Germinação de espécies de melastomataceas de campo rupestre da Serra do Cipó, Minas Gerais

Yumi Oki[1], Vanessa da Cruz Carvalho[1], Vinícius da Silveira Vieira[1], Flávia Peres Nunes[1], Letícia Cristiane de Sena Viana[1], Geraldo Wilson Fernandes[2]*

Resumo

Este estudo avaliou a germinação de quatro espécies de Melastomataceae (*Pleroma heteromallum* (D. Don) D.Don, *Microlicia tetrasticha* Cogn, *Trembleya laniflora* (D. Don) Cogn e *Lavoisiera cordata* (Cogn) da Serra do Cipó, MG. As sementes foram acondicionadas em placas de Petri estéreis e incubadas em câmaras de germinação a 15, 20, 25, 30 e 35°C constantes e 15-25 e 20-30°C alternados, com fotoperíodo de 12 horas (claro/escuro; escuro contínuo). As temperaturas influenciaram a germinação das espécies, apresentando melhor germinabilidade entre 20 e 30°C e inibição a 35°C. A germinabilidade foi mais alta em *L. cordata* (84% a temperatura de 30°C) e mais baixa em *M. tetrasticha* (6 a 11% na temperatura 20-30°C). A boa resposta germinativa sob temperatura alternada evidenciou a adaptação das espécies à variação térmica dos campos rupestres.

Palavras-chave: adaptação, conservação ambiental, sementes, Serra do Espinhaço.

Abstract

This study evaluated the germination of four Melastomataceae species (*Pleroma heteromallum*, *Microlicia tetrasticha*, *Trembleya laniflora* e *Lavoisiera cordata* from Serra do Cipó, MG. The seeds were placed in sterile Petri dishes and incubated in germination chambers at constant temperatures of 15, 20, 25, 30, 35°C and 15-25 and 20-30°C alternating temperatures, under a 12 hours photoperiod (light/dark; darkness). Temperature influenced the germination of all species, with better germination rates between 20 and 30°C and inhibition at 35 °C. Germination rate was the highest in *L. cordata* (84% at 30°C) and lowest in *M. tetrasticha* (6 to 11% at 20-30°C). The good germination response under alternating temperature indicates the adaptation of the species to the thermal variation of the campo rupestre.

Keywords: adaptation, environmental conservation, seeds, Espinhaço Mountain Range.

[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

A Cadeia do Espinhaço é um grande centro de biodiversidade com elevado grau de endemismo, decorrente de processos históricos, geológicos e evolutivos (BROWN & LOMOLINO, 1998; BARBOSA *et al*., 2010; CONCEIÇÃO *et al*., 2016; FERNANDES, 2016; SCHAEFER *et al*., 2016; SILVEIRA *et al*., 2016). Os campos rupestres brasileiros estão distribuídos principalmente ao longo da Cadeia do Espinhaço e representam uma das maiores riquezas biológicas mundiais. Na região da Serra do Cipó eles constituem um importante centro de endemismo (LE STRADIC *et al*., 2014; BARBOSA *et al*., 2015). Apesar de sua reconhecida importância para a conservação da biodiversidade dos campos rupestres, os aspectos ecológicos, fenológicos e reprodutivos básicos principalmente das espécies endêmicas da região são ainda pouco conhecidos (BELO *et al*., 2013; ROCHA *et al*., 2016).

Padrões de germinação de sementes têm importante implicação ecológica e evolutiva. O conhecimento sobre a biologia das sementes integra o entendimento sobre o processo de estabelecimento das plantas e seu sucesso adaptativo, contribuindo para o desenvolvimento de conhecimentos teóricos sobre a restauração ecológica (VÁSQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1993). A flutuação da temperatura pode alterar as respostas das sementes a luz pois sementes fotoblásticas podem germinar no escuro quando submetidas a alternância de temperaturas (PEARSON *et al.,* 2002). Assim, pode-se afirmar que, dentre as principais características ambientais que influenciam a dinâmica ecológica da vegetação destacam-se as variáveis climáticas.

A temperatura à qual as espécies vegetais são expostas influencia diretamente no sucesso reprodutivo e na capacidade de se estabelecerem em novos ambientes (BASKIN & BASKIN, 1998). Assim, pode-se afirmar que o clima é um dos principais determinantes na distribuição das espécies ao longo dos ecossistemas, o que torna mais sensível especialmente as espécies endêmicas às alterações climáticas. Portanto, mudanças no microclima de algumas regiões podem acarretar grandes perdas para diferentes táxons, tornando urgente o estudo em grandes centros de endemismo identificados como áreas prioritárias de conservação (IPCC, 2013). Neste sentido, estudos sobre a Serra do Espinhaço tem grande importância face aos crescentes impactos em sua flora e fauna (FERNANDES *et al*., 2018).

