

Fenologia reprodutiva, sazonalidade e germinação de *Kielmeyera regalis* Saddi (Clusiaceae), espécie endêmica dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, Brasil

Bernardo Dourado Ranieri^{1,3}, Daniel Negreiros¹, Tate Corrêa Lana¹, Flavia Fonseca Pezzini^{1,2} e Geraldo Wilson Fernandes¹

Recebido em 7/02/2011. Aceito em 24/05/2012

RESUMO

(Fenologia reprodutiva, sazonalidade e germinação de *Kielmeyera regalis* Saddi (Clusiaceae), espécie endêmica dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, Brasil). A fenologia reprodutiva e a germinação de sementes foram estudadas em uma população de *Kielmeyera regalis* da Serra do Cipó, MG. Foram calculados os índices de atividade e intensidade de produção de botões, flores, frutos imaturos e frutos maduros ao longo de 2001. A influência do clima sobre a fenologia foi avaliada por Análise de Correspondência Canônica (CCA). A germinação foi avaliada a temperaturas constantes de 15-35 °C (com intervalos de 5 °C) em câmaras de germinação com fotoperíodo de 12 h. A variância dos dados explicada pela CCA foi de 72,8%. A temperatura média do ar, evaporação e radiação solar global apresentaram altos coeficientes de correlação com a fenologia. O florescimento ocorreu nos meses quentes e úmidos, a maturação de frutos se estendeu na estação seca e fria, e a dispersão das sementes, logo antes da estação chuvosa. A germinabilidade foi superior a 80% nas temperaturas de 20-30 °C, faixa ocorrente no período chuvoso logo após a dispersão das sementes. Comparações com outros estudos indicam que a dispersão e rápida germinação nesses períodos são fortes fatores adaptativos dentro do gênero. Os resultados são importantes para a compreensão dos fatores que afetam o sucesso reprodutivo e expansão populacional, e devem ser considerados para ações de manejo desta espécie rupestre endêmica.

Palavras-chave: análise de correspondência canônica, clima, conservação, dispersão de sementes, Serra do Cipó

ABSTRACT

(Reproductive phenology, seasonality and germination of *Kielmeyera regalis* Saddi (Clusiaceae), a species endemic to rock outcrops in the Espinhaço Range, Brazil). The reproductive phenology and seed germination of a *Kielmeyera regalis* population, from Serra do Cipó (MG), Brazil, were studied. During 2001, the intensity and activity indices were calculated to estimate production of flower buds, flowers, and immature and mature fruits. Influence of the climate on phenology was determined by a Canonical Correspondence Analysis (CCA). Germination was studied under a 12 h photoperiod at seven fixed temperatures (15–35°C at 5°C intervals). The CCA explained 72.8% of the phenological data variation. The highest correlation coefficients with phenology were observed for mean air temperature, evaporation and solar global radiation. Flowering occurred during the hot and wet season, fruit maturation extended during the entire cold and dry season, and seed dispersal peaked before the onset of the rainy season. Germinability reached values above 80% under temperatures of 20-30°C, which occurred during the rainy period, just after seed dispersal. The results of this and other studies indicate that seed dispersal just before the rainy season, and fast germination at the beginning of the rainy season, are highly adaptive traits within the genus. In addition, the results provide important information for understanding basic factors that affect reproductive success and population growth, and should be considered when managing this endemic species from rock outcrop.

Key words: canonical correspondence analysis, climate, conservation, seed dispersal, Serra do Cipó

¹ Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Geral, Laboratório de Ecologia Evolutiva e Biodiversidade, Belo Horizonte, MG, Brasil

² Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Programa de Pesquisa em Biodiversidade, Manaus, AM, Brasil

³ Autor para correspondência: bernardo.dourado@gmail.com

Introdução

Características de história de vida que determinam o sucesso da reprodução e o potencial de dispersão afetam a distribuição, abundância e especificidade de habitat das espécies vegetais (Rabinowitz & Rapp 1981; Gaston 1994), principalmente em ambientes com pronunciada sazonalidade de recursos (Godinez-Alvarez *et al.* 1999; Simon & Hay 2003; Valverde *et al.* 2004). Portanto, as estratégias adaptativas de espécies de ambientes com alta heterogeneidade sazonal e espacial como os campos rupestres (Giulietti *et al.* 1997; Madeira & Fernandes 1999), devem favorecer o sucesso reprodutivo e o estabelecimento de plântulas (veja Kachi & Hirose 1990). Aspectos como o comportamento fenológico e os requerimentos para a germinação de sementes atuam como importantes fatores que limitam a abundância e a amplitude de distribuição geográfica dessas espécies (Fiedler 1986), uma vez que afetam a dinâmica e expansão das populações (Madeira & Fernandes 1999; Godinez-Alvarez *et al.* 1999; Valverde *et al.* 2004).

