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

Yumi Oki¹, Vanessa da Cruz Carvalho¹, Vinícius da Silveira Vieira¹, Flávia Peres Nunes¹, Leticia Cristiane de Sena Viana¹, 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).

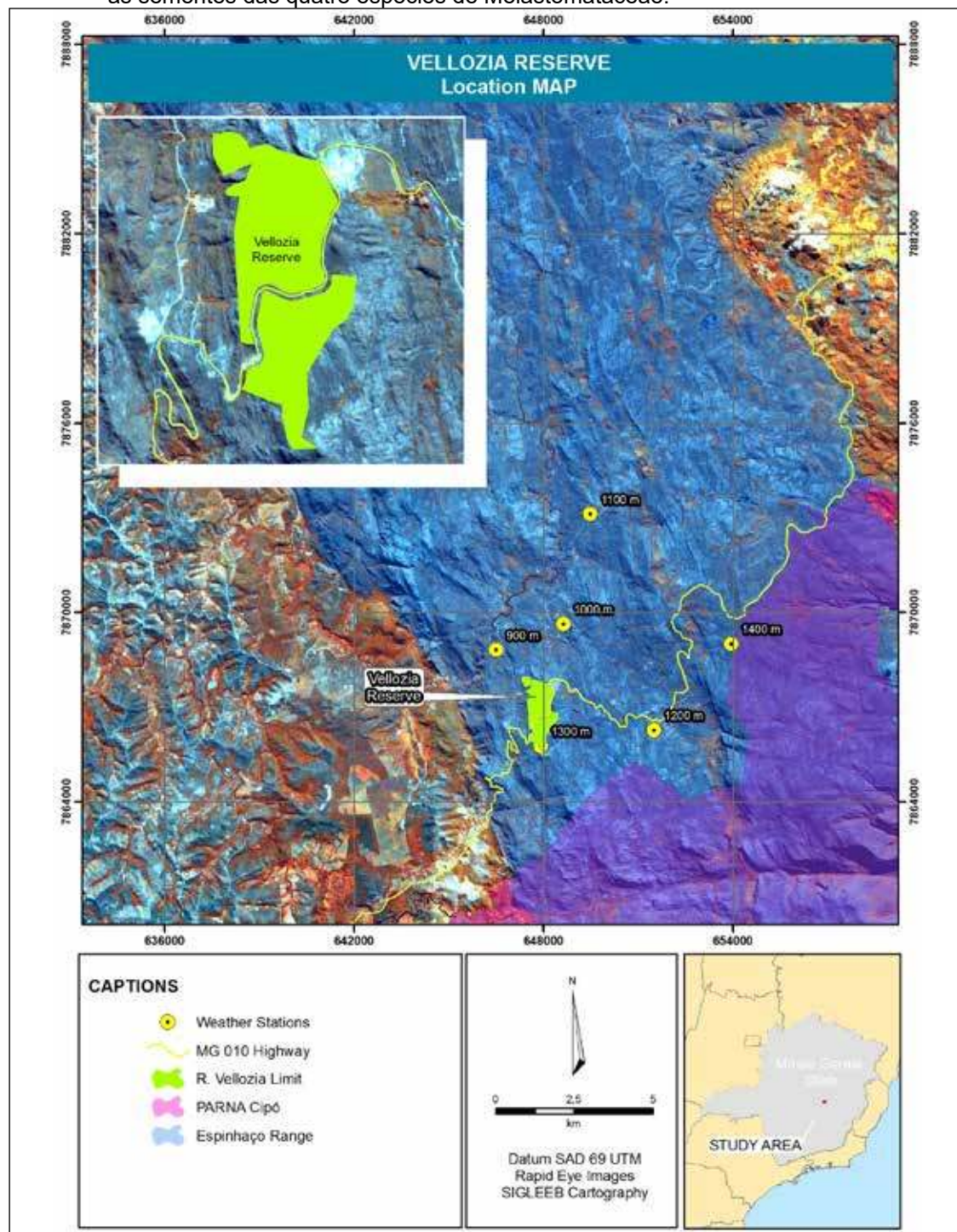
Considerando a grande produção de sementes, abundância de espécies e indivíduos e relativa facilidade com que germinam, é de interesse conhecer as condições de luz e temperatura que favorecem a germinação das Melastomataceae (CARREIRA & ZAIDAN, 2007). Além disso, diversos gêneros da família, como *Microlicia*, 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 Carvalho³

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).

³Geógrafo, 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 Oxygen Demand), com fotoperíodo de 12 horas (claro/escuro) e escuro contínuo, sob temperatura de 15, 20, 25, 30 e 35°C 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 25°C e 20 a 30°C 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 25°C e 20 a 30°C (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 ger-

minação (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 Germinação (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
		15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	
<i>Lavoisiera cordata</i>	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
<i>Microlicia tetrastichia</i>	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
<i>Trembleya laniflora</i>	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
<i>Pleroma heteromallum</i>	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 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 20-30°C (IG= 11,80±4,10 dias) sob

fotoperíodo 12C:12E quando comparado ao escuro contínuo (15-25°C: 21,80±3,60 dias; tratamento de temperaturas alternadas sob 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 15-25°C e 20-30°C 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
		15-25°C (12 C:12 E)	20-30°C (12 C:12 E)	15-25°C (E)	20-30°C (E)	
<i>Lavoisiera cordata</i>	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
<i>Pleroma heteromallum</i>	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
<i>Microlicia tetrastichia</i>	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
<i>Trembleya laniflora</i>	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 35°C, 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 35°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 (35°C) 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.; NOVENBRE, 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.; Z Aidan, 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, Brasília, 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 rupes-trian 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.