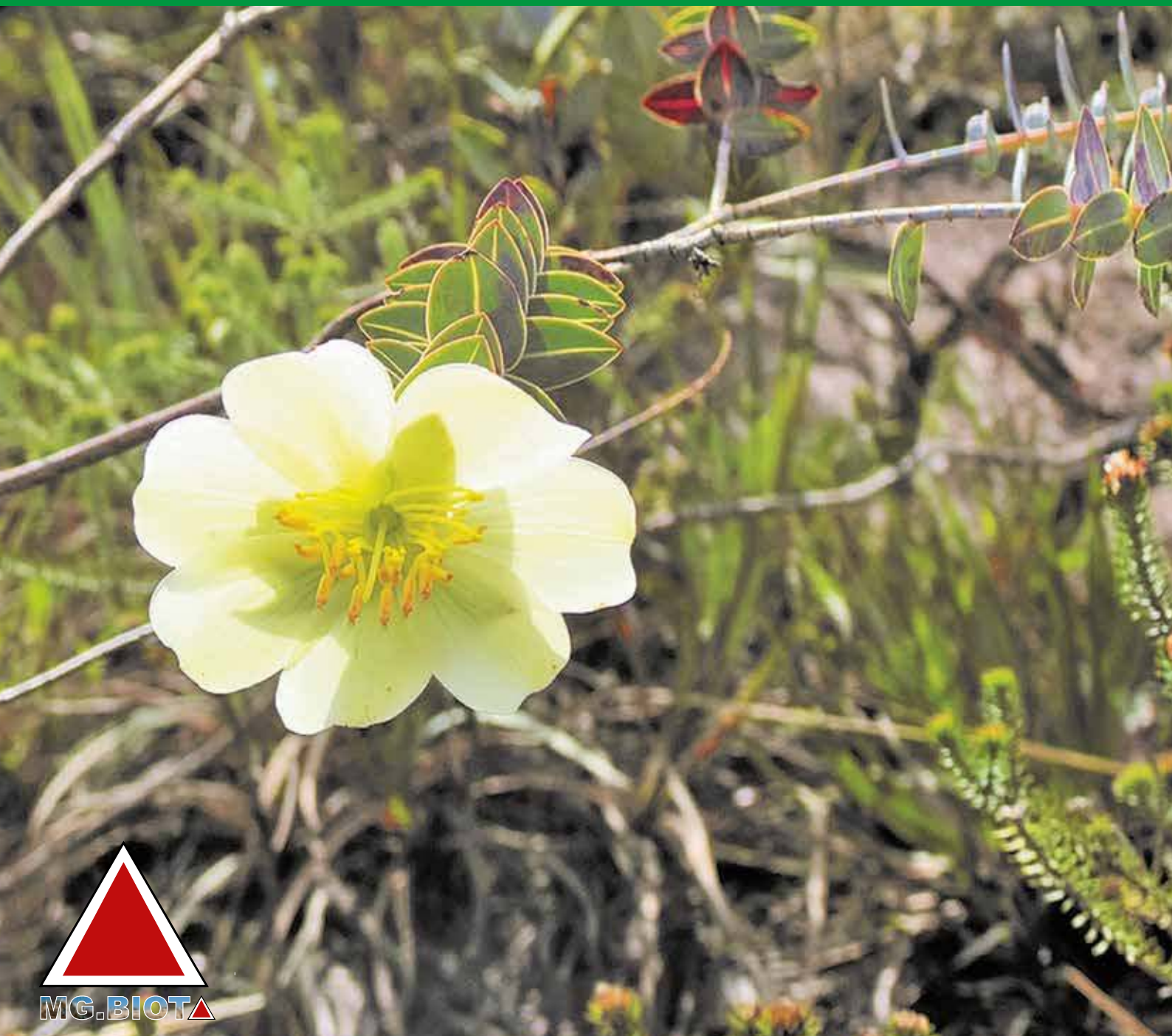


MG.BIOTA

v.13, n.1 – Julho / Dezembro 2020
ISSN online 2675-7893

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS - MG

DIRETORIA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO



MG.BIOTA

Publicação da Diretoria de Unidades de Conservação – Instituto Estadual de Florestas - IEF
Rodovia Papa João Paulo II, 4143 – Serra Verde – Belo Horizonte/MG – CEP: 31.630-900
Edifício Minas – 1º andar

Conselho Editorial

Cláudio Vieira Castro - IEF
Priscila Moreira de Andrade – IEF
Adriano Pereira Paglia - UFMG
Fabiano Rodrigues de Melo – UFV

Editores Associados

Flávia Campos Vieira
Luís Fernando dos Santos Clímaco

Coordenação Editorial

Janaína A. Batista Aguiar
John Eurico
Márcia Beatriz Silva de Azevedo
Mônica Maia
Priscila Moreira de Andrade
Rosinalva da Cunha dos Santos
Sandra Mara Esteves de Oliveira
Silvana de Almeida

Normalização: Silvana de Almeida
CRB. 1018-6

Colaboradores deste número

Fábio Alcantara Fonseca
Luís Fernando dos Santos Clímaco
Mariana Yankous Gonçalves Fialho
Sandra Mara Esteves de Oliveira

Foto Capa: Rosana Rocha

Imagem: *Lavoisiera cordata* – Serra do
Cipó/MG

Foto Contracapa: Rosana Rocha

Imagem: *Microlicia tetrasticha* – Serra do
Cipó/MG

MG.Biota, v.13, n.1 – julho/dezembro de 2020

Periodicidade: semestral

ISSN online 2675-7893

<http://mgbiota.ief.mg.gov.br>

projetospesquisas.ief@meioambiente.mg.gov.br

Belo Horizonte/MG

MG.BIOTA

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS - MG

DIRETORIA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

MG.BIOTA	Belo Horizonte	v. 13 n. 1	jul./dez.	2020
----------	----------------	------------	-----------	------

SUMÁRIO

Editorial	05
Germinação de espécies de melastomataceas de campo rupestre da Serra do Cipó, Minas Gerais <i>Yumi Oki, Vanessa da Cruz Carvalho, Vinícius da Silveira Vieira, Flávia Peres Nunes, Letícia Cristiane de Sena Viana, Geraldo Wilson Fernandes</i>	06
Comportamento germinativo de sementes de <i>Cecropia pachystachya</i> Trec. (Urticaceae) provenientes de campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais <i>Vanessa da Cruz Carvalho, Yumi Oki, Geraldo Wilson Fernandes, Flávia Peres Nunes, Vinicius Augusto da Silveira Vieira</i>	19
Comportamento germinativo de sementes de <i>Jacaranda caroba</i> Vell. D.C (Bignoniaceae) de populações da Serra do Cipó, Minas Gerais, sob diferentes condições de luz e temperatura <i>Yumi Oki, Vinicius da Silveira Vieira, Vanessa da Cruz Carvalho, Flávia Peres Nunes, Geraldo Wilson Fernandes</i>	30
Quais fatores podem afetar a seleção de frutos por aves? Um estudo de caso utilizando modelos de frutos artificiais em um fragmento florestal urbano <i>Gabriele Andreia da Silva e Débora Nogueira Campos Lobato</i>	42
Em Destaque	
Papel dos besouros rola-bosta (Scarabaeinae) na restauração através da dispersão secundária <i>Hernani Alves Almeida, Wallace Beiroz, Yasmine Antonini</i>	52

EDITORIAL

Nesta edição da revista MG.Biota, apresentamos temáticas interessantes, com cinco artigos, sendo três partes de um projeto “Germinação de espécies vegetais do campo rupestre”, desenvolvido pelo Departamento de Genética, Ecologia e Evolução, Instituto de Ciências Biológicas-ICB, da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, na Serra do Cipó/MG: Germinação de espécies de melastomataceas de campo rupestre; Comportamento germinativo de sementes de *Cecropia pachystachya* Trec. (Urticaceae); Comportamento germinativo de sementes de *Jacaranda caroba* Vell. D.C (Bignoniaceae). Segundo os responsáveis pelo projeto, os pesquisadores Yumi Oki e Geraldo Wilson Fernandes: “O campo rupestre representa um ecossistema de singular biodiversidade e endemismo. As plantas que habitam esse ecossistema savânico apresentam comportamento germinativo particular que favorece a comunidade vegetal a desenvolver em um ambiente com duas estações bem definidas, ampla variação térmica durante o dia e uma grande heterogeneidade de habitats. Apesar de uma flora que pode chegar a mais de 5000 espécies, o número de estudos sobre a germinação no campo rupestre é relativamente baixo. Conhecimentos desta natureza podem proporcionar melhor entendimento dos padrões e dos fatores ambientais (água, luz, temperatura, fogo) e intrínsecos (viabilidade, tamanho e dormência da semente) que interferem na germinação das espécies do campo rupestre. Este conhecimento é fundamental para que possamos elaborar estratégias de uso sustentável destas espécies bem como formular programas de conservação e restauração ecológica. Para tanto, o projeto consiste em avaliar a ecofisiologia da germinação de espécies vegetais do campo rupestre quartzítico e ferruginoso. Mais 37 espécies vegetais já foram avaliadas. Até o momento, observamos que: 1. a melhor faixa de temperatura para germinar varia com a espécie vegetal; 2. a maioria das espécies vegetais selecionadas e testadas (78% das espécies estudadas) apresentaram uma maior porcentagem e velocidade de germinação na faixa de 20-30°C. Esperamos que os resultados da pesquisa possam auxiliar na conservação dessas espécies, bem como, contribuir na restauração de áreas degradadas do campo rupestre.”

O quarto artigo “Quais fatores podem afetar a seleção de frutos por aves? Um estudo de caso utilizando modelos de frutos artificiais em um fragmento florestal urbano”, com pesquisa desenvolvida no Parque do Gafanhoto, uma área verde urbana localizada no município de Divinópolis/MG objetivou, segundo os autores, “analisar se a taxa de consumo de frutos artificiais por aves é influenciada pelo período reprodutivo das aves e pela coloração dos frutos”, demonstrando a importância de estudos sobre a dispersão de sementes e padrões de fragmentação florestal, para fornecimento de subsídios tanto para compreensão de impactos como na manutenção de espécies vegetais em áreas verdes urbanas.

Finalizando a edição, “Em Destaque - Papel dos besouros rola-bosta (Scarabaeinae) na restauração através da dispersão secundária”, coleópteros considerados prestadores de serviço ecossistêmico importante, pela função de executar a dispersão secundária de sementes, contribuindo de forma significativa para o auxílio na restauração ambiental.

Desejamos a todos, uma boa leitura!

Priscila Moreira de Andrade

Analista Ambiental - IEF

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, Letícia 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).

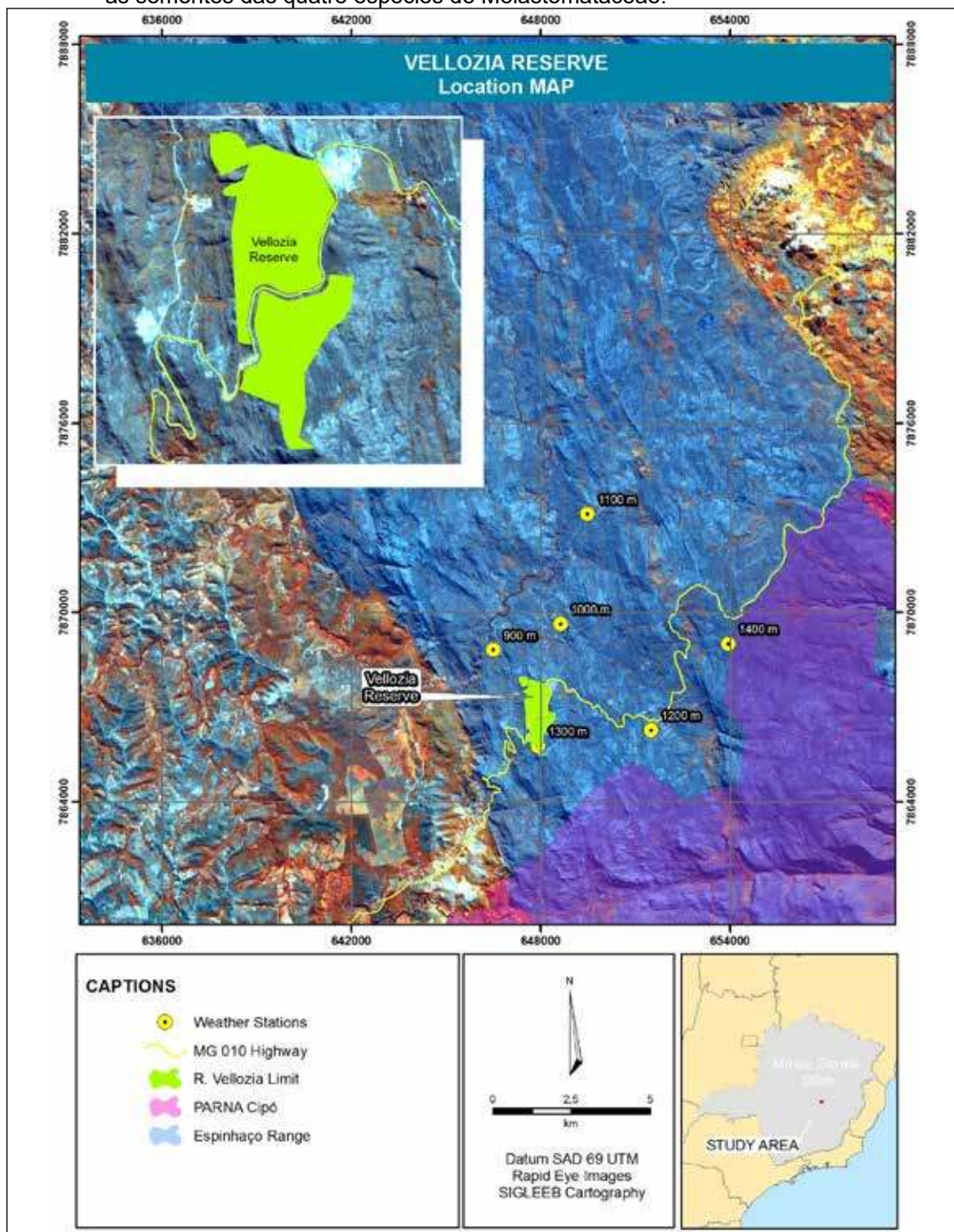
Considerando a grande produção de sementes, abundância de espécies e indivíduos e relativa facilidade com que germinam, é de interesse conhecer as condições de luz e temperatura que favorecem a germinação das Melastomataceae (CARREIRA & ZAIDAN, 2007). Além disso, diversos gêneros da família, como *Microlicia*,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