A família Melastomataceae é amplamente distribuída nos campos rupestres da Serra do Cipó. Ela engloba herbáceas, lianas, arbustos e árvores, que podem ser encontradas desde clareiras, montanhas, savanas a florestas (CLAUSING & RENNER, 2001). Essa família com distribuição pantropical abriga ao todo cerca de 4.570 espécies e cerca de 166 gêneros, e no Brasil cerca de 1.500 espécies e 68 gêneros (CLAUSING & RENNER, 2001). As Melastomataceae são a quarta família mais numerosa no cerrado (MENDONÇA *et al*., 2008).

De modo geral, a família Melastomataceae produz sementes pequenas, menores que 0,5 mm; os cotilédones são foliáceos, praticamente sem reservas para garantir o

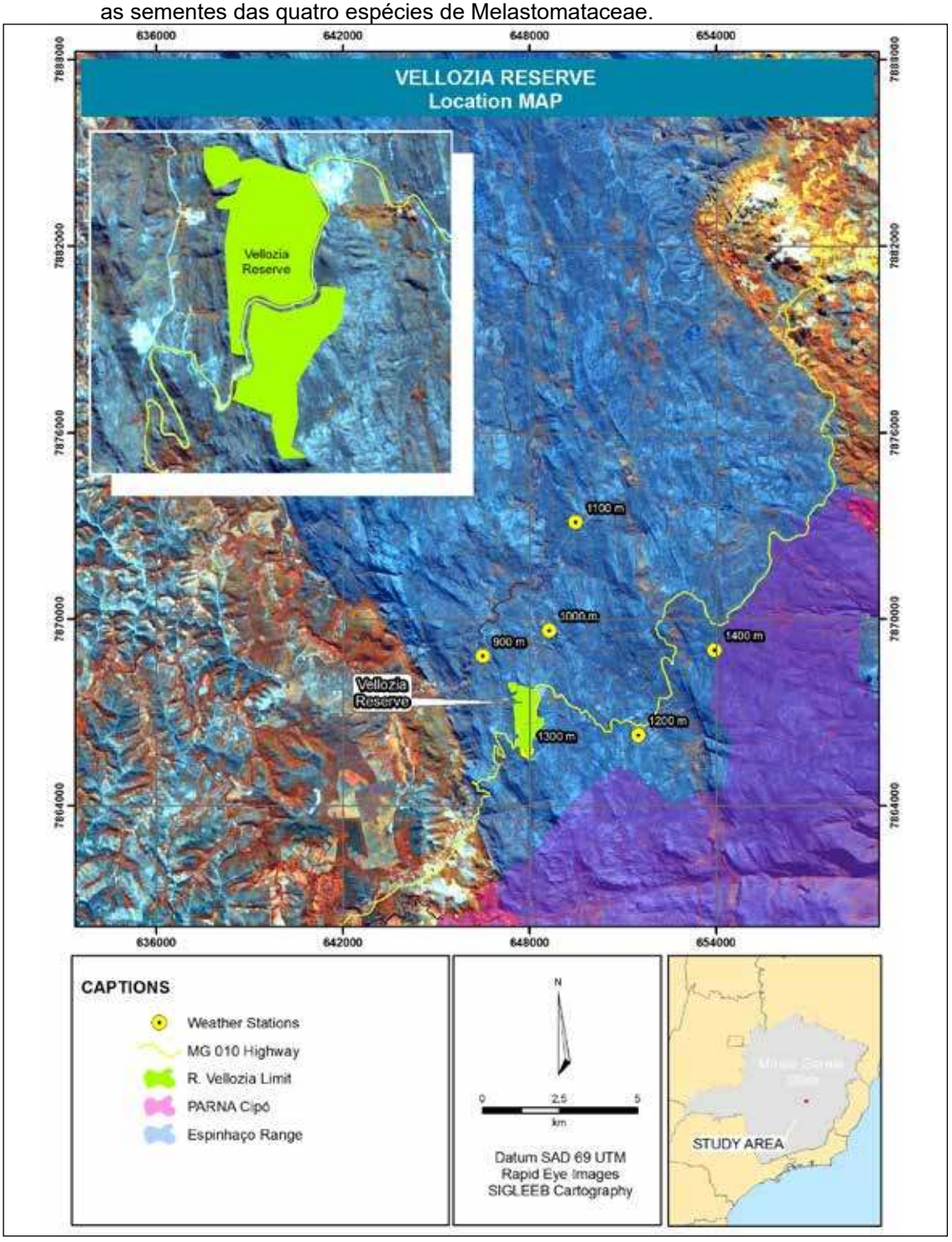
início do desenvolvimento das plantas jovens (CARREIRA & ZAIDAN, 2007). A dispersão de sementes desta família é fortemente influenciada pela história de vida e a morfologia dos frutos. Os frutos de Melastomataceae são estruturalmente diversos e seu modo de dispersão varia em função da morfologia do fruto (CLAUSING *et al*., 2000). Além disso, as condições ecológicas que as espécies de Melastomataceae estão sujeitas refletem nas diferenças fisiológicas na germinação das sementes (RANIERI *et al*., 2003).

