escuro e escuro contínuo (E)



Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados indicam o comportamento fotoblástico neutro para *J. caroba*, uma vez que a germinação foi observada em todos os tratamentos, independentemente da presença ou ausência de luz, comportamento comum para diversas espécies de árvores e arbustos do bioma Cerrado (BEWLEY & BLACK, 1994). Este comportamento fotoblástico neutro associado à faixa de temperatura ótima de germinação (20 a 30°C) foi observado também para *J. mimosifolia* (SOCOLOWSKI & TAKAKI, 2004). Este resultado pode explicar a distribuição de *J. caroba* em diferentes fisionomias do cerrado, nas fisionomias *stricto sensu*, campos rupestres e campos limpos (JUNIOR *et al.*, 2010; GENTRY, 1992), abrangendo até áreas abertas (HIRUMA-LIMA & DI-STASI, 2002) e formações florestais mais densas (UDULUTSCH *et al*., 2004).

A ampla faixa de temperatura de germinação das sementes de *J. caroba*, especialmente entre 20 e 30 °C, mesmo em condições independentes de luminosidade, pode explicar a ampla distribuição da espécie nas diferentes regiões de Cerrado em extensa faixa latitudinal (GOTTSBERGER & SILBERBAUER-GOTTS, 1988), bem como entre seus diferentes ecossistemas. O comportamento germinativo de *J. caroba* provavelmente está relacionado ao padrão germinativo do gênero e seus aspectos evolutivos, incluindo aspectos relacionados aos atributos funcionais das sementes. No entanto, a falta de padronização em estudos de germinação, especialmente em relação às temperaturas e condições de manipulação e incubação dos experimentos, dificulta análises conclusivas e construção de padrões mais amplos (SILVEIRA, 2013).

Considerações finais

Conclui-se que a espécie arbórea *J. caroba* é fotoblástica neutra e apresenta melhor germinabilidade a 30 °C. Os resultados encontrados nesse trabalho fornecem condições de temperatura e fotoperíodo ideais que irão garantir o sucesso da germinação e auxiliar no estabelecimento de *J. caroba* no campo rupestre. Esses conhecimentos poderão auxiliar na propagação dessa espécie em projetos de restauração ecológica, bem como contribuir com seu manejo para garantir a conservação dessa espécie em área que abriga alta diversidade de espécies e endemismo. Adicionalmente, essa espécie, uma vez estabelecida, consegue sobreviver às condições adversas do campo rupestre por mais de oito anos, representando uma excelente candidata para restauração do campo rupestre (GOMES *et al*., 2017).

Referências

ABENSUR, F. O.; MELO, M. F. F.; RAMOS, M. B. P.; VARELA, V. P.; BATALHA, L. P. Tecnologia de sementes e morfologia da germinação de *Jacaranda copaia* D. Don (Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 60-62, 2007.

AGRA, M. F.; SILVA, K. N.; BASÍLIO, I. J. L. D.; FRANÇA, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, p. 472-508, 2008.

BENECH-ARNOLD, R.; SÁNCHEZ, R. A. Modeling weed seed germination. In: J. KIGEL; G. GALILI (Eds.). **Seed development and germination**. New York, Academic Press, 1995. p. 545-566.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds:** physiology of development and germination. 2. ed. New York: Plenum,1994. 45 p.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 83-135.

BRANDÃO, M. G. L; COSENZA, G. P.; STANISLAU, A. M.; FERNANDES, G. W. Influence of Brazilian herbal regulation on the use and conservation of native medicinal plants. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 164, p. 369-377, 2009.

CHAGAS JUNIOR, J. M.; CARVALHO, D. A.; MANSANARES, M. E. A família Bignoneaceae Juss. (Ipês) no município de Lavras, Minas Gerais. **Cerne**, v. 16, p. 517-529, 2010.

DONOHUE, K.; DORN, L.; GRIFFITH, C.; KIM, E.; AGUILERA, A.; POLISETTY, C. R.; SCHMITT, J. The evolutionary ecology of seed germination of *Arabidopsis thaliana*: variable natural selection on germination timing. **Evolution**, v. 59, p. 758-770, 2005.

FENNER, R.; BETTI, A. H.; MENTZ, L. A.; RATES, S. M. K. Plantas utilizadas na medicina popular brasileira com potencial atividade antifúngica. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 42, p. 507-543, 2006.

FERNANDES, G .W. *et.al*. **Cerrado:** em busca de soluções sustentáveis. Rio de Janeiro: Vertente Produções Artisticas, 2016 a. 211 p.

FERNANDES, G. W.; TOMA, T. S. P.; ANGRISANO, P.; OVERBECK, G. Challenges in the restoration of quartzitic and ironstone rupestrian grasslands. In: FERNANDES, G. W. (Ed.). **Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil**. Switzerland: Springer International Publishing, 2016b. p. 449-477.

GARCIA, Q. S.; DINIZ, I. S. S. Comportamento germinativo de três espécies de Velloziaceae dos campos rupestres de Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v.17, p. 487-494, 2003.

GARCIA, Q. S.; JACOBI, C. M.; RIBEIRO, B. A. Resposta germinativa de duas espécies de *Vellozia* (Velloziaceae) dos campos rupestres de Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, p. 451-456, 2007.

GENTRY, A. H. Bignoniaceae: part II, (tribe Tecomeae). New York: **Flora Neotropica**, v. 25, p. 2-335, 1992.

GOMES, V. M.; NEGREIROS, D.; FERNANDES, G. W.; PIRES, A. C.; SILVA, A. C.; LE STRADIC, S. Long-term monitoring of shrub species translocation in degraded Neotropical Mountain grassland. **Restoration Ecology**, v. 26, p. 91-96, 2017.

GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. A polinização de plantas de cerrado. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 48, p. 651-663, 1988.

HIRUMA-LIMA, C. A.; DI STASI, L. C. **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica**. São Paulo: UNESP, 2002. p. 449-452.

LE STRADIC, S.; BUISSON, E.; NEGREIROS, D.; CAMPAGNE, P.; FERNANDES, G. W. The role of native woody species in the restoration of campos rupestres in quarries. **Applied Vegetation Science**, v. 17, p. 109-120, 2014.

LEMOS-FILHO, J. P.; GUERRA, S. T. M.; LOVATO, M. B.; SCOTTI, M. R. M. M. L. Germinação de sementes de *Senna macranthera*, *Senna multifuga* e *Stryphnodendron polyphyllum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, p. 357-361, 1997.

LIEBERG, A. S.; JOLY, C. A. *Inga affinis* DC (Mimosaceae): germinação e tolerância de plântulas à submersão. **Revista Brasileira de Botânica**, v.16, p. 175-179, 1993.

LOHMANN, L. G.; PIRANI, J. R. Tecomeae (Bignoniaceae Juss.) da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais e Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 10, p. 103-138, 1996.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, v. 1, 1992. p. 37-41.

MACIEL, C. G.; BOVOLINI, M. P.; FINGER, G.; POLLET, C. S.; MUNIZ, M. F. B. Avaliação de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Jacaranda mimosifolia* D. Don. **Floresta e Ambiente,** v. 20, p. 55-61, 2013.

MADEIRA, J. A.; FERNANDES, G. W. Reproductive phenology of sympatric species of *Chamaecrista* (Leguminosae) in Serra do Cipó, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 15, p. 463-479, 1999.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MARRIS, E. The forgotten ecosystem. **Nature**, v. 437, n. 7061, p. 944-945, 2005.

NUNES, F. P.; DAYRELL, R. L.; SILVEIRA, F. A.; NEGREIROS, D.; DE SANTANA, D. G.; CARVALHO, F. J.; GARCIA, Q. S.; FERNANDES, G. W. 2016. Seed germination ecology in rupestrian grasslands. In: FERNANDES, G. W. (Ed.). **Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil**. Switzerland: Springer International Publishing, 2016.

PEREIRA, P. H.; MANSANO, V. F. Estudos taxonômicos da tribo Tecomeae (BIGNONIACEAE) no Parque Nacional do Itatiaia, Brasil. **Rodriguésia**, v. 59, p. 265-289, 2008.

RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, p. 1-11, 2006.

RANIERI, B. D.; LANA, T. C.; NEGREIROS, D.; ARAUJO, L. M.; FERNADES, G. W. Germinação de sementes de *Lavoisiera cordata* Cogn. e *Lavoisiera francavillana* Cogn. (Melastomataceae) espécies simpatricas da Serra do Cipo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 523-530, 2003.

ROSSATTO, D. R.; KOLB, R. M. Germination of *Pyrostegia venusta* (Bignoniaceae), seed viability and post-seminal development. **Brazilian Journal of Botany**, v. 33, p. 51-60, 2010.

SANGALLI, A.; VIEIRA, M. C.; SCALON, S. P. Q.; ZÁRATE, N. A. H.; SILVA, C. B.; RIBEIRO, I. S. Morfometria de frutos e sementes e germinação de carobinha (*Jacaranda decurrens* subsp. symmetrifoliolata Farias & Proença), após o armazenamento. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 14, p. 267-275, 2012.

SANTOS, G.; MILLER, R. B. Wood anatomy of *Jacaranda* (Bignoniaceae): systematic relationships in sections Monolobos and Dilobos as suggested by twig and stem wood rays. **IAWA Journal**, v. 8, p. 369-383, 1997.

SILVEIRA, F. A. O.; NEGREIROS, D.; FERNANDES, G. W. Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de *Marcetia taxifolia* (A. St. Hil.) DC. (Melastomataceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 847-852, 2004.

SILVEIRA, F. A. O. Sowing seeds for the future: the need for establishing protocols for the study of seed dormancy. **Acta Botanica Brasilica,** v. 27, p. 264-269, 2013.

SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germination of *Jacaranda mimosifolia* (D. Don - Bignoniaceae) seeds: effects of light, temperature and water stress. **Brazilian Archives of Biology and Technology International Journal**, v. 47, p. 785-792, 2004.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 574 p.

SPECIES LINK. **Sistema de informação distribuído para coleções biológicas**: a integração do Species Analyst e do SinBiota. Campinas: Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA). FAPESP. Disponível em : http://www.splink.org.br/index?lang=pt

UDULUTSCH, R. G.; ASSIS, M. A.; PICCHI, D. G. Florística de trepadeiras numa floresta estacional semidecídua, Rio Claro-Araras, estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, p. 125-134, 2004.

VILELA, E. F.; CALLEGARO, G. M.; FERNANDES, G. W. **Biomas e agricultura:** oportunidades e desafios. Rio de Janeiro: Vertente Produções Artisticas, 2019. 304 p.

ZAR, J. H. **Biostatistical analyses**. Englewood Ciffs: Prentice-Hall, 1984.

Agradecimentos

Agradecemos a Rosana Rocha, Rúbia Aparecida Araújo Maia Sousa, Patrícia Carvalho Silva Ferreira, Cynthia S. Lima, pela ajuda nos experimentos realizados e a Reserva Vellozia pelo apoio logístico no campo e laboratório. A pesquisa teve apoio financeiro da FAPEMIG, CNPq, CAPES, Vale e Anglo American.