Comportamento germinativo de sementes de *Cecropia pachystachya* Trec. (Urticaceae) provenientes de campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais

Vanessa da Cruz Carvalho¹, Yumi Oki², Geraldo Wilson Fernandes³, Flávia Peres Nunes⁴, Vinicius Augusto da Silveira Vieira⁵

Resumo

Cecropia pachystachya é uma espécie pioneira com ampla distribuição no Brasil e encontrada em várias formações vegetais, incluindo até mesmo os Campos Rupestres. Este estudo avaliou a germinabilidade das sementes de *C. pachystachya* provenientes de campo rupestre da Serra do Cipó, em Minas Gerais, em 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 e 12 horas escuro (12C:12E) e escuro contínuo. A porcentagem de germinação entre as temperaturas constantes foi semelhante (média= 67%) e também entre as temperaturas alternadas sob fotoperíodo de 12C:12E e escuro contínuo (média= 60,7%). Esses resultados revelam uma tolerância à variação térmica para a germinação de sementes de *C. pachystachya*, o que provavelmente auxiliou no aumento populacional da espécie observado na Serra do Cipó nos últimos anos.

Palavras-chave: Ambientes extremos, espécie pioneira, germinação de sementes, tolerância climática, Serra do Cipó.

Abstract

Cecropia pachystachya is a pioneer species with wide distribution in Brazil and found in several plant formations, including the Campo Rupestre. This study evaluated the germinability of *C. pachystachya* seeds collected in the campo rupestre of Serra do Cipó, in Minas Gerais, at constant temperatures of 15, 20, 25, 30 and 35°C and alternating temperatures at 15-25°C and 20-30°C under photoperiod of 12 hours light and 12 hours dark (12C:12E) and continuous dark. Germination percentage among the constant temperatures (average = 67%) was similar and also between alternating temperatures under photoperiod of 12C:12E and continuous dark (average = 60.7%). These results show a tolerance to thermal variation for the germination of *C. pachystachya* seeds, which probably has helped in the population increase of the species observed in Serra do Cipó in the last years.

Keywords: Extreme environments, pioneer species, seed germination, climate tolerance, Serra do Cipó.

¹Bióloga, bolsista LEEB, ICB, UFMG.

²Bióloga, Bolsista de Pós-doutorado, Pesquisadora. LEEB, ICB, UFMG.

³Biólogo, Pós-doutor, Professor titular. LEEB, ICB, UFMG. Autor para correspondência: gw.fernandes@gmail.com

⁴Bióloga, Pós-doutora, LEEB, ICB, UFMG.

⁵Engenheiro Agrônomo, mestre, Pesquisador. LEEB, ICB, UFMG.

Endereço: Laboratório de Ecologia Evolutiva e Biodiversidade - LEEB. Departamento de Ecologia, Genética e Evolução. Instituto de Ciências Biológicas - ICB, UFMG. Av. Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte, MG. CEP 30.161-970.

Introdução

O comportamento germinativo de uma espécie está relacionado à sua história evolutiva e adaptações fisiológicas às variáveis ambientais locais, estabelecidas ao longo do tempo (GALLOWAY, 2005; JUMP & PENUELAS, 2005; GIMÉNEZ-BENAVIDES *et al.*, 2007; SALES *et al.*, 2013; NUNES *et al.*, 2016). Os fatores abióticos de temperatura e luz exercem uma forte influência no comportamento germinativo, atuando de forma distinta sobre as espécies vegetais (PROBERT, 1992; SASSAKI *et al.*, 1999; GARCIA & DINIZ, 2003; VELTEN & GARCIA, 2005; ZAIDAN & CARREIRA, 2008) e até mesmo em diferentes populações de uma mesma espécie vegetal (QADERI *et al.*, 2005; SALES *et al.*, 2013). As espécies vegetais ou algumas populações isoladas têm condições de temperatura e de luz ótimos para atingirem sua maior germinabilidade, e geralmente as de origem tropical apresentam uma faixa temperatura ótima entre 20 a 30°C (ABREU & GARCIA, 2005; ZAIDAN & CARREIRA, 2008).

Os campos rupestres são ambientes com condições climáticas extremas e solos nutricionalmente pobres, alta diversidade biológica e os maiores níveis de endemismo do Brasil (ALVES & KOLBEK, 2010; CARVALHO *et al.*, 2012; STRADIC *et al.*, 2014). Embora o conhecimento sobre a ecologia e a adaptabilidade de espécies vegetais nestes ambientes seja ainda restrito, poderia auxiliar na conservação de espécies e em projetos de restauração ambiental (FERNANDES *et al.*, 2016). A necessidade deste conhecimento é ampliada frente às crescentes perdas da

diversidade local através de atividades antrópicas e colonização de ambientes naturais por espécies invasoras, particularmente em áreas próximas a estradas onde o risco de invasão biológica e propagação é alto (HANSEN & CLEVENGER, 2005; BARBOSA *et al.*, 2010).

O gênero *Cecropia* apresenta distribuição centrada na região andina, em cujas montanhas e terras baixas adjacentes ocorrem cerca de 70 espécies já descritas, especialmente em ambientes úmidos (CUATRECASAS, 1982). No Brasil, *Cecropia* é considerado o gênero de maior destaque na família Urticaceae, onde estima-se a ocorrência de 34 espécies distribuídas em três das cinco regiões fitogeográficas neotropicais (BERG & FRANCO-ROSSELLI, 2005), geralmente formações secundárias ou clareiras no interior de florestas. Apesar de sua ampla distribuição no país (ARAÚJO *et al.*, 2001; VÁLIO & SCARPA, 2001; SCHERER & JARENKOW, 2006; CORRÊA & FILHO, 2007; BOCCHESI *et al.*, 2008; CHEUNG *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2011; SAMPAIO *et al.*, 2012), registros de ocorrência de *Cecropia* em ambientes xéricos de campos rupestres não eram frequentes (MARTINS & PIRANI, 2010). No entanto, observações pessoais (FERNANDES, G. W.) nos últimos dez anos têm mostrado um crescente aumento de indivíduos de *C. pachystachya* em áreas naturais e degradadas de campos rupestres na Serra do Cipó, antes encontradas somente na orla de mata ciliar e de capões, matas semidecíduas e nas clareiras situadas junto a vertentes ou cursos d'água da região.

Além disso, *C. pachystachya*, por pertencer ao grupo ecológico das pioneiras, apresenta um rápido crescimento, com alta

produção de biomassa foliar, contribuindo para o incremento da camada de serapilheira e conseqüente adubação do solo (MARTINS, 2013). Esta adubação não é característica dos campos rupestres e pode alterar, portanto, a colonização de espécies endêmicas já adaptadas à excassês de recursos edáficos. Assim, especialmente em campos rupestres, que apresenta um alto endemismo de espécies vegetais, a colonização e ampliação da distribuição de *C. pachystachya* pode alterar a estrutura, fluxo de energia e na dinâmica das comunidades (GIULIETTI & PIRANI, 1988), criando novas condições ambientais que podem influenciar nos padrões germinativos (SALES *et al.*, 2013). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o sucesso germinativo de sementes de *C. pachystachya* em campos rupestres da Serra do Cipó em temperaturas

constantes e alternadas sob condições de fotoperíodo e escuro contínuo.

Materiais e métodos

As sementes de *C. pachystachya*, fotografias 1 e 2, foram coletadas em julho de 2012 nos campos rupestres da propriedade particular denominada “Reserva Vellozia”, a 1150 metros acima do nível do mar, Mapa 1, na Serra do Cipó, Minas Gerais, localizados na porção sul da Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais. Foram priorizados indivíduos com bom aspecto fisiológico para a coleta de sementes de *C. pachystachya*. As temperaturas médias do período ficaram em torno de 21°C com fortes flutuações térmicas diárias, caracterizando o clima tropical de altitude com invernos secos e com verões chuvosos (MADEIRA & FERNANDES, 1999).

Fotografia 1 - *Cecropia pachystachya*



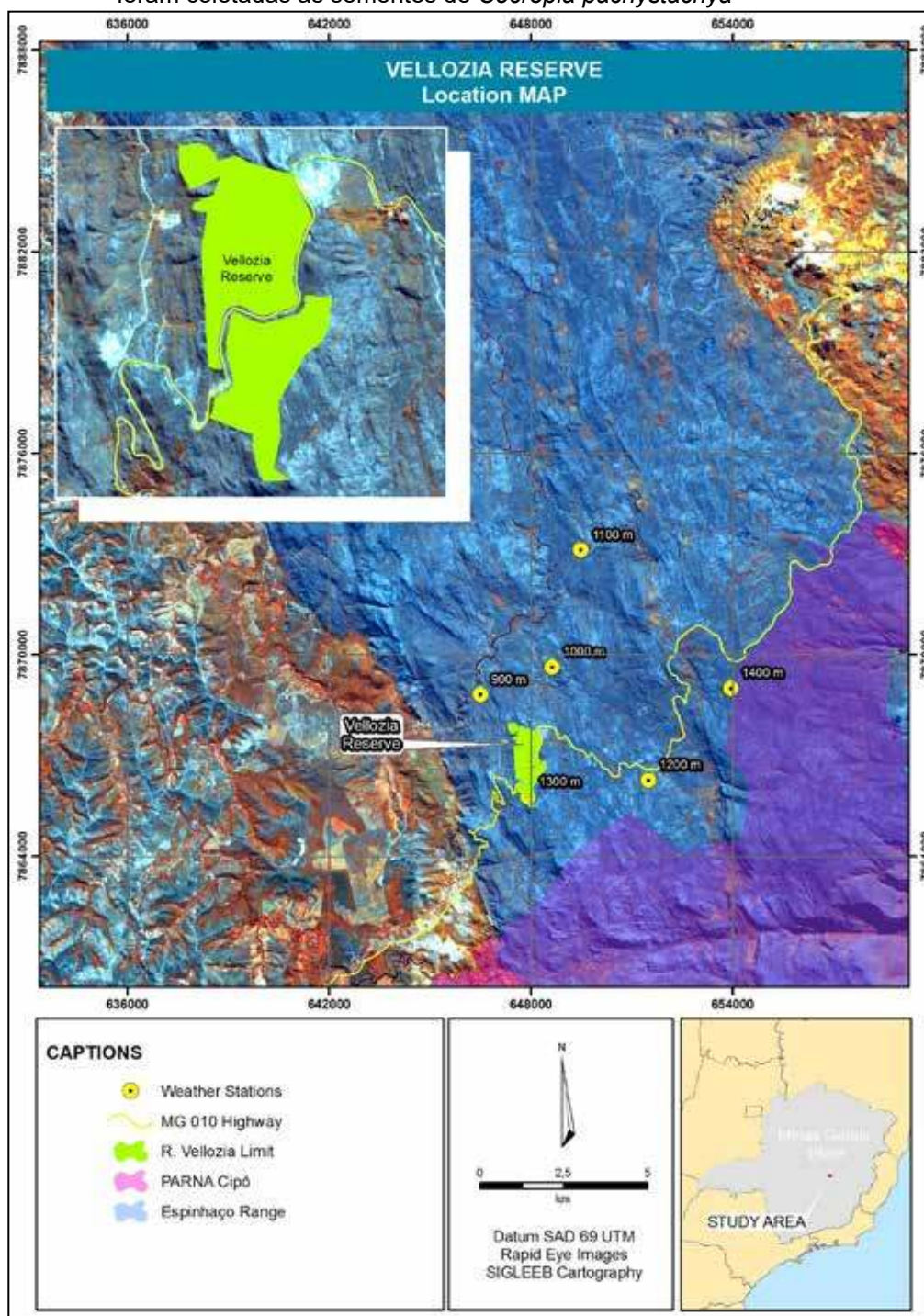
Fonte: Geraldo Wilson Fernandes, 2015

Fotografia 2 - *Cecropia pachystachya*



Fonte: Geraldo Wilson Fernandes, 2015

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



Fonte: Felipe Alencar de Carvalho⁶

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).