Considerando a grande produção de sementes, abundância de espécies e indivíduos e relativa facilidade com que germinam, é de interesse conhecer as condições de luz e temperatura que favorecem a germinação das Melastomataceae (CARREIRA & ZAIDAN, 2007). Além disso, diversos gêneros da família, como *Microlicia*, ocorrem preferencialmente em campos rupestres (ROMERO & WOODGYER, 2014). Tal entendimento pode contribuir para a utilização das espécies em estratégias de restauração ecológica, considerando-se, também, a sua ampla distribuição fitogeográfica incluindo os campos rupestres. O objetivo do estudo foi avaliar a germinação de sementes de quatro espécies de Melastomataceae da Serra do Cipó sob diferentes condições de luz e temperatura.

Materiais e métodos

A coleta das sementes de Melastomataceae foi realizada em uma propriedade particular, Reserva Vellozia (19°17’46” S, 43°35’28”W), localizada a aproximadamente 1200 m de altitude na Serra do Cipó, município de Santana do Riacho, em Minas Gerais (MAPA 1). A vegetação local pertence ao bioma Cerrado, com ocorrência de vários habitats típicos do campo rupestre nas cotas acima de 1000 m (ver GIULIETTI *et al*., 1988; LE STRADIC *et al*., 2014; CONCEIÇÃO *et al*., 2016). O clima é mesotérmico com inverno seco e verão chuvoso, com temperatura média anual de 21°C e precipitação de 1600 mm (MADEIRA & FERNANDES 1999; MARQUES *et al.*, 2000).

Mapa 1 - Localização da área particular denominada Reserva Vellozia, local onde foram coletadas as sementes das quatro espécies de Melastomataceae.



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.

Para esse estudo, foram coletadas cápsulas maduras abertas com sementes em processo de dispersão de quatro espécies de Melastomataceae durante o agosto-setembro de 2012*: Pleroma heteromallum*, fotografia 1, *Microlicia tetrasticha*, fotografia 2, *Trembleya laniflora*, fotografia 3 e *Lavoisiera cordata* (FOTOGRAFIA 4). Essas espécies foram identificadas pelo prof. Dr. José Rubens Pirani (Universidade de São Paulo) em uma amostragem coletada da família. Os experimentos foram realizados até uma semana após a coleta das sementes.

Fotografia 1 – *Pleroma heteromallum*



Fonte: Felipe Pena

Fotografia 2 – *Microlicia tetrasticha*



Fonte: Rosana Rocha

Fotografia 3 – *Trembleya laniflora*



Fonte: Rosana Rocha

Fotografia 4 – *Lavoisiera cordata*



Fonte: Rosana Rocha

Em laboratório as sementes foram removidas das cápsulas maduras coletadas, limpas, esterilizadas e colocadas em placas de Petri estéreis contendo duas folhas de papel filtro umedecidas com Nistatina 2% (e.g., GOMES *et al*., 2001). Para cada temperatura foram montadas quatro repetições de 25 sementes para cada espécie (n=100). As placas foram inseridas em câmaras de germinação do tipo B.O.D (Biochemical Oxigen Demand), com fotoperíodo de 12 horas (claro/escuro) e escuro contínuo, sob temperatura de 15, 20, 25, 30 e 35ºC constantes (5 temperaturas, 100 sementes para cada temperatura, total de sementes de cada espécie para os experimentos de temperatura constante = 500 sementes) e 15 a 25ºC e 20 a 30ºC alternados (2 faixas de temperaturas alternadas, 100 sementes para cada temperatura, total de sementes de cada espécie para os experimentos de temperatura alternada = 200 sementes). O total utilizado para os experimentos no fotoperíodo 12 horas claro e 12 horas escuro foi de 700 sementes. Para o teste de germinação em escuro, as placas de Petri foram cobertas com duas folhas de papel alumínio e testadas sob as temperaturas 15 a 25ºC e 20 a 30ºC (2 faixas de temperaturas alternadas, 100 sementes para cada temperatura, total de sementes para os experimentos de temperatura alternada = 200 sementes). Ao todo foram utilizados para cada espécie 900 sementes. Todos os experimentos foram observados diariamente através de microscópio estereoscópico durante 45 dias, sendo que para o tratamento em escuro utilizou-se luz verde de segurança. O critério de germinação utilizado foi a protrusão da radícula. Avaliou-se a porcentagem total de germinação (Germ. %), o Índice de Velocidade de Germinação (IVG, LABOURIAU, 1970) e o Início da Germinação (IG - RANAL & SANTANA, 2006).

