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

Vanessa da Cruz Carvalho[1], Yumi Oki[2], Geraldo Wilson Fernandes[3], Flávia Peres Nunes[4] , Vinicius Augusto da Silveira Vieira[5]

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 35ºC e alternadas de 15-25ºC e 20-30ºC 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 35ºC and alternating temperatures at 15-25ºC and 20-30ºC 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.

[1]Bióloga, bolsista LEEB, ICB, UFMG.
[2]Bióloga, Bolsista de Pós-doutorado, Pesquisadora. LEEB, ICB, UFMG.
[3]Biólogo, Pós-doutor, Professor titular. LEEB, ICB, UFMG. Autor para correspondência: gw.fernandes@gmail.com
[4]Bióloga, Pós-doutora, LEEB, ICB, UFMG.
[5]Engenheiro 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 30ºC (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, *Cecropi*a 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; BOCCHESE *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 consequente 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 21ºC 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*



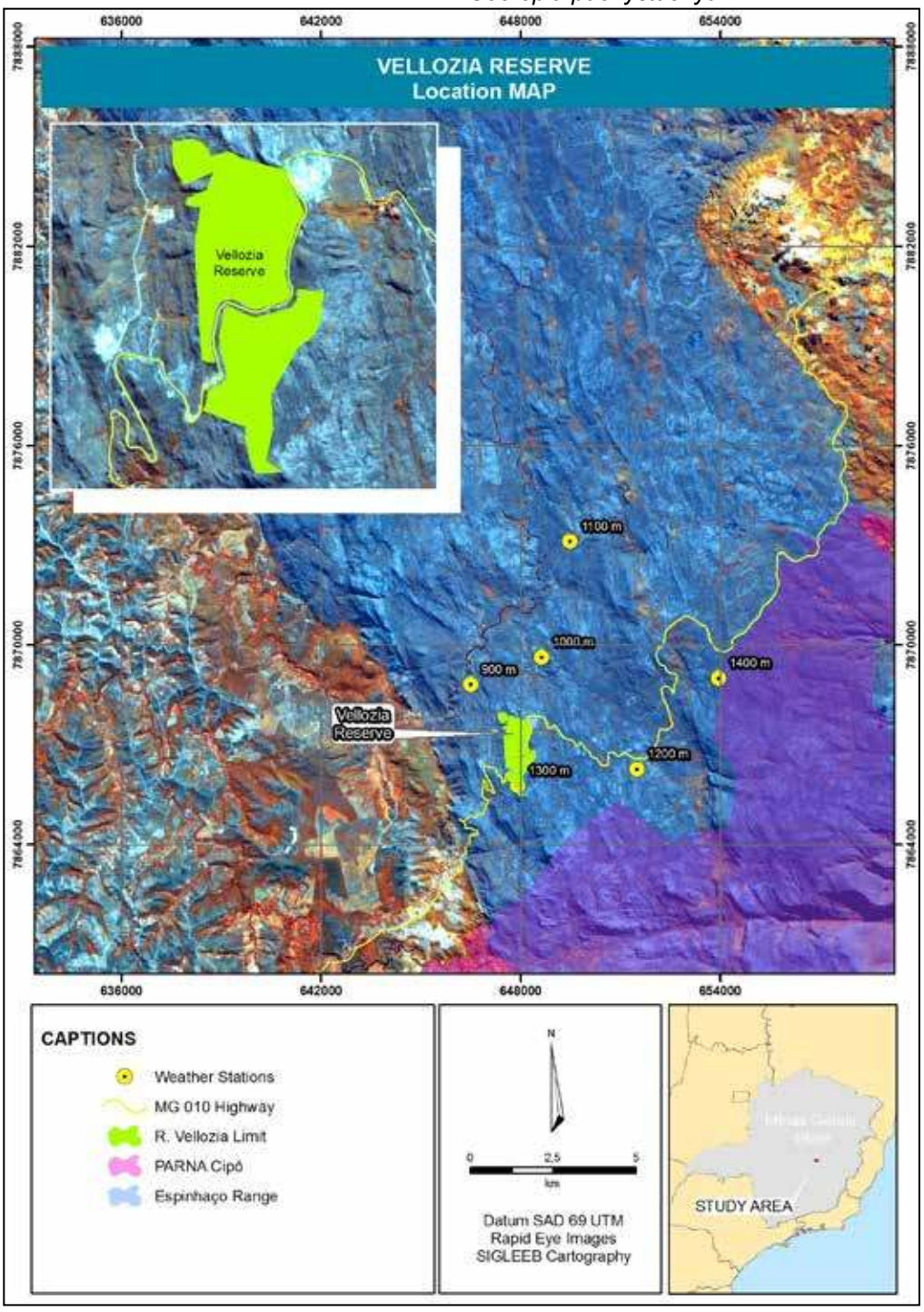
Fonte: Geraldo Wilson Fernandes, 2015

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 Carvalho[6]

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).

[6]Geógrafo, 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 Oxigen 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 15-25º C sob fotoperíodo de 12C:12E; temperatura alternada de 20-30º C sob fotoperíodo de de 12C:12E; temperatura alternada de15-25º C sob escuro contínuo; temperatura alternada de 20-30º C sob escuro contínuo. Para germinação no escuro as placas foram cobertas com duas folhas de papel laminado.

Para cada tratamento forma utilizadas quatro placa 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 inicio 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 (± 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**				
		15ºC	**20ºC**	**25ºC**	**30ºC**	**35ºC**
G (%)	12C:12E	52,00 ± 4,89a	70,00 ± 5,77a	70,00 ± 2,58a	77,00 ± 6,40a	67,00 ± 6,40a
IG (dias)	12C:12E	24,00 ± 0,71a	12,00 ± 0,001b	**9 ± 0,001ac**	**6,00 ± 0,001c**	7,00 ± 0,001b
IVG	12C:12E	0,49 ± 0,04b	1,16 ± 0,07ab	1,59 ± 0,10a	**2,38 ± 0,22c**	1,58 ± 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 Indice de Velocidade de Germinação (IVG) apresentou diferenças estatísticas entre as mesmas ($p < 0,001$) (TABELA 1). Os maiores valores de IVG foi a 30ºC (2,38±0,22) e os menores a 15ºC (0,49±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 30º C e de 24 dias sob 15ºC.

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 (20-30ºC e 15-25ºC, repectivamente) do que no experimento com temperaturas constantes, que variou de 6 a 24 dias (a 30 e 15ºC, 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 (± 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	15-25º C		20-30ºC	
	Claro - Escuro	Escuro contínuo	Claro - Escuro	Escuro contínuo
Germinação (%)	62,70 ± 15,00a	54,00 ± 5,29a	64,00 ± 8,16a	62,00 ± 3,46a
IG	8,00 ± 0,001ac	10,25 ± 0,25a	6,00 ± 0,001bc	7,25 ± 0,48ac
IVG	1,71 ± 0,41ac	1,03 ± 0,10a	2,09 ± 0,28bc	1,54 ± 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 áquelas 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) (BOCCHESE *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 30ºC, 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 pobres 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 Atlantica 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 Brasilica**, 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.

BOCCHESE, R. A.; OLIVEIRA A. 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 rupestrian 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 (*Heliocarpus 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 Ciffs: 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.