⁶Geógrafo, Universidade Federal de Minas Gerais

Após as coletas, as sementes foram limpas e esterilizadas para realização de dois experimentos de germinação em câmaras de germinação do tipo B.O.D (Biochemical Oxygen Demand). O primeiro experimento avaliou o efeito da temperatura constante sob fotoperíodo de 12 horas claro e 12 horas escuro (12C:12E) sobre a germinação de *C. pachystachya*. Nesse experimento foram utilizados cinco tratamentos de temperatura constante: 15, 20, 25, 30, 35 °C. O segundo experimento avaliou o efeito da alternância de temperatura em fotoperíodo 12C:12E e em escuro contínuo na germinação da espécie vegetal estudada. Para esse experimento foram utilizados quatro tratamentos: temperatura alternada de 15-25° C sob fotoperíodo de 12C:12E; temperatura alternada de 20-30° C sob fotoperíodo de de 12C:12E; temperatura alternada de 15-25° C sob escuro contínuo; temperatura alternada de 20-30° C sob escuro contínuo. Para germinação no escuro as placas foram cobertas com duas folhas de papel laminado.

Para cada tratamento foram utilizadas quatro placas de Petri (9 cm de diâmetro). A placa de Petri representou nossa unidade amostral. Em cada placa de Petri, foram inseridas 25 sementes contendo duas folhas de papel filtro umedecidas com solução Nistatina a 2% (e.g., GOMES *et al.*, 2001). Assim, para cada tratamento foram utilizadas 100 sementes por tratamento. Ao todo, para primeiro experimento com temperaturas constantes foram utilizadas 500 sementes (cinco tratamentos) para o segundo experimento com temperaturas alternadas em 12C:12E e

escuro contínuo foram 400 sementes (quatro tratamentos).

A germinação foi observada diariamente em microscópio estereoscópico durante 30 dias. Para a observação em escuro utilizou-se luz verde de segurança. O critério de germinação utilizado foi a protrusão da radícula, com registro diário do número de sementes por 30 dias.

Foram calculadas a porcentagem de germinação total, índice de velocidade de germinação (IVG), e dia de início da germinação (IG) para cada tratamento. Para comparar a influência das temperaturas constantes avaliadas para cada parâmetro (porcentagem de germinação, IVG e IG), de distribuição normal, foi usado o teste de análise de variância (ANOVA) e posteriormente para comparação entre um tratamento e outro, o teste Tukey com 5% de significância (ZAR, 1999). Para comparar a influência das temperaturas alternadas sob condições de fotoperíodo de 12h de luz e escuro contínuo avaliadas para cada parâmetro (porcentagem de germinação, IVG e IG), de distribuição não normal, foi usado o teste Kruskal-Wallis, e posteriormente para comparação entre um tratamento e outro, o teste Tukey com 5% de significância (ZAR, 1999).

Resultados

As sementes de *C. pachystachya* apresentaram uma boa taxa de germinação sem tratamento de quebra de dormência (acima de 50%) (TABELA 1).

Tabela 1 - Valores médios (\pm Erro padrão) da porcentagem de germinação (G%); média do Índice de velocidade de germinação (IVG); Início de germinação (IG) das sementes de *Cecropia pachystachya* sob tratamentos em temperaturas constantes no fotoperíodo de 12h claro e 12 h escuro (12C:12E). Em negrito valores menores de IG e maiores de IVG e encontrado entre tratamentos.

Parâmetro	Tratamento	Temperatura constante				
		15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
G (%)	12C:12E	52,00 \pm	70,00 \pm	70,00 \pm	77,00 \pm	67,00 \pm
		4,89a	5,77a	2,58a	6,40a	6,40a
IG (dias)	12C:12E	24,00 \pm	12,00 \pm	9 \pm	6,00 \pm	7,00 \pm
		0,71a	0,001b	0,001ac	0,001c	0,001b
IVG	12C:12E	0,49 \pm	1,16 \pm	1,59 \pm	2,38 \pm 0,22c	1,58 \pm
		0,04b	0,07ab	0,10a		0,16d

Fonte: Elaborado pelos autores

Nota: Valores médios seguidos de letras diferentes em cada linha pelo teste de Tukey diferem entre si ($p < 0,05$).

A taxa média de germinação foi estatisticamente similar entre as temperaturas constantes testadas ($p = 0,062$), Tabela 1, enquanto o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) apresentou diferenças estatísticas entre as mesmas ($p < 0,001$) (TABELA 1). Os maiores valores de IVG foi a 30°C ($2,38 \pm 0,22$) e os menores a 15°C ($0,49 \pm 0,04$) (TABELA 1). O início da germinação nas temperaturas constantes diferiu estatisticamente entre os tratamentos ($p \leq 0,001$), com tempo necessário para iniciar a germinação de 6 dias sob temperatura de 30° C e de 24 dias sob 15°C.

A taxa de germinação das sementes de *C. pachystachya* não variaram entre temperaturas alternadas em condições de fotoperíodo e escuro contínuo ($p > 0,05$; TABELA 2). O início da germinação foi mais rápido no experimento com temperaturas alternadas, variando de 6 a 10 dias (20-30°C e 15-25°C, respectivamente) do que no experimento com

temperaturas constantes, que variou de 6 a 24 dias (a 30 e 15°C, respectivamente). Houve também variação entre o IVG ($p = 0,04$) e o IG ($p = 0,004$) entre temperaturas alternadas em condições de fotoperíodo e escuro contínuo. No entanto, observou-se que o IVG e o IG não variaram entre os fotoperíodos na mesma faixa de temperatura alternada, assim como entre as mesmas faixas de temperatura na mesma condição de fotoperíodo ($p > 0,05$; TABELA 2).

Tabela 2 - Valores médios (\pm Erro padrão) da porcentagem de germinação (%); média do Índice de velocidade de germinação (IVG); Início de germinação (IG) das sementes de *Cecropia pachystachya* sob tratamentos em temperaturas alternadas em fotoperíodo de 12h claro e 12h escuro

Parâmetro	15-25° C		20-30°C	
	Claro - Escuro	Escuro contínuo	Claro - Escuro	Escuro contínuo
Germinação (%)	62,70 \pm 15,00a	54,00 \pm 5,29a	64,00 \pm 8,16a	62,00 \pm 3,46a
IG	8,00 \pm 0,001ac	10,25 \pm 0,25a	6,00 \pm 0,001bc	7,25 \pm 0,48ac
IVG	1,71 \pm 0,41ac	1,03 \pm 0,10a	2,09 \pm 0,28bc	1,54 \pm 0,11ac

Fonte: Elaborado pelos autores

Nota: Valores médios seguidos por letras diferentes em cada linha pelo teste de Tukey diferem entre si ($p < 0,05$).

Discussão

As sementes de *C. pachystachya* provenientes de áreas de campos rupestres da Serra do Cipó, apesar de uma eventual dificuldade relacionada à superação da dormência, apresentaram uma boa taxa de germinação (57-67%), semelhante àquelas encontradas em *Cecropia hololeuca* (GODOI & TAKAKI, 2004) e maiores que as encontradas em sementes da mesma espécie coletadas em Campo Grande (Mato Grosso do Sul) em condições sem e após passar por trato digestivo de aves (32% e 46%, respectivamente) (BOCCHESI *et al.*, 2008).

Em ecossistemas tropicais a temperatura exerce uma forte influência no sucesso germinativo e atua de forma direta nos processos metabólicos da semente. A adaptação da espécie às condições ambientais determina a temperatura ótima, que é aquela na qual se obtém o maior percentual de germinação das sementes no menor tempo, isto é, maior velocidade de germinação (BASKIN & BASKIN, 1988). Geralmente, as espécies pioneiras tropicais têm a temperatura ótima de germinação elevada (VÁZQUEZ-YANES

& OROZCO-SEGOVIA, 1990). Nas sementes de *C. pachystachya* a temperatura ótima para germinação foi de 30°C, onde também foram encontrados o maior índice de velocidade e o menor tempo de germinação, semelhante a observado em *Cecropia obtusifolia* (GODOI & TAKAKI, 2005).

As espécies pioneiras, como *Cecropia pachystachya*, normalmente apresentam requerimentos específicos de condições ambientais para germinar em condições de clareira, propiciando adaptações aos regimes de luz e temperaturas alternadas. Esta exposição à luz solar direta pode influenciar a superação da impermeabilidade do tegumento à água (VÁZQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1982; BASKIN & BASKIN, 1998), alterando o balanço de substâncias promotoras e inibidoras da germinação (MARCOS FILHO, 2005). Temperaturas alternadas também podem suprir a necessidade de luz para a germinação de sementes fotoblásticas positivas (GODOI & TAKAKI, 2004), favorecendo o sucesso de germinação em regimes de temperaturas diferenciadas em espécies pioneiras (BRANCALION *et al.*, 2010). No entanto, nossos resultados não indicaram a influência da luz e

das faixas de temperaturas alternadas sobre o sucesso germinativo em *C. pachystachya* proveniente do campo rupestre, o que contradiz o observado em sementes da mesma espécie em vegetação semi-decídua (VÁLIO & SCARPA, 2001). Estes resultados sugerem adaptação do comportamento germinativo de *C. pachystachya* às condições ambientais dos campos rupestres da Serra do Cipó.

A adaptação às condições ambientais foi observada em espécies da família Urticaceae sob temperaturas alternadas (GODOI & TAKAKI, 2005), refletindo o mesmo padrão também encontrado para espécies de outras famílias como *Chamaecrista fasciculata* (Michx.) Greene, *Campanula americana* Hort. ex Steud., *Betula pendula* Roth e *Betula pubescens* Ehrh. (GALLOWAY, 2005; JUMP & PENUELAS, 2005; SALES *et al.*, 2013, NUNES *et al.*, 2016).

A capacidade das sementes da espécie de *C. pachystachya* provenientes do campo rupestre da Serra do Cipó germinarem em uma ampla faixa de temperatura, assim como em ambientes escuros e temperaturas alternadas, pode explicar o crescimento populacional da espécie observado nos últimos dez anos na região. Os campos rupestres da Serra do Cipó são ambientes com intensa variação térmica, onde ocorrem quedas bruscas de temperatura na transição dia-noite, contribuindo para a colonização da espécie. Entretanto, embora este crescimento populacional possa representar um aspecto natural mediante as crescentes mudanças no uso da terra e climáticas, há que se avaliar cuidadosamente os efeitos potencialmente deletérios da introdução da espécie em ambientes nutricionalmente po-

bres como os campos rupestres. Assim, uma vez que por ser espécie pioneira irá contribuir para o incremento da camada orgânica sobre o solo, incrementando a oferta nutricional em um ecossistema naturalmente com condições edáficas restritas. Alternativamente, seu uso na restauração de áreas degradadas de ecossistemas florestais pertencentes ao bioma da Mata Atlântica poderia ser uma alternativa importante.

Conclusão

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que as sementes da espécie *C. pachystachya* encontradas na Serra do Cipó apresentam comportamento germinativo que pode favorecer a colonização sob condições climáticas de alternância de temperatura e luminosidade, típicas dos Campos Rupestres. Este comportamento germinativo reflete a dinâmica populacional da espécie, bem como indicam o seu potencial de utilização na restauração ecológica de áreas degradadas florestais, essenciais para conservação da riqueza e biodiversidade ao longo de toda a cadeia do Espinhaço.