Os resultados de cada parâmetro (Germ., IVG e IG) de germinação testado para cada espécie foram inicialmente submetidos a testes de normalidade, para posterior análise através da análise de variância ANOVA One-Way. Quando os dados não foram paramétricos, utilizou-se o teste Kruskal-Wallis. Para comparar entre um tratamento com outro, foi utilizado o teste t de Student, ambos ao nível de 5% de significância (ZAR, 1996).

Resultados

As quatro espécies de Melastomataceae avaliadas apresentaram diferenças significativas na germinabilidade de suas sementes entre os tratamentos de temperaturas constantes e alternadas.

Temperaturas constantes

Em geral, as espécies de Melastomaceae apresentaram melhor germinabilidade nos tratamentos de faixa de temperatura constante entre 20 a 30°C (TABELA 1).

- *Lavoisiera cordata* foi a espécie que melhor germinou entre as espécies estudadas (*P. heteromallum, M. tetrasticha, T. laniflora*) com cerca de 84% de sementes germinadas no tratamento de temperatura constante 30°C ($p<0,001$). O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de *L. cordata* foi maior entre os tratamentos de temperaturas constantes de 20, 25 e 30°C ($p=0,046$) e o Início da Germinação (IG) menor

nas temperaturas de 30 e 35°C (2 a 4 dias, p = 0,002).

- *Microlicia tetrastichia* foi a espécie que apresentou a menor taxa de germinação, variando de 0 a 9% (p = 0,004). A germinação de *M. tetrastichia* foi maior nos tratamentos com as temperaturas constantes de 20°C (6,00±1,2%), 25°C (8,00±3,00%) e 30°C (9,00±1,90%) e menores nas temperaturas constantes de 15°C (1,00±1,00%) e 35°C (0%). A velocidade de germinação de *M. tetrastichia* foi também maior entre as temperaturas de 20, 25 e 30°C (p= 0,005) e menor Início de Germinação (IG) quando submetidas na temperatura de 15°C (valor médio de 5 dias; p= 0,005). Não foi observada germinação das sementes dessa espécie nos tratamentos de temperatura de 35°C.

- *Trembleya laniflora* apresentou maior germinação (valor médio de 21,60 a 25,10%; p= 0,002) e IVG (0,22 a 0,25; p = 0,022) nos tratamentos de temperatura constante de 20 a 25°C. O Início de Germinção (IG) de *T. laniflora* não variou entre essas temperaturas constantes (valor médio variando de 7 a 20 dias, p> 0,270).

- *Pleroma heteromallum* apresentou taxa de germinação variando de 21,30 a 46,00%, sendo maior nas temperaturas entre 15 e 25 (p= 0.05). O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de *P. heteromallum* foi maior quando submetidas sob a temperatura constante de 25°C (2,67±0,54; p= 0,001). O menor Início de Germinação (IG) foi observado entre os tratamentos de temperaturas 25, 30 e 35°C (5 a 6 dias; p= 0,017).

Tabela 1 - Valores médios (± erro padrão) da Germinação (Germ.; %), Índice de Velocidade da Germinação (IVG); Início da Germinação (IG; dias) das espécies de melastomatáceas sob temperaturas constantes.Valores com letras iguais encontrados entre os tratamentos (temperaturas constantes) não diferem entre si (p> 0,05). Em negrito valores maiores de Germ. e IVG e menores de IG encontrado entre tratamentos. p= probabilidade de significância.