Referências

- ABREU, M. E. P.; GARCIA, Q. S. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae) ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, v. 19, n.1, p. 149-154, 2005.
- ALVES, R. J. V.; KOLBEK, J. Can campo rupestre vegetation be floristically delimited based on vascular plant genera? **Plant Ecology**, v. 207, p. 67-79, 2010.
- ARAÚJO, M. M.; OLIVEIRA, F. A.; VIEIRA, I. C. G.; BARROS, P. L. C.; LIMA, C. A. T. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do baixo rio Guamá, Amazônia Oriental. **Scientia Florestalis**, v. 59, p. 115-130, 2001.
- 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.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 1998. 666 p.
- BERG, C. C.; FRANCO-ROSSELLI, P. Cecropia. **Flora Neotropica Monograph**, v. 94, p. 1-230, 2005.
- BOCCHESI, R. A.; OLIVEIRA, K. M.; FAVERO, S.; GARNÉS, S. J. S.; LAURA, V. A. Chuva de sementes e estabelecimento de plântulas a partir da utilização de árvores isoladas e poleiros artificiais por aves dispersoras de sementes em áreas de Cerrado, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 16, n.3, p. 207-213, 2008.
- 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.
- CARVALHO, F. *et al.* The mosaic of habitats in the high-altitude Brazilian rupestrian fields is a hotspot for arbuscular mycorrhizal fungi. **Applied Soil Ecology**, v. 52, p. 9-19, 2012.
- CHEUNG, K. C.; MARQUES, M. C. M.; LIEBSCH, D. Relação entre presença de vegetação herbácea e a regeneração natural de espécies lenhosas em pastagens abandonadas na floresta ombrófila densa do sul do Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 23, n.4, p. 1048-1056, 2009.
- CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B. M. Levantamento florístico do estrato lenhoso das áreas mineradas no Distrito Federal. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1099-1108, 2007.
- CUATRECASAS, J. Miscellaneous notes on neotropical flora. XIV. **Phytologia**, v. 52, n.3, p.157-159,1982.
- 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, 2016. p. 449-477.
- GALLOWAY, L. F. Maternal effects provide phenotypic adaptation to local environmental conditions. **New Phytologist**, v. 166, p. 93-100, 2005.
- GARCIA, Q. S.; DINIZ, I. S. S. Comportamento germinativo de três espécies de *Vellozia* da Serra do Cipó, MG. **Acta Botanica Brasileira**, v. 17, n. 4, p. 487-494, 2003.
- GIMÉNEZ-BENAVIDES, L.; ESCUDERO, A.; IRIONDO, J. M. Local adaption enhances seedling recruitment along an altitudinal gradient in a high mountain mediterranean plant. **Annals of Botany**, v. 99, p. 723-734, 2007.
- GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia. In: VANZOLINI, P. F.; HEYER, W. R. (Eds.). **Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1988. p. 39-69.
- GODOI, S.; TAKAKI, M. Effects of light and temperature on seed germination in *Cecropia hololeuca* Miq. (Cecropiaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, p. 185-191, 2004.
- GODOI, S.; TAKAKI, M. Efeito da temperatura e a participação do fitocromo no controle de germinação de sementes de embaúba. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p. 87-90, 2005.
- 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.

- HANSEN, M. J.; CLEVENGER, A. P. The influence of disturbance and habitat on the presence of non-native plant species along transportation corridors. **Biological Conservation**, v. 123, p. 249–259, 2005.
- JUMP, A. S.; PENUELAS, J. Running to stand still: adaptation and the response of plants to rapid climate change. **Ecology Letters**, v. 8, p. 1010–1020, 2005.
- 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.(Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 12).
- MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2013,264 p.
- MARTINS, E. G. A.; PIRANI, J. R. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Urticaceae. **Boletim de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 161-173, 2010.
- 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.
- PROBERT, R. J. The role of temperature in germination ecophysiology. In: FENNER, M. **Seed the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CAB publish International, 1992, p. 285-325
- QADERI, M. M.; PRESTI, A.; CAVERS, P. B. Dry storage effects on germinability of Scotch thistle (*Onopordum acanthium*) cypselas. **Acta Oecologica**, v. 27, n. 2, p. 67-74, 2005.
- SALES, N. M.; FÉREZ-GARCIA, F; SILVEIRA, F. A. O. Consistent variation in seed germination across an environmental gradient in a Neotropical Savanna. **South African Journal of Botany**, v. 87, p. 129-133, 2013.
- SAMPAIO, M. T. F.; POLO, M.; BARBOSA, W. Estudo do crescimento de espécies de árvores semidecíduas em uma área ciliar revegetada. **Revista Árvore**, v. 36, n.5, p. 879-885, 2012.
- SANTOS, M. F., SERAFI, H.; SANO, P. T. Fisionomia e composição da vegetação florestal na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, v. 25, n.4, p. 793-814, 2011.
- SASSAKI R. M.; ZAIDAN L. B. P.; FELIPPE G. M. Effect of storage of achenes of *Bidens gardneri* Baker on light sensitivity during germination. **Revista Brasileira Botanica**, v. 22, p. 75-81, 1999.
- SCHERER, C.; JARENKOW, J. A. Banco de sementes de espécies arbóreas em floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira Botanica**, v. 29, n.1, p. 67-77, 2006.
- 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, n. 1, p. 109-120, 2014.
- VÁLIO, I. F. M.; SCARPA, F. M. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. **Revista Brasileira Botanica**, v. 24, n.1, p. 79-84, 2001.
- VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Seed germination of a tropical rain forest pioneer tree (*Helio-carpus donnell-smithii*) in response to diurnal fluctuation of temperature. **Physiologia Plantarum**, v. 56, n.3, p. 295-298, 1982.
- VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Ecological significance of light controlled seed germination in two contrasting tropical habitats. **Oecologia**, v. 83, n. 2, p. 171-175, 1990.
- VELTEN S. B.; GARCIA Q. S. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Eremanthus* (Asteraceae), ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, v. 19, p. 753-761, 2005.
- ZAIDAN, L. B. P.; CARREIRA, R.C. Seed germination in Cerrado species. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n.3, p.167-181, 2008.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984.

Agradecimentos

Agradecemos a Felipe Alencar de Carvalho e a Letícia Cristina de Sena Viana pelo auxílio nesse trabalho e a Reserva Vellozia e a Planta Ltda pelo apoio logístico no campo e laboratório. A pesquisa teve apoio financeiro da FAPEMIG, CNPq, CAPES, Vale e Anglo American.

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 Oki¹, Vinicius da Silveira Vieira¹, Vanessa da Cruz Carvalho¹, Flávia Peres Nunes¹, 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 transplante 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 (7º 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.

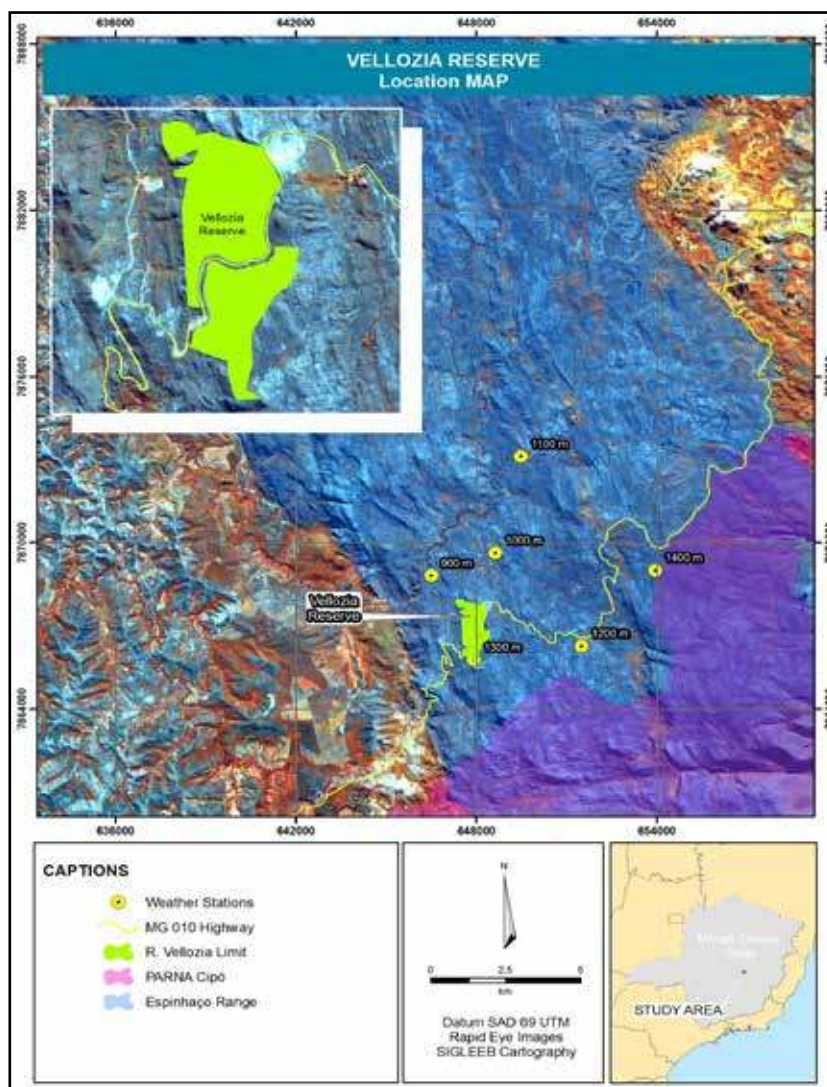
O objetivo do estudo foi avaliar a germinação de sementes de *J. caroba* de populações da Serra do Cipó, MG, sob diferentes condições de luz e temperatura.

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 19°13'967"/ W 040°31'036'), localizada no município de San-

tana 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 °C, enquanto no inverno de 8 a 18 °C (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 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

Três dias após a coleta dos frutos, as sementes saudáveis, 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 Oxygen Demand), com luz e temperaturas controladas.

Para avaliar o efeito da temperatura na germinação sob o fotoperíodo de 12 horas de luz (30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 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, TA-

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

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 câmara 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

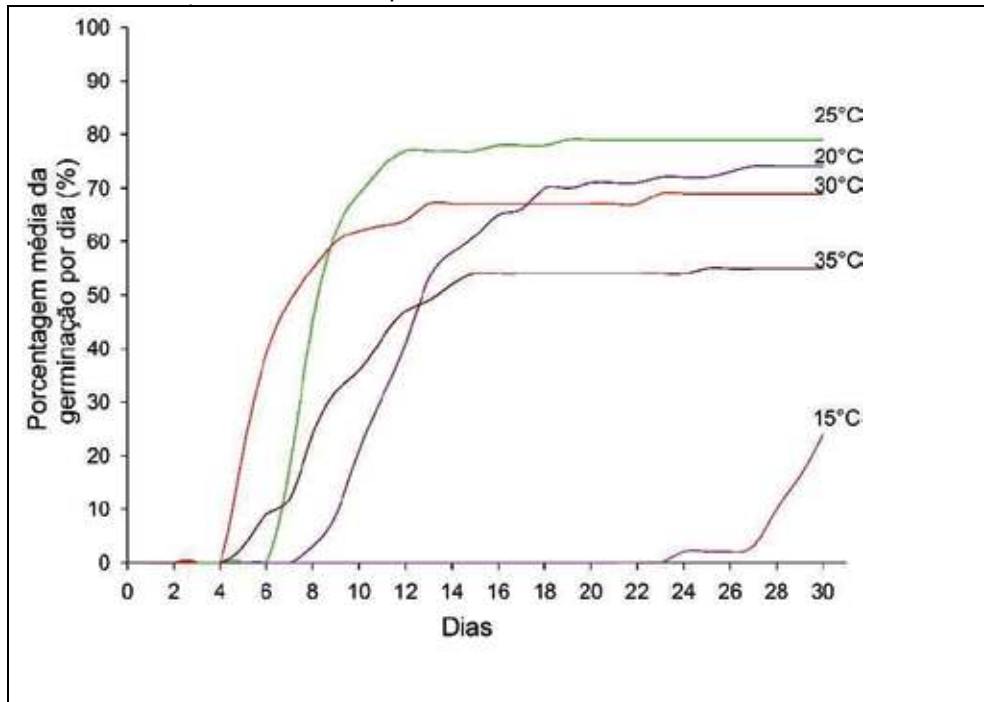
Jacaranda caroba apresentou diferenças estatísticas significativas na G% (grau de liberdade= 4, F= 29,982, $p \leq 0,001$), o Índice de Velocidade de Germinação (IVG, grau de liberdade = 4, F = 57,12, $p \leq 0,001$) e o Início da Germinação (IG, grau de liberdade = 4, H = 18.29, $p \leq 0,001$) entre os tratamentos de temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30, 35 °C (TABELA 1). A menor G% foi observada a 15 °C ($24 \pm 0,03$) 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 ($0,21 \pm 0,02$). O maior IG foi observado nas temperaturas constantes de 15 °C ($26 \pm 1,15$) e o menor a 30 e 35 °C ($5 \pm 0,001$; $5 \pm 0,58$) (GRÁFICO 1).