Espécie	Parâmetro	Tratamentos (temperatura constante)					p
		15ºC	20ºC	25ºC	30ºC	35ºC	
Lavoisiera cordata	Germ.	14,50±7,80b	34,60±12,10b	38,30±9,50b	**84,00±7,50a**	3,60±3,60b	<0.001
	IVG	0,15±0,07b	**0,35±0,12a**	**0,38±0,09a**	**0,25±0,04a**	0,04±0,03c	0,046
	IG	18,00±3,50a	10,00±0,80b	7,00±1,00c	**4,00±0,60d**	**2,00±0,50d**	0,002
Microlicia tetrastichia	Germ.	1,00±1,00b	**6,00±1,20a**	**8,00±3,00a**	**9,00±1,90a**	0,00c	0,004
	IVG	0,01±0,02b	**0,07±0,02a**	**0,12±0,05a**	**0,09±0,04a**	-	0,005
	IG	**5,00±5,30a**	23,00±2,00b	21,00±0,00b	25,00±1,60b	-	0,005
Trembleya laniflora	Germ.	3,60±1,50bc	**21,60±9,20ac**	**25,10±8,80a**	6,40±4,70bc	0,90±0,90b	0,002
	IVG	0,04±0,02b	**0,22±0,18a**	**0,25±0,17a**	0,06±0,03b	0,01±0,00b	0,022
	IG	20,33±6,84a	13,75±2,40b	8,00±1,20b	14,33±1,33b	6,75±6,75b	0,281
Pleroma heteromallum	Germ.	**46,00±5,80a**	**49,00±4,10a**	**54,00±16,50a**	25,30±2,67b	21,30±2,70b	0,05
	IVG	0,59±0,08a	1,38±0,60a	**2,67±0,54b**	0,97±0,15a	0,7±0,17a	0,001
	IG	16,00±0,30a	**7,00±0,30b**	**5,70±0,70c**	**6,00±0,00c**	**5,00±0,00c**	0,017

Fonte: Elaborado pelos autores

Temperaturas alternadas em diferentes fotoperíodos

A maioria das espécies de Melastomataceae estudadas (*L. cordata*, *P. heteromallum* e *M. tetrastichia*) apresentaram melhor germinabilidade nos tratamentos com temperaturas alternadas de 20 a 30°C sob fotoperíodo 12C:12E (TABELA 2). A porcentagem de germinação nessas espécies foi menor quando sob o tratamento escuro contínuo, independente da temperatura alternada.

- As sementes de *L. cordata* germinaram duas vezes mais em tratamentos com presença de luz (fotoperíodo 12C:12E) presentes nas temperaturas alternadas de 15 a 25°C (88,00±8,60%) e 20 a 25°C (84,00±4,30%) quando comparadas ao tratamento sob escuro contínuo nas mesmas temperaturas (p= 0,001). Maiores Índices de Velocidade de Germinação (IVG, valor médio variando 1,61 a 1,99; p= 0.005) em *L. cordata* foram também observados nos tratamentos com presença de luz em ambas as temperaturas alternadas. O maior número de dias para germinar (Início de Germinação, 12 dias em média) de *L. cordata* foi observado no tratamento sob escuro contínuo à temperatura alternada de 15 a 25°C. Não houve diferença estatística da porcentagem de germinação, IVG e IG de *L. cordata* entre os tratamentos de temperatura alternadas com presença de luz (12C:12E).

- As sementes de *Pleroma heteromallum* também germinaram quase duas vezes mais no tratamento com presença de luz (fotoperíodo 12C:12E) nas temperaturas alternadas de 15 a 25°C (43,00±8,4%) e 20 a 25°C (52,00±3,40%) que no escuro contínuo nas mesmas temperaturas (p= 0,01). O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) maior (2,16; p<0,001) e menor Início de Germinação (IG) (3 dias, p<0,001) em *P. heteromallum* foi observado nos tratamentos com presença de luz na temperatura alternada 20-30°C.

- A espécie *M. tetrastichia*, apesar da baixa da taxa de germinação, germinou de sete a cinco vezes mais sob condições de temperaturas alternadas (15-25°C: 14,00±2,60%; 20-30°C: 29,00±8,20%) que estavam em fotoperíodo 12C:12E que no escuro contínuo (15-25°C: 2,00±2,00%; 20-30°C: 6,00±2,00%) (p = 0,016). Não houve diferença estatística da taxa de germinação, Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de *M. tetrastichia* entre os tratamentos de temperaturas alternadas sob escuro contínuo. O IVG dessa espécie foi maior nos tratamentos de temperaturas alternadas 20-30°C (0,69±0,10) sob fotoperíodo 12C:12E. O Início de Germinação (IG) não variou entre os tratamentos de fotoperíodo e temperatura alternada.

- *Trembleya laniflora* não apresentou germinação no tratamento de temperatura alternada de 15-25°C sob fotoperíodo 12C:12E. A porcentagem de germinação foi baixa no tratamento de temperatura alternada de 20-30°C nesse mesmo fotoperíodo (7,00±4,40%) e não diferiu significativamente em relação aos tratamentos sob escuro contínuo. O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de *T. laniflora* não diferiu entre os tratamentos de temperatura alternada sob diferentes condições de fotoperíodo. A germinação de *T. laniflora* ocorreu, no entanto, duas vezes mais rápida em tratamento de temperatura alternada de 20-30ºC (IG= 11,80±4,10 dias) sob

fotoperíodo 12C:12E quando comparado ao tratamento de temperaturas alternadas sob escuro contínuo (15-25°C: 21,80±3,60 dias; 20-30°C: 21,50±3,60 dias).

Tabela 2 - Valores médios (± erro padrão) da Germinação (Germ.; %), Índice de Velocidade da Germinação (IVG); Início da Germinação (IG; dias) das espécies de melastomatáceas sob temperaturas alternadas 15-25ºC e 20-30ºC sob diferentes fotoperíodos: 12 horas Claro:12 horas Escuro (12C:12E) e escuro contínuo (E). Valores com letras iguais entre os tratamentos não diferem entre si (p> 0,05). Em negrito os maiores valor de Germ. e IVG, e os menores de IG encontrada entre os tratamentos. p= probabilidade de significância.

Espécie	Parâmetro	Tratamento				p
		15-25ºC (12 C:12 E)	20-30ºC (12 C:12 E)	15-25ºC (E)	20-30ºC (E)	
Lavoisiera cordata	Germ.	**88,00±8,60a**	**84,00±4,30a**	45,00±3,00b	56,00±4,30b	0,001
	IVG	**1,99±0,02**	**1,61±0,68**	0,60±0,052	0,60±0,05	0,005
	IG	**7,80±0,25a**	**7,00±1,40a**	12,50±0,90b	**7,00±0,80a**	0,003
Pleroma heteromallum	Germ.	**43,00±8,4ac**	**52,00±3,40a**	29,00±5,70bc	22,00±2,60b	0,010
	IVG	0,93±0,15a	**2,16±0,08b**	0,46±0,10c	0,47±0,05c	<0,001
	IG	10,00±0,00a	**3,70±0,67b**	11,70±0,30c	9,30±0,30a	<0,001
Microlicia tetrastichia	Germ.	14,00±2,60a	**29,00±8,20c**	2,00±2,00b	6,00±2,00b	0,016
	IVG	0,18±0,03a	**0,69±0,10b**	0,04±0,04c	0,06±0,02c	<0,001
	IG	17,00±2,20a	11,00±0,80a	3,00±3,30a	18,00±6,10a	0,06
Trembleya laniflora	Germ.	0,00b	**7,00±4.40a**	**13,00±3,00a**	**13,00±3,00a**	0,03
	IVG	-	0,11±0,07a	0,149±0,04a	0,149±0,04a	0,126
	IG	-	**11,80±4,10a**	21,80±3,60b	21,50±3,60b	0,002

Fonte: Elaborado pelos autores

Discussão

O sucesso germinativo é resultado da adaptação fisiológica das sementes às condições ambientais dos locais de ocorrência da espécie, com relação direta entre a temperatura ótima e o microambiente onde as sementes foram produzidas. Assim, a temperatura ótima ao processo germinativo está diretamente relacionada às características ecológicas da espécie (RANIERI *et al*., 2003; BRACALION *et al*., 2010). Neste estudo, as diferentes temperaturas constantes e alternadas influenciaram de forma diferenciada a resposta germinativa das quatro espécies de Melastomataceae. Contudo, o maior estímulo à germinação foi obtido entre 20 a 30°C como observada por Carreira & Zaidan (2007) consideradas temperaturas mais favoráveis para desencadear o processo germinativo (MELO *et al.,* 1998). Os resultados também evidenciam que a temperatura de 35°C dificultou a germinação das espécies de Melastomataceae estudadas. Quando a alternância diária de temperaturas inclui extremos como 35ºC, a germinação de

muitas espécies de Melastomataceae não é observada (GODOI & TAKAKI, 2007).

Em contraposição, a germinabilidade mais baixa e lenta foi obtida pelas espécies *M. tetrasticha* e *T. laniflora*, respectivamente, cuja germinação foi totalmente inibida pelo calor constante do experimento a 35°C. Estes resultados indicam que estas são espécies mais sensíveis às altas temperaturas. Desse modo, considerando os parâmetros climáticos da Serra do Cipó, MG, pode-se constatar que a germinação pode ser mais difícil para *M. tetrasticha* e *T. laniflora* no auge da estação chuvosa, nos meses de dezembro e janeiro, quando as temperaturas podem chegar a 35º C ou mais (MADEIRA & FERNANDES,1999; BELO *et al*., 2013). Além disso, os dados fenológicos dessas duas espécies apresentam sincronia com os dados climáticos da Serra do Cipó, MG. As espécies apresentam a frutificação no período da seca (*M. tetrasticha*: março-abril (BELO *et al*., 2013) e *T. laniflora*: agosto-setembro (PACÍFICO & KARINA FIDANZA, 2018).