Tabela 2 – Valores médios (\pm 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 35 °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
	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	
Germinação (%)	$24 \pm 0,03$ c	$74 \pm 0,03$ a	$79 \pm 0,05$ a	$69 \pm 0,04$ a	$55 \pm 0,03$ b	$\leq 0,001$
IVG	$0,21 \pm 0,02$ c	$1,54 \pm 0,03$ b	$2,34 \pm 0,16$ a	$2,66 \pm 0,15$ a	$1,58 \pm 0,15$ b	$\leq 0,001$
IG	$26 \pm 1,15$ d	$8,5 \pm 0,29$ c	$7 \pm 0,0001$ b	$5 \pm 0,0001$ a	$5 \pm 0,58$ 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 Cerrado⁴ (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 ($p \leq 0,001$), 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 significativa entre as temperaturas alternadas e os fotoperíodos ($p = 0,053$). O IVG foi também maior na temperatura alternada de 20 a 30°C ($p \leq 0,001$) e não variou entre os fotoperíodos testados ($p = 0,166$) (TABELAS 3 e 4). Houve uma interação

estatisticamente significativa 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

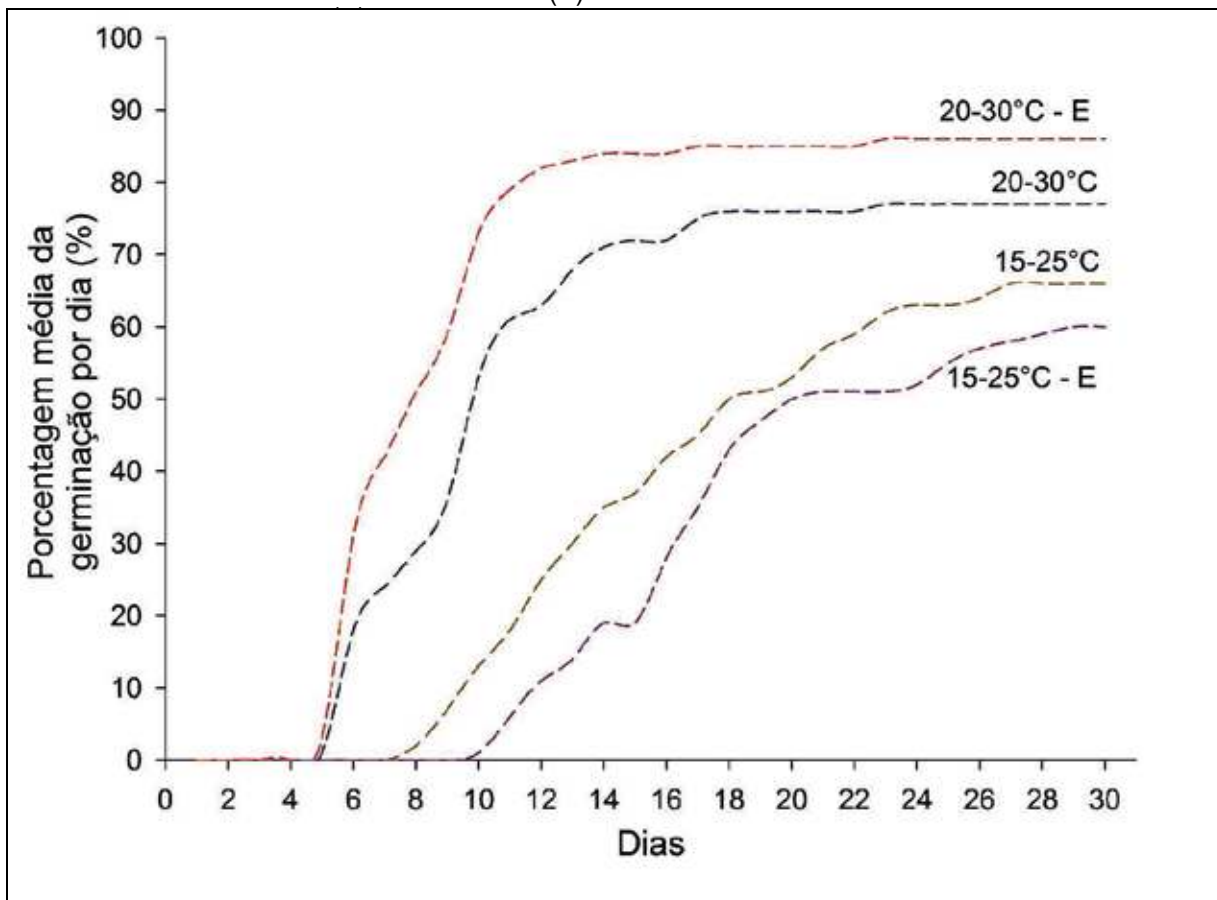
⁴Dado não publicado de ANSANELO & KOLB *apud* ROSSATTO & KOLB, 2010.

Tabela 4 – Valores médios (\pm 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	15-25°C		20-30°C	
	Claro (12h) - Escuro (12h)	Escuro contínuo	Claro (12h) - Escuro (12h)	Escuro contínuo
Germinação (%)	66 \pm 0,05 b	60 \pm 0,03 b	77 \pm 0,03 a	86 \pm 0,03 a
IVG	1,20 \pm 0,12 b	0,93 \pm 0,06 b	2,21 \pm 0,11 a	2,82 \pm 0,16 a
IG	8,5 \pm 0,29 b	11 \pm 0,82 b	5,7 \pm 0,25 a	5,3 \pm 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 (15-25°C e 20-30°C) 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 Bignoniaceae 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 Artísticas, 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.; FERNANDES, G. W. Germinação de sementes de *Lavoisiera cordata* Cogn. e *Lavoisiera francavillana* Cogn. (Melastomataceae) espécies simpátricas 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 Mediciniais**, 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. **Biomass e agricultura**: oportunidades e desafios. Rio de Janeiro: Vertente Produções Artísticas, 2019. 304 p.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analyses**. Englewood Cliffs: 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.

Quais fatores podem afetar a seleção de frutos por aves? Um estudo de caso utilizando modelos de frutos artificiais em um fragmento florestal urbano

Gabriele Andreia da Silva¹ e Débora Nogueira Campos Lobato²

Resumo

As aves são consideradas alguns dos mais eficientes agentes dispersores em função de sua mobilidade e capacidade de voar longas distâncias. Uma grande variedade de plantas possui frutos atrativos e são principalmente dispersos por aves. O objetivo deste trabalho foi analisar se a taxa de consumo de frutos artificiais por aves é influenciada pelo seu período reprodutivo e pela coloração dos frutos em um fragmento de área verde urbana. O estudo foi desenvolvido no Parque do Gafanhoto (20°08'21" S e 44°53'17" O), uma área verde urbana com aproximadamente 19 ha localizado no município de Divinópolis, Minas Gerais, Brasil. Nossos resultados sugerem que a coloração do fruto é um fator importante na seleção pelas aves, tendo sido os frutos vermelhos os mais consumidos. Além disso, foi possível verificar durante o período não reprodutivo das aves um maior consumo de frutos.

Palavras-chave: dispersão de frutos; ornitocoria; Parques urbanos

Abstract

Birds are considered some of the most efficient dispersing agents due to their mobility and ability to fly long distances. A variety of plants have attractive fruits and are mainly dispersed by birds. The objective of this work was to analyze if the color of the fruits and the reproductive period of the birds can influence the choice of artificial fruits in a fragment of urban green area. The study was developed in the Parque do Gafanhoto (20°08'21" S and 44°53'17" W), an urban green area with approximately 19 ha located in the municipality of Divinópolis, Minas Gerais, Brazil. Our results suggest that the color of the fruit is an important factor in the selection by birds, with red fruits being the most consumed. In addition, it was possible to verify a higher consumption of fruits during the non-reproductive period of birds.

Keywords: fruit dispersion; frugivory; ornithocoria; Urban parks.

¹Laboratório de Ornitologia e Bioacústica. Instituto de Biologia. Universidade Federal de Uberlândia. Rua Ceará, s/n, Uberlândia, MG, Brasil. E-mail: gabrieleandrea@hotmail.com

²Universidade do Estado de Minas Gerais (Unidade Divinópolis). Avenida Paraná, 3001, Unidade Divinópolis, MG, Brasil.

Introdução

As relações existentes entre as plantas e as espécies dispersoras coevoluíram em síndromes que facilitam o reconhecimento e o consumo dos frutos (BEGON *et al.*, 2006). Estima-se que 50% a 90% das espécies de plantas das florestas tropicais, produzem frutos cujas sementes são dispersas por animais, principalmente aves e mamíferos (FLEMING, 1987; FRANCISCO & GALETTI, 2001; CAZETTA *et al.*, 2002; JORDANO, 2006; FONSECA & ANTUNES, 2007; BARCELOS *et al.*, 2012). Essa codependência entre plantas e animais, faz com que alterações nesse tipo de interação possam acarretar sérias implicações para a conservação da biodiversidade (ALLEN-WARDELL *et al.*, 1998; GALETTI *et al.*, 2004; SILVA & PEDRONI, 2014).

Um grande número de plantas possui frutos atrativos que são principalmente dispersos por aves (JORDANO *et al.*, 2006), em função de sua mobilidade e capacidade de voar a longas distâncias. A coloração dos frutos é considerada uma das características fundamentais na atração de aves frugívoras, pois elas possuem excelentes sistemas de visão e, provavelmente, utilizam a cor para encontrar e reconhecer seu alimento (DUAN *et al.*, 2014; GALETTI *et al.*, 2003). Os fatores que podem influenciar as escolhas dos frutos pelas aves são extremamente variáveis, e incluem a coloração (ALVES-COSTA & LOPES, 2001; GONDIM, 2001; STAGGEMEIER & GALETTI, 2007; ARRUDA *et al.*, 2008; MELO *et al.*, 2011; BARCELOS *et al.*, 2012; DUAN *et al.*, 2014), o tamanho do fruto (ALVES-COSTA & LOPES, 2001; PIRATELLI & PEREIRA, 2002; STAGGEMEIER & GALETTI, 2007; ARRUDA *et al.*, 2008; MELO *et al.*, 2011; BARCELOS *et al.*, 2012), a aces-

sibilidade ao fruto (ALVES-COSTA & LOPES, 2001; ARRUDA *et al.*, 2008; GONDIM, 2001), o conteúdo nutritivo (GONDIM, 2001; STAGGEMEIER & GALETTI, 2007; MELO *et al.*, 2011; BARCELOS *et al.*, 2012; DUAN *et al.*, 2014), a distância entre plantas frutíferas, o habitat (ALVES-COSTA & LOPES, 2001; ARRUDA *et al.*, 2008; MELO *et al.*, 2011), bem como o contraste do fruto contra o fundo da vegetação (CAZETTA *et al.*, 2009; MELO *et al.*, 2011).

Características comportamentais relacionadas ao ciclo de vida, tais como período reprodutivo e muda das penas podem afetar a dinâmica de forrageamento das aves. A relação temporal entre esses eventos pode indicar padrões gerais no ciclo anual das aves, ajudando a entender como essas atividades estão relacionadas com as características do ambiente local (MARINI & DURÃES, 2001). Todavia, as modificações sazonais nas dietas das aves não dependem somente dos recursos oferecidos pelo ambiente, mas também de suas necessidades fisiológicas (PIRATELLI & PEREIRA, 2002). Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi analisar se a coloração dos frutos e o período reprodutivo das aves afetam a seleção de frutos por aves em um fragmento de área verde urbana na região centro-oeste de Minas Gerais.

Material e método

Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque do Gafanhoto (20°06'34"S e 44°50'47"O), uma área verde urbana situada no município de Divinópolis, Minas Gerais (FIGURA 1). O parque possui, aproximadamente 19,2 ha e está localizado às margens da Rodovia MG-050 e do

rio Pará. Trata-se de uma área do Patrimônio da União, doada para o município na década de 50 (DIVINÓPOLIS, 2013).

Figura 1 - Localização geográfica do Parque do Gafanhoto (em vermelho) dentro do perímetro urbano (em cinza) do município de Divinópolis, Minas Gerais



Fonte: Elaborado pelos autores

O clima é caracterizado por invernos secos e verões chuvosos, e precipitação média anual de 1.100 a 1.700 mm (DIVINÓPOLIS, 2013). O município está inserido no domínio Cerrado e seu relevo apresenta formações de planaltos dissecados, como serras e mares de morros (DIVINÓPOLIS, 2013). A cidade é banhada pelos Rios Pará e Itapecerica (DIVINÓPOLIS, 2013). No local, é possível observar algumas espécies de aves como *Antilophia galeata*, *Turdus rufiventris*, *Ramphastos toco*, *Tangara sayaca*, entre outros³.

Delineamento amostral

Para analisar o consumo das aves foram usados 2.392 frutos artificiais feitos a partir de massa de modelar atóxica, sendo 800 frutos na coloração verde, 800 amarelos e 792 vermelhos (oito foram perdidos durante a montagem do experimento). Desse total, 1.192 frutos artificiais foram dispostos durante o período não-reprodutivo das aves (maio e junho/2014;

maio e junho/2015) e 1.200 durante o período reprodutivo (agosto e setembro/2014; setembro e outubro/2015) (TABELA 1). Os critérios para definição dos meses para amostragem do período reprodutivo e não reprodutivo, foram baseados em PERRINS (1970) e DEVELEY & PERES (2000). A amostragem realizada em outubro/2015 aconteceu devido à perda dos frutos artificiais em agosto/2015 em função da chuva. Os frutos artificiais foram moldados em formatos esféricos, com aproximadamente 15 mm de diâmetro nas cores: verde, amarelo e vermelho. O método do uso de frutos artificiais foi adaptado do trabalho feito por Alves-Costa & Lopes (2001) e Galetti *et al.* (2003), constituindo uma importante ferramenta de análise de dados devido à possibilidade de manipular características dos frutos que podem afetar as escolhas das espécies dispersoras, e assim controlar variáveis de interesse (LEITE, 2007; ARRUDA *et al.*, 2008; JACOMASSA *et al.*, 2009).

³Disponível em: [https:// www.taxeus.com.br/lista/1128](https://www.taxeus.com.br/lista/1128)

Tabela 1 - Relação da quantidade de frutos artificiais dispostos no Parque do Gafanhoto, Divinópolis, Minas Gerais durante os anos de 2014 e 2015

Período	Quantidade			Total
	Verde	Amarelo	Vermelho	
Reprodutivo	400	400	392*	1192
Não reprodutivo	400	400	400	1200
Total	800	800	792	2392

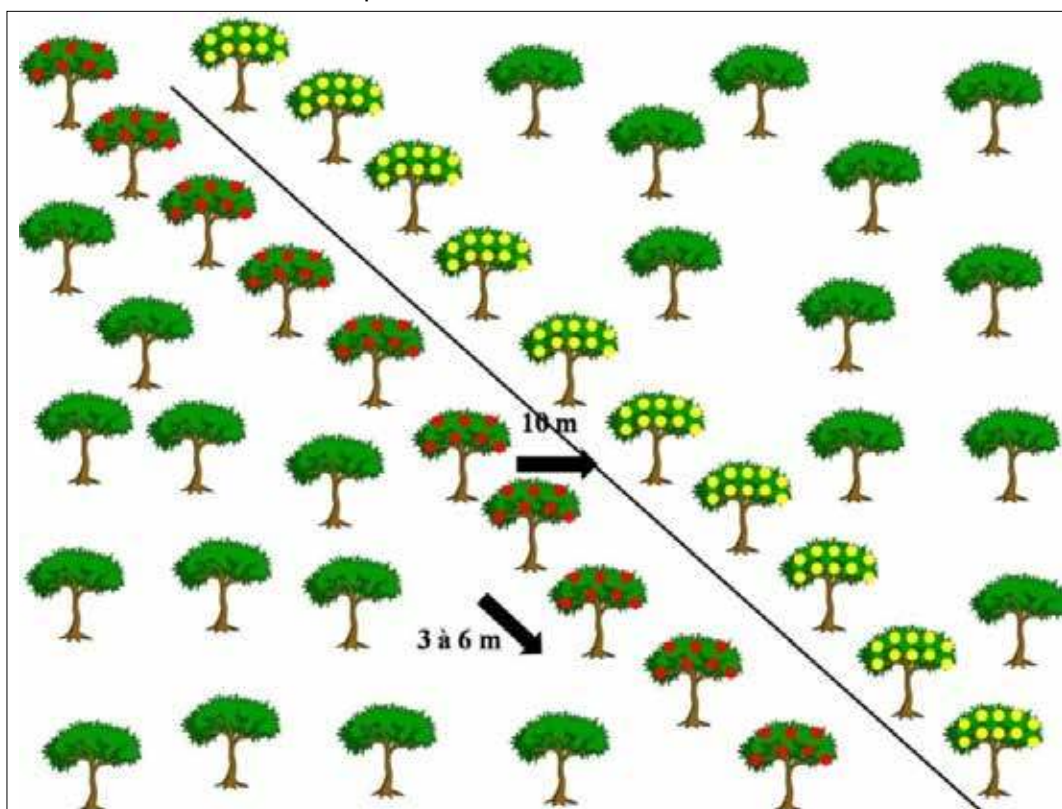
Fonte: Elaborado pelos autores

Nota: *Foram perdidos oito frutos artificiais durante a montagem em campo

Para o experimento, foram traçados seis transectos distantes de 3 a 6 m entre si. Cada transecto recebia uma coloração de fruto, sendo dois transectos com frutos verdes, dois com frutos amarelos e dois com vermelhos. Em seguida, foram selecionados 10 arbustos de maneira aleatória em cada transecto, sendo dispostos 10 frutos artificiais em cada arbusto (ESQUEMA). Os frutos foram fixados nos ramos dos arbustos com o auxílio de um

barbante. Após 72h da montagem do experimento foi verificado se houve ou não consumo dos frutos. Foram considerados consumidos aqueles frutos que apresentavam marcas de bicadas. Apenas arbustos sem frutos e/ou com flores foram usados. Quando necessário, foi realizada a remoção das folhas com o auxílio de uma tesoura para facilitar a visualização dos frutos.

Esquema - Representação esquemática da disposição dos frutos artificiais no Parque do Gafanhoto, Divinópolis, Minas Gerais



Fonte: Elaborado pelos autores

Análise dos dados

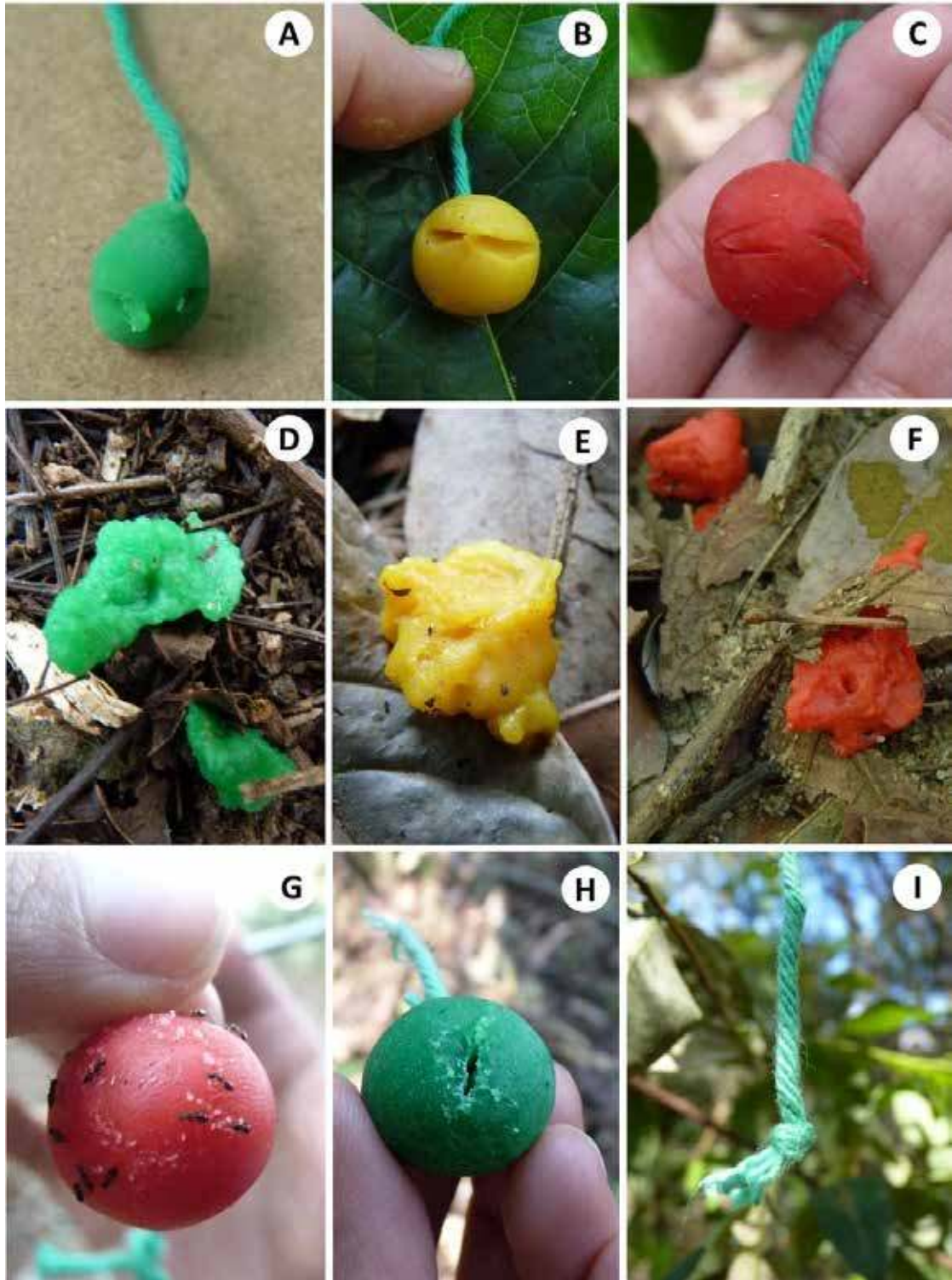
Para avaliar se o consumo de frutos artificiais por aves é afetado pela coloração do fruto foi realizado o teste X^2 . A variável preditora foi a coloração do fruto (verde, amarelo ou vermelho), e a variável resposta se o fruto foi consumido ou não consumido (sim ou não). Para verificar se o consumo de frutos artificiais difere entre período reprodutivo e não reprodutivo das aves, também foi realizado um teste X^2 . No qual a variável preditora foi o período das aves (reprodutivo e não reprodutivo), e a variável resposta se o fruto foi consumido ou não consumido (sim ou não).

Resultado e discussão

Dos 2.392 frutos dispostos na área de estudo durante os anos de 2014 e 2015, 37 frutos artificiais foram consumidos por aves, fotografias 1A-B-C, sendo também verificada a presença de outros grupos consumidores, como mamíferos e formigas (FOTOGRAFIAS 1D-E-F-G-H-I). O baixo número de frutos consumidos, também foi verificado em outros estudos, estando a redução no consumo de frutos por aves relacionada com tamanho do fragmento (GALETTI *et al.*, 2003; STAGGEMEIER & GALETTI, 2007). Outros fatores como grau de perturbação, pressão antrópica, e a riqueza de espécies também tem sido relacionados com a diminuição da quantidade de consumo de frutos (STAGGEMEIER & GALETTI, 2007). Além disso, o grau de isolamento da área e a degradação da cobertura vegetal também podem afetar o consumo de frutos pelas aves, uma vez que

em áreas menores e isoladas aumenta-se a probabilidade de extinção das populações locais devido às alterações na disponibilidade de recursos (ALEIXO & VIELLIARD, 1995).