Esta diversidade de germinabilidade é esperada, uma vez que estudos indicam a grande variação de padrões fenológicos de espécies até mesmo dentro da mesma família, mesmo considerando o pequeno número de espécies observadas em algumas regiões (BELO *et al*., 2013). É esperado que espécies com diferentes distribuições geográficas e ecológicas produzam sementes com variações quanto ao requerimento térmico para a germinação (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989; GOMES *et al*., 2001; BRANCALION *et al.,* 2010). Todavia, Silveira *et al.,* (2013) observaram um padrão geral para a germinação de sementes de 25 espécies de Melastomataceae sob condições controladas, que apresentaram comportamento uniforme e fotoblásticas positivas.

De modo geral, a maioria das espécies de Melastomataceae apresentaram uma diminuição parcial ou total da germinação a 35°C sugerindo o efeito deletério das temperaturas extremas sobre as sementes de Melastomataceae (SILVEIRA *et al*., 2013). Observou-se também a adaptação das espécies à alternância de temperatura, revelando sua adaptação ao clima característico dos Campos Rupestres da Serra do Cipó, onde as temperaturas quentes que ocorrem durante o dia, principalmente nos ambientes sobre afloramentos rochosos, são radicalmente reduzidas à noite (NUNES *et al*., 2016).

Conclusão

As espécies de Melastomataceae avaliadas neste estudo apresentaram potencial germinativo diferenciado, respondendo de forma significativa às variadas condições de temperaturas constantes e alternadas. A germinação de sementes foi inibida para a maioria das espécies quando sob temperatura de 35°C, enquanto sob as temperaturas constantes entre 20 e 30°C e alternadas a germinação foi estimulada. Os resultados evidenciaram a ampla faixa germinativa das espécies estudadas, que demonstraram adaptação às condições climáticas gerais dos campos rupestres da Serra do Cipó, onde as temperaturas se apresentam altas durante o dia tendo brusca queda durante a noite.

Nota-se, no entanto, as altas temperaturas (35ºC) para *M. tetrastichia* e *T. laniflora* dificultam a germinação, evidenciando o cuidado para propagação dessas espécies especialmente durante a estação chuvosa quando as temperaturas são maiores. Os conhecimentos gerados nesse trabalho sobre o comportamento germinativo de espécies Melastomataceae podem auxiliar na propagação dessas espécies em programas de restauração ecológica, bem como no seu manejo visando a conservação dos campos rupestres.

Referências

BARBOSA, N. P. U.; FERNANDES, G. W.; CARNEIRO, M. A. A.; JUNIOR, L. A. C. Distribution of non-native invasive species and soil properties in proximity to paved roads and unpaved roads in a quartzitic mountainous grassland of southeastern Brazil (rupestrian fields). **Biological Invasions,** v.12, p. 3745–3755, 2010.

BARBOSA, N. P. U.; FERNANDES, G. W.; SANCHEZ-AZOFEIFA, A. A relict species restricted to a quartzitic mountain in tropical America: an example of microrefugium? **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, p. 299-309, 2015.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds:** ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press, 1998. 666 p.

BELO, R. M. *et al*. Fenologia reprodutiva e vegetativa de arbustos endêmicos de campo rupestre na Serra do Cipó, Sudeste do Brasil. **Rodriguésia,** v. 64, p. 817-828, 2013.

BRANCALION, P. H. S.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 15-21, 2010.

BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. Concluding remarks: historical perspective and the future of island biogeography theory. **Global Ecology and Biogeography**, v. 9, p. 87-92, 2000.

CARREIRA, R. C.; ZAIDAN, L. B. P. Germinação de sementes de espécies de Melastomataceae de Cerrado sob condições controladas de luz e temperatura. **Hoehnea,** v. 34, p. 261-269, 2007.

CLAUSING, G.; MEYER, K.; RENNER, S. S. Correlations among fruit traits and evolution of different fruits within Melastomataceae**. Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 133, p. 303–326, 2000.

CLAUSING, G.; RENNER, S. S. Molecular phylogenetics of Melastomataceae and Memecylaceae: Implications for character evolution. **American Journal of Botany**, v. 88, p. 486–498, 2001.

CONCEIÇÃO, A. A. *et al*. Rupestrian grassland vegetation, diversity, and origin. In: FERNANDES, G. W. (Ed.). **Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil**. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. p. 105-127.