Fotografia 1- Registro dos grupos consumidores dos frutos artificiais no Parque do Gafanhoto, Divinópolis, Minas Gerais, durante o período de 2014 e 2015



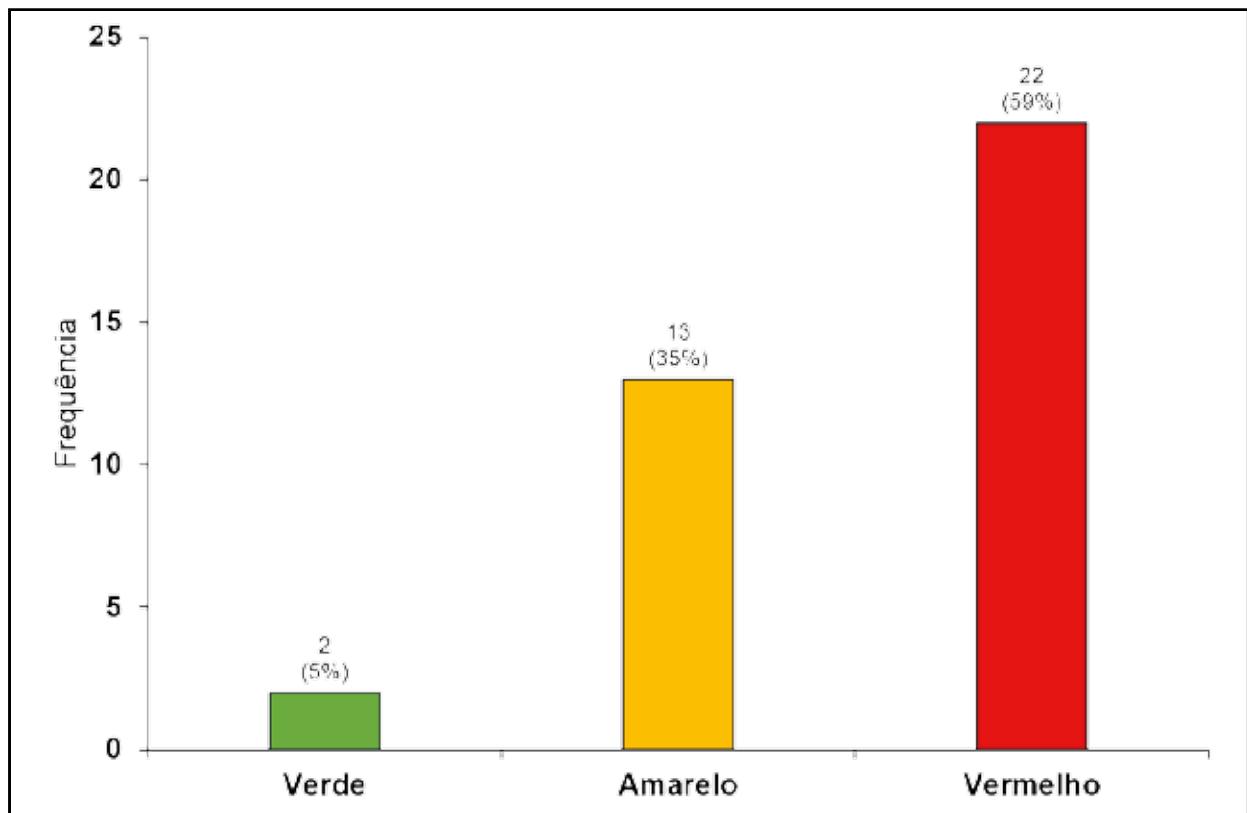
Fonte: Gabriele A. da Silva e Débora N. C. Lobato

Legenda: A, B, C - Aves;
D, E, F - Mamíferos;
G, H - Formigas; e
I - Ausência do fruto.

Foi observada uma diferença significativa na frequência de consumo dos frutos artificiais de acordo com sua coloração ($X^2= 12,37$; g.l.= 2; $p < 0,05$). A coloração vermelha foi mais consumida por aves do que os frutos de coloração verde, gráfico 1, corroborando com outros estudos que demonstraram que os frutos vermelhos foram mais consumidos pelas aves (ALVES-COSTA & LOPES, 2001; ARRUDA *et al.*, 2008; BARCELOS *et al.*, 2012; DUAN *et al.*, 2014; LEITE, 2007). A cor críptica

dos frutos das plantas frutíferas tem como função atrair a atenção dos potenciais dispersores que utilizam a visão para procurar alimentos (BARCELOS *et al.*, 2012). Como as aves são orientadas principalmente pela visão em suas atividades de forrageamento, uma das características mais importantes dos frutos que levam a seleção por elas é a cor, pois quanto mais conspícua, mais fácil visualizar e consumir (LEITE, 2007).

Gráfico 1 - Frequência da coloração de frutos artificiais consumidos por aves no período de 2014 e 2015 no Parque do Gafanhoto, Divinópolis, Minas Gerais



Fonte: Elaborado pelos autores

Em geral, a detecção do sinal visual é determinada pelo contraste contra o fundo, resultado das condições de sinalização e percepção visual do animal que está recebendo o sinal (CAZETTA *et al.*, 2009). O contraste entre a cor do fruto e a folhagem de fundo aumenta sua conspicuidade e a

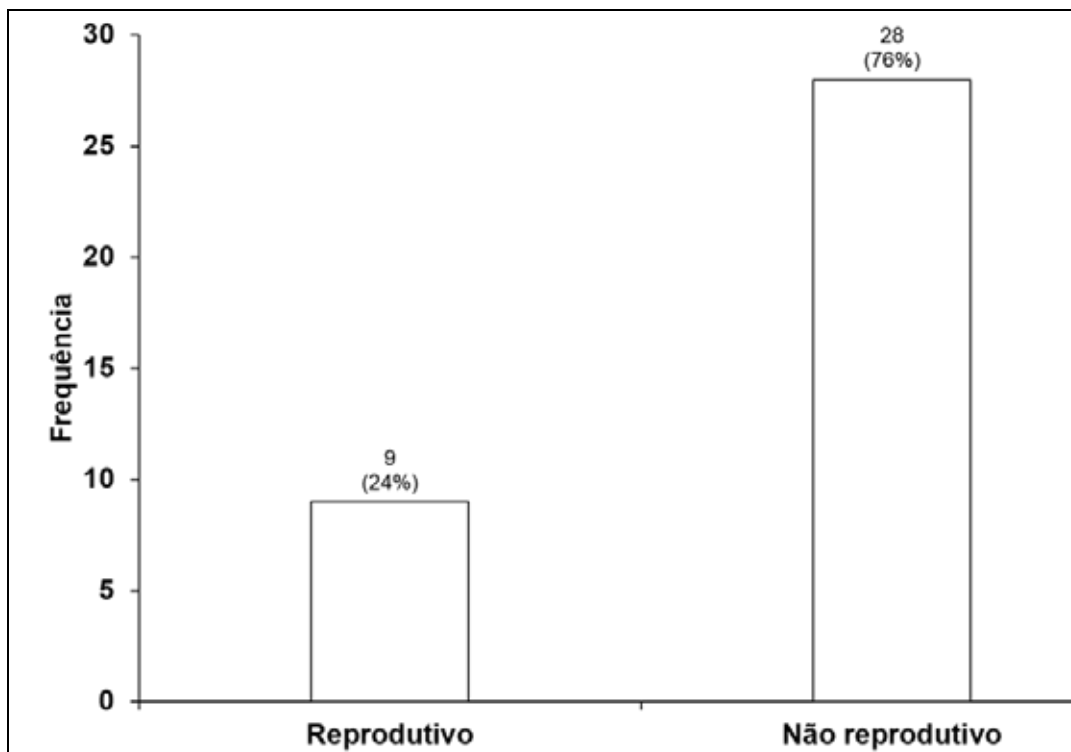
perceptibilidade pela ave (ARRUDA *et al.*, 2008; BARCELOS *et al.*, 2012; DUAN *et al.*, 2014; MELO *et al.*, 2011). Além do mais, a cor vermelha apresenta um comprimento de onda mais longo, que por sua vez, pode influenciar na percepção das cores (ARRUDA *et al.*, 2008; BARCELOS *et al.*, 2012).

A baixa procura por frutos verdes é útil para o entendimento da coevolução entre as plantas e seus dispersores, uma vez que plantas dispersas por aves em geral apresentam frutos imaturos de coloração verde e pouco atrativos, o que evita o consumo das sementes antes de estarem prontas para a germinação (BARCELOS *et al.*, 2012; LEITE, 2007). Outro fator que pode influenciar o consumo do fruto é o efeito da aprendizagem e da experiência, que ajuda os animais identificar alimentos mais favoráveis e desfavoráveis para o consumo (DUAN *et al.*, 2014).

O maior consumo de frutos por aves aconteceu durante a estação não-reprodutiva ($X^2= 18,62$; g.l.= 1; $p < 0,05$), gráfico 2, período em que muitas espécies acumulam gordura antes da reprodução. Durante o período

reprodutivo há um aumento da necessidade de isolamento térmico e reserva de energia, e a acumulação de gordura permite que as aves mantenham seu metabolismo alto mesmo estando em condições desfavoráveis. Além disso, parece ser uma importante adaptação da fêmea, pois pode auxiliar no desenvolvimento da gema do ovo, se tornando uma espécie de compensação alimentar durante o período de incubação (MEDOLAGO, 2013). Outros fatores, como o estágio sucessional do fragmento, a oferta de alimentos, a paisagem e as pressões antrópicas do entorno também podem afetar o consumo de frutos pelas aves (FURTADO, 2012). Desta forma, a disponibilidade de recursos na área de entorno da paisagem pode alterar os padrões de consumo local.

Gráfico 2 - Frequência de frutos artificiais consumidos durante o período reprodutivo e não reprodutivo das aves em 2014 e 2015 no Parque do Gafanhoto, Divinópolis, Minas Gerais



Fonte: Elaborado pelos autores

Considerações Finais

Com base nos dados analisados, verificamos que a coloração do fruto é um fator importante para a seleção de frutos por aves, sendo os frutos de coloração vermelha os mais consumidos. Além disso, foi possível avaliar que durante o período não reprodutivo das aves houve um maior consumo de frutos. Cabe ressaltar que a influência da fragmentação e do efeito de borda sobre os resultados observados não foram avaliados nesse estudo. No entanto, são importantes fatores que devem ser considerados em trabalhos futuros. Nesse sentido, destacamos que a continuidade de estudos que busquem relacionar a síndrome de dispersão sementes aos padrões de fragmentação florestal poderão fornecer subsídios para a melhor compreensão do impacto antrópico na dinâmica de manutenção das espécies vegetais em áreas verdes urbanas.

Referências

ALEIXO, A.; VIELLIARD, J. M. E. Composição e dinâmica da avifauna da Mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.12, n. 3, p.493-511, 1995.

ALLEN-WARDELL, G. *et al.* The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation Biology**, v.12, n. 1, p.8-17, 1998.

ALVES-COSTA, C. P.; LOPES, A. V. Using artificial fruits to evaluate fruit selection by birds in the field. **Biotropica**, v. 33, n.4, p.713-717, 2001.

ARRUDA, R.; RODRIGUES, D. J.; IZZO, T. J. Rapid assessment of fruit-color selection by birds using artificial fruits at local scale in Central Amazonia. **Acta amazonica**, v. 38, n. 2, p.291-296, 2008.

BARCELOS, A. O. *et al.* Color and odor of artificial fruit used to signal potential dispersers in the Atlantic forest in Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v.60, n. 2, p.925-931, 2012.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 592p.

CAZETTA, E.; RUBIM, P.; LUNARDI, V. O.; FRANCISCO, M. R.; GALETTI, M. Frugivoria e dispersão de sementes de *Talauma ovata* (Magenoliaceae) no sudeste brasileiro. **Ararajuba**, v.10, n. 2, p.199-206, 2002.

CAZETTA, E.; SCHAEFER, H. M.; GALETTI, M. Why are fruits colorful? The relative importance of achromatic and chromatic contrasts for detection by birds. **Evol. Ecol.**, v.23, n. 2, p.233-244, 2009.

DEVELEY, P. F.; PERES, C. A. Resource seasonality and the structure of mixed species bird flocks in a coastal Atlantic forest of southeastern Brazil. **Jornal of Tropical Ecology**, v. 16, p.33-53, 2000.

DIVINÓPOLIS. (Prefeitura Municipal). **Diagnóstico do Plano Diretor Participativo de Divinópolis. MG**, 2013. Disponível em: <http://planodiretordedivinopolis.wordpress.com/category/plano-diretor-participativo-de-divinopolis/> Acesso em: 15/04/2019.

DUAN, Q; GOODALE, E.; QUAN, R. Bird fruit preferences match the frequency of fruit colours in tropical Asia. **Scientific Reports**, v.4, n. 5627, p.1-8, 2014.

FONSECA, F. Y.; ANTUNES, A. Z. Frugivoria e predação de sementes por aves no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v.19, n. 2, p.81-91, 2007.

FLEMMING, T. H. Patterns of tropical vertebrate frugivore diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.18, p.91-109, 1987.

FRANCISCO, M.; GALETTI, M. Frugivoria e predação de sementes por aves no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, SP. **Ararajuba**, v. 9, p.13-19, 2001.

FURTADO, R. C. **Frugivoria e dispersão de sementes por aves em áreas restauradas de diferentes idades no estado de São Paulo**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Ecologia) – UNESP, São Carlos, 2012.

GALETTI, M.; ALVES-COSTA, C.; CAZETTA, E. Effects of forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit colour on the consumption of ornithocoric fruits. **Biological Conservation**, v.111, p.269-273, 2003.

GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MORELLATO, P. C. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: CULLEN JR., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, CLÁUDIO (Orgs.) **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Editora da UFPR, 2004. p. 395-422.

GONDIM, M. J. C. Dispersão de sementes de *Trichilia* sp. (Meliaceae) por aves em um fragmento de mata mesófila semidecídua. Rio Claro, SP, Brasil. **Ararajuba**, v.9, n. 2, p.101-112, 2001.