FERNANDES, G. W. The megadiverse rupestrian grassland. In: FERNANDES, G. W. (Ed.). **Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil**. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. p. 3-14.

GIULIETTI, N.; GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R.; MENEZES, N. L. Estudos de sempre-vivas: importância econômica do extrativismo em Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 1, p. 179-194, 1988.

GODOI, S.; M. TAKAKI. Seed germination in *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogniaux (Melastomataceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, n. 4, p. 571–578, 2007.

GOMES, V.; MADEIRA, J. A.; FERNANDES, G. W.; LEMOS FILHO, J. P. Seed dormancy and germination of sympatric species of *Chamaecrista* (Leguminosae) in a rupestrian field. **International Journal of Ecology and Environmental Sciences**, v. 27, p. 191-197, 2001.

LE STRADIC, S. *et al*. The role of native woody species in the restoration of Campos Rupestres in quarries. **Applied Vegetation Science**, v. 17, p. 109–120, 2014.

LABOURIAU, L. G. On the physiology of seed germination in *Vicia graminea* Sm. 1. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, v. 42, p. 235-62, 1970.

MADEIRA, J. A.; FERNANDES, G. W. Reproductive phenology of sympatric taxa of *Chamaecrista* (Leguminosae) in Serra do Cipó, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 1, p. 463-479, 1999.

MARQUES, A. R.; GARCIA, Q. S.; REZENDE, J. L. P.;

FERNANDES, G. W. Variations in leaf characteristics of two species of *Miconia* in the Brazilian cerrado under different light intensities. **Tropical Ecology**, v. 41, p. 47-56, 2000.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. New York: Pergamon Press, 1989, 270 p.

MELO, J. T. *et al*. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado:** ambiente e flora. Planaltina, Brasilia, DF: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 195-243.

MENDONÇA, R. C. *et al.* Flora vascular do bioma cerrado: Checklist com 12.356 espécies. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds). **Cerrado:** ecologia e flora. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, 2008. p. 421–1279.

NUNES, F. P. *et al.* Seed germination ecology in rupestrian grasslands. In: FERNANDES, G. W. (Ed.). **Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil**. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. p. 207-225.

PACÍFICO, R.; FIDANZA, K. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais. **Boletim de Botânica**, v. 36, p. 25-95, 2018.

PEARSON, T. R. H.; BURSLEM, D.; MULLINS, C. E.; DALLING, J. W. Germination ecology of Neotropical pioneers: Interacting effects of environmental conditions and seed size. **Ecology**, v**.** 83, p. 2798–2807, 2002.

RANIERI, B. D.; NEGREIROS, D.; LANA, T. C.; PEZZINI, F. F.; FERNANDES, G. W. Germinação de sementes de *Lavoisiera cordata* Cogn. e *Lavoisiera francavillana* Cogn. (Melastomataceae), espécies simpátricas da Serra do Cipó, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 523-530, 2003.

RANAL, M.; SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process? **Brazilian Journal of Botany**, v. 29, p. 1-11, 2006.

ROCHA, N. M. W. B. *et.al.* Phenology patterns across a rupestrian grassland altitudinal gradient. In: FERNANDES, G. W. (Ed.). **Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil**. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. p. 275-289.

ROMERO, R.; WOODGYER, E. M. Rediscovery of two species of *Microlicia* (Melastomataceae) in Minas Gerais, Brazil. **Phytotaxa,** v. 173, n.1, p. 41–48, 2014.

SCHAEFER, C. E. G. R. *et.al*. The physical environment of rupestrian grasslands (Campos Rupestres) in Brazil: geological, geomorphological and pedological characteristics, and interplays. In: FERNANDES, G. W. (Ed.). **Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil**. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. p. 15-53.

SILVEIRA, F. A. O.; FERNANDES, G. W.; LEMOS, J. P. Seed and seedling ecophysiology of neotropical Melastomataceae: implications for conservation and restoration of savannas and rainforests. **Missouri Botanical Garden**. v. 99, n.1, p. 82-99, 2013.

SILVEIRA, F. A. O. *et. al.* Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant and soil**, v. 403, p. 129-152, 2016.

VÁSQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, p. 69–87, 1993.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1996.

Agradecimentos

Agradecemos a Rosana Rocha e Felipe Pena pelas fotografias das espécies, a Felipe Alencar de Carvalho pelo mapa, José Rubens Pirani pelas identificações taxonômicas e a Reserva Vellozia pelo apoio logístico no campo e laboratório. A pesquisa teve apoio financeiro da FAPEMIG, CNPq, CAPES, Vale e Anglo American.