JACOMASSA, F. A. F.; KOENEMANN, J. G.; BERVIAN, P. V. Uso de frutos artificiais no estudo da frugivoria por aves em borda e interior de floresta ombrófila densa no Sul do Brasil. Uruguiana, **Biodiversidade Pampeana**, v.7, n. 1, p.23-25, 2009.

JORDANO, P.; GALETTI, M.; PIZO, M. A.; SILVA, W. R. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; SLUYS, M. V.; ALVES, M. A. S. (Orgs.) **Biologia da conservação: essências**. São Carlos: RIMA Editora, 2006, p. 441-436.

LEITE, M. S. Cor e densidade determinam a escolha de frutos por aves de sub-bosque? In: **Livro do Curso de Campo-Ecologia da Floresta Amazônica- EFA**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia 2007, 8 p. (Projeto de Dinâmicas Biológicas de Fragmentos Florestais) Disponível em: https://www.inpa.gov.br/pdbff/cursos/efa/livro/2007/pdf/km41/final_melina.pdf

MARINI, M. A.; DURÃES, R. Annual patterns of molt and reproductive activity of passerines in South-Central Brazil. **The Condor**, v.103, n. 4, p.767-775, 2001.

MEDOLAGO, C. A. B. **Padrões de muda de penas e reprodução em aves florestais no Parque Estadual Carlos Botelho, Estado de São Paulo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação) – UFSCar, São Carlos, 2013.

MELO, G. L.; PENATTI, N. C.; RAIZER, J. Fruit of a contrasting colour is more detectable by frugivores. **Journal of Tropical Ecology**, v.27, n. 3, p.319-322, 2011.

PERRINS, C. M. The timing of bird's breeding seasons. **Ibis**, v.112, n.2, p.242-255, 1970.

PIRATELLI, A.; PEREIRA, M. R. Dieta de aves na região leste de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Ararajuba**, v.10, n. 2, p.131-139, 2002.

SILVA, G. B. M.; PEDRONI, F. Frugivoria por aves em área de cerrado no município de Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.38, n. 3, p.433-442, 2014.

STAGGEMEIER, V. G.; GALETTI, M. Impacto humano afeta negativamente a dispersão de sementes de frutos ornitócoricos: uma perspectiva global. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v.15, n. 2, p.281-287, 2007.

Agradecimentos

Ao Programa Institucional de Apoio à Pesquisa (PAPq/UEMG), pela concessão de bolsa de iniciação científica para execução do projeto no ano de 2015. À Universidade do Estado de Minas Gerais (unidade Divinópolis), pela estrutura e empréstimo de materiais para realização das atividades. Ao Professor Fabrício Furtado de Sousa, pela ajuda no teste estatístico. À Daniela de Oliveira Amorim, pela revisão dos manuscritos. À Marcio, Sílvia, José Acílio, Robert, Joice, Marco Túlio, Luciana, Amanda, Chirrane, Bruna, Danielly, Thaynara, Vítor, Lorena, Isabela, Jorge, Rodrigo, Daniel, Josué, Filipe, Ana Paula, Viviane e Mariane pela ajuda na disposição dos frutos artificiais na área de estudo durante a execução do projeto.

Em Destaque

Papel dos besouros rola-bosta (*Scarabaeinae*) na restauração através da dispersão secundária

Vários representantes animais podem exercer o papel de dispersores de sementes ao se alimentarem, por exemplo, as aves e os macacos, que após comerem os frutos carnosos, translocam e defecam as sementes em lugares afastado da planta mãe (SHEPHERD; CHAPMAN, 1998), bem como pequenos roedores que após a queda do fruto, recolhem as sementes destes frutos e, no intuito de armazenar comida, fazem um grande papel de dispersão (VANDER WALL, 2001). Porém, os invertebrados também podem ser excelentes dispersores de sementes. As formigas, por exemplo, ao serem atraídas por uma massa acoplada à semente e composta de nutrientes importantes para esses insetos (arilo) podem carregar essas sementes e beneficiar a germinação de algumas espécies (CICCARELI *et al.*, 2005). Todos esses exemplos citados até então, são de dispersores primários. Há também um grupo de organismos que possibilitam uma segunda chance de dispersão para as plantas, estes são conhecidos como dispersores secundários.

Dentre os dispersores secundários, podemos citar alguns coleópteros, mais especificamente os representantes da subfamília *Scarabaeinae*, conhecidos como rola-bosta, que podem ser considerados bons dispersores secundários de sementes (BRAGA *et al.*, 2017; NICHOLS *et al.*, 2007) (FOTOGRAFIA 1). A grande maioria das espécies

de rola-bosta retiram uma porção da massa de fezes e as enterra para fins de alimentação ou nidificação (HANSKI; CAMBERFOT 1991) (FOTOGRAFIA 2). Neste processo de enterrio do recurso alimentar, os besouros podem facilitar a germinação daquelas sementes presentes nas fezes dos dispersores primários (GRIFFTHS *et al.*, 2016). Além disso, como diversas espécies apresentam o comportamento de rolar o recurso alimentar para longe da origem, acabam afastando as sementes da planta mãe e diminuindo a competição com outras sementes (ESTRADA; COATES-ESTRADA, 1991). Outro benefício que o comportamento dos besouros rola-bosta pode conferir vantagens às sementes é relacionado com a redução da mortalidade por ataques de patógenos ou predadores, pois separando as sementes umas das outras e conferindo proteção abaixo do solo, estes besouros prestam um serviço de proteção à planta e reduzem a possibilidade de um animal granívoro achar essa semente, ou uma doença proliferar, dado o menor adensamento das sementes (ANDRESEN; FEER, 2005).

Fotografia 1 – Morfologia de um besouro Scarabeidae



Fonte: Hernani Alves

Fotografia 2 – Besouro Scarabeidae manipulando fezes de boi



Fonte: Heron Hilário

Além da importância dos rola-bostas na dispersão e germinação das sementes, ao cavar suas galerias subterrâneas eles causam o revolvimento do solo, propiciando alterações estruturais do solo (ex. descompactação) ou nutricionais (ex. soerguimento de nutrientes), fatores que alteram as condições do solo podendo beneficiar novas sementes (GRIFFITHS *et al.*, 2015, 2016). Em paralelo, as galerias construídas e o revolvimento acima e abaixo do nível do solo propiciadas pelos besouros podem levar à maior penetração de água e oxigenação no solo (BANG *et al.*, 2005). Ainda, ao enterrar as fezes, estes besouros ajudam na entrada de nutriente no sistema e, conseqüentemente, na ciclagem de nutrientes, melhorando captura destes pelas plantas (YAMADA *et al.*, 2007). Estas alterações nas características dos solos podem ser importantes para a restauração ambiental.

Visto que estes besouros são dispersores secundários de sementes e que no processo de enterrio podem ajudar na melhoria do solo para receber novas sementes, ou seja, exercem serviços ecossistêmicos importantes, e que ainda são bons indicadores de qualidade de habitat, (SLADE *et al.*, 2007; GARDNER *et al.*, 2008; BRAGA *et al.*, 2013, NUNES *et al.*, 2018), os rola-bosta podem ser de grande ajuda na restauração ambiental. Tendo em vista que os maiores fatores determinantes para a germinação ou sobrevivência das plântulas estão relacionados com as condições limitantes do solo, como a disponibilidade de água, compactação do solo, qualidade nutricional do solo e profundidade de enterrio da semente (CLARK *et al.* 1993; MOLOFSKY ; AUGSPURGER, 1992; SORK, 1987; VANDER

Wall, 1993; 1994; ANDRESEN & FEER, 2005).

Ressaltamos a importância de considerar os besouros rola-bosta em ações de restauração ambiental, pois os serviços ecossistêmicos que estes organismos prestam, como o fato de executarem a dispersão secundária de sementes e propiciarem melhores condições de habitats para a germinação e sobrevivência de sementes e plântulas, são extremamente importantes para alcançarmos os objetivos da restauração ambiental.

Hernani Alves Almeida

Laboratório de Biodiversidade – DEBIO-UFOP

Wallace Beiroz

Instituto de Estudos do Xingu – UNIFESSPA
- Campus São Félix do Xingu

Yasmine Antonini

Laboratório de Biodiversidade – DEBIO-UFOP

Referências

- ANDRESEN, E.; FEER, F. The role of dung beetles as secondary seed dispersers and their effect on plant regeneration in tropical rainforests. **Seed fate: predation, dispersal and seedling establishment**, 2005. p. 331-349.
- BANG, H. S.; LEE, J. H.; KWON, O. S.; NA, Y. E.; JANG, Y. S. Effects of paracoprid dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) on the growth of pasture herbage and on the underlying soil. **Applied Soil Ecology**. v. 29. p. 165–171, 2005.
- BRAGA, R. F.; KORASAKI, V.; ANDRESEN, E.; LOUZADA, J. Dung beetle community and functions along a habitat-disturbance gradient in the Amazon: a rapid assessment of ecological functions associated to biodiversity. **PLoS One**. v. 8. n. 2. p. 57786, 2013.
- BRAGA, R. F.; CARVALHO, R.; ANDRESEN, E.; ANJOS, D. V.; ALVES-SILVA, E.; LOUZADA, J. Quantification of four different post-dispersal seed deposition patterns after dung beetle activity. **Journal of Tropical Ecology**. v. 33. n. 6. p. 407-410, 2017.
- CICCARELLI, D.; ANDREUCCI, A.C.; PAGNI, A.M.; GARBARI, F. Structure and development of the elaiosome in *Myrtus communis* L. (Myrtaceae) seeds. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**. v. 200. n. 4. p. 326-331, 2005.
- ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**. v. 7. p. 459–474, 1991.
- GARDNER, T.A.; BARLOW, J.; ARAUJO, I. S.; ÁVILA-PIRES, T. C.; BONALDO, A. B. The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. **Ecology Letters**, v. 11. p. 139–150, 2008.
- GRIFFITHS, H. M.; LOUZADA, J.; BARDGETT, R. D.; BEIROZ, W.; FRANÇA, F.; TREGIDGO, D.; BARLOW, J. Biodiversity and environmental context predict dung beetle-mediated seed dispersal in a tropical forest field experiment. **Ecology**, v. 96. n. 6. p. 1607-1619, 2015.
- GRIFFITHS, H. M.; BARDGETT, R. D.; LOUZADA, J.; BARLOW, J. The value of trophic interactions for ecosystem function: dung beetle communities influence seed burial and seedling recruitment in tropical forests. **Proc. R. Soc. B**, v. 283. n. 1844, 2016.
- HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. **Dung beetle ecology**. Princeton: Princeton University Press. 1991, 481 p.
- MOLOFSKY, J.; AUGSPURGER, C. K. The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. **Ecology**, v. 73. p. 68-77, 1992.
- NICHOLS, E.; LARSEN, T.; SPECTOR, S.; DAVIS, A. L.; ESCOBAR, F.; FAVILA, M.; NETWORK, T. S. R. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: a quantitative literature review and meta-analysis. **Biological conservation**, v. 137. n. 1. p. 1-19, 2007.
- NUNES, C. A.; BRAGA, R. F.; RESENDE, M. F.; NEVES, F. S.; FIGUEIRA, J. E. C.; FERNANDES, G. W. Linking biodiversity, the environment and ecosystem functioning: ecological functions of dung beetles along a tropical elevational gradient. **Ecosystems**, p. 1-11, 2018.
- SHEPHERD, V. E.; CHAPMAN, C. A. Dung beetles as secondary seed dispersers: impact on seed predation and germination. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14. p. 199–215, 1998.
- SLADE, E. M.; MANN, D. J.; VILLANUEVA, J. F.; LEWIS, O. T. Experimental evidence for the effects of dung beetle functional group richness and composition on ecosystem function in a tropical forest. **J. Anim. Ecol**, v. 76. p. 1094–1104, 2007.
- SORK, V. L. Effects of predation and light on seedling establishment in *Giustavia superba*. **Ecology**, v. 68. p.1341-1350, 1987.
- VANDER WALL, S. B. A model of caching depth: implications for scatter hoarders and plant dispersal. **American Naturalist**, v. 141. p. 217-232, 1993.
- VANDER WALL, S. B. Seed fate pathways of antelope bitter-brutish: dispersal by seed-caching yellow pine chipmunks. **Ecology**, v. 75. p. 1911-1926, 1994.
- VANDER WALL, S. B. The evolutionary ecology of nut dispersal. **The Botanical Review**, v. 67. n. 1. p. 74-117, 2001.
- YAMADA, D.; IMURA, O.; SHI, K.; SHIBUYA, T. Effect of tunneler dung beetles on cattle dungdecomposition, soil nutrients and herbage growth. **Grassl. Sci.** v. 53. p. 121–129, 2007.