O conhecimento acerca da fenologia e da biologia de sementes de plantas auxilia na compreensão de processos como adaptabilidade, estabelecimento de plântulas e viabilidade de populações. Além disso, são importantes para embasar o desenvolvimento de tecnologias de propagação de plantas nativas para conservação de espécies ameaçadas, restauração de áreas degradadas ou aproveitamento econômico (Baumgärtner & Hartmann 2000; Zamith & Scarano 2004).

Estudos sobre a interação das espécies com fatores abióticos são necessários para se conhecer mecanismos de seleção das espécies desses ambientes e de seus mecanismos fisiológicos, morfológicos e bioquímicos adaptativos a estas condições adversas (Porto & Silva 1989). Além disso, o potencial de utilização econômica sustentável e as necessidades de recomposição de ecossistemas degradados e manejo de espécies raras e ameaçadas demandam estudos auto-ecológicos (Pavlik & Emberg 2001; Zamith & Scarano 2004).

Fatores ambientais como a variação térmica, promovem o aparecimento de características germinativas diversificadas (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1996), por modular diversos processos metabólicos (Baskin & Baskin 1971; Castro & Hilhorst 2004). A germinação de sementes é um estágio chave modulado por um conjunto de condições denominado “nicho de regeneração” (Grubb 1977) ou “sítio seguro” (Harper 1979). Dessa forma, o período em que ocorre a germinação das sementes é crucial para o estabelecimento de plântulas e conseqüentemente a distribuição espacial apresentada pela espécie, uma vez que este é o estágio normalmente mais vulnerável da vida das plantas (Harper 1979; Leck *et al.* 2008).

O gênero *Kielmeyera* Mart. é endêmico da América do Sul, compreende cerca de 47 espécies, sendo 45 nativas do Brasil e possui distribuição ampla principalmente no domínio dos cerrados (Barros & Caldas 1980; Ratter 1980;

Nardoto *et al.* 1998). Espécies arbóreas do gênero ocorrem em áreas de cerrados *sensu stricto*, mais freqüentemente no Centro-Oeste (Rizzini 1979; Saddi 1987). *Kielmeyera regalis* é uma espécie arbustiva endêmica da Cadeia do Espinhaço, em Minas Gerais, e ocorre em campos rupestres na forma de pequenas populações esparsas associadas a afloramentos rochosos tanto de origem quartzítica quanto ferruginosa (Saadi 1987; Mourão & Stehmann 2007). A espécie apresenta inflorescências racemosas, flores melitófilas albo-róseas com estames de cor amarela intensa originando frutos na forma de cápsulas septicidas de onde, após a deiscência, são dispersas sementes anemocóricas aladas. Estudos recentes abordaram a fenologia (Ribeiro *et al.* 1985; Oliveira & Sazima 1990, Oliveira & Moreira 1992; Oliveira & Silva 1993; Batalha & Mantovani 1999, 2000; Barros 2002; Lenza & Klink 2006; Cirne & Miranda 2008), biologia reprodutiva (Oliveira & Sazima 1990; Oliveira & Moreira 1992; Oliveira & Silva 1993) e germinação (Botelho & Carneiro 1992; Oliveira & Silva 1993; Coelho *et al.* 1997; Cirne & Miranda 2008; Melo *et al.* 1979; Nardoto *et al.* 1998; Moreira & Klink 2000; Santana *et al.* 2010) de espécies do gênero *Kielmeyera* que ocorrem no cerrado *sensu stricto*. No entanto, apesar de importante nas fisionomias rochosas dos campos rupestres dentro do bioma Cerrado, nenhuma espécie de *Kielmeyera* ocorrente nesses ambientes havia sido estudada.

O presente estudo tem o objetivo de avaliar a fenologia reprodutiva e a germinação de sementes de *Kielmeyera regalis* Saddi (Clusiaceae), uma espécie endêmica dos afloramentos rochosos rupestres da Cadeia do Espinhaço (Saadi 1987). Os objetivos específicos foram determinar o ciclo fenológico reprodutivo anual, verificar a influência dos fatores ambientais sobre a fenologia e a germinação de sementes sob diferentes temperaturas. Por se tratar de uma espécie arbustiva ocorrente em afloramentos rochosos numa região sujeita a pronunciada sazonalidade de precipitação, espera-se que a fenologia e a germinação de *K. regalis* apresentem padrões que propiciem o melhor aproveitamento dos períodos climáticos favoráveis para cada fase do ciclo reprodutivo.

Material e métodos

As coletas de dados fenológicos e de sementes foram realizadas na Reserva Natural Particular Vellozia (19°16'54" S, 43°35'45" W), localizada na Serra do Cipó, situada na porção sul da Cadeia do Espinhaço, no estado de Minas Gerais. A vegetação predominante na região é a de campos rupestres que se desenvolve sobre afloramentos rochosos quartzíticos (Joly 1970). Os campos rupestres representam as áreas mais críticas e ameaçadas devido à sua enorme diversidade e espécies endêmicas (Drummond *et al.* 2005; Ministério do Meio Ambiente 2007). Estas formações normalmente ocorrem em altitudes superiores a 1000 m do nível do mar, associadas principalmente à Cadeia do Espinhaço nos estados de Minas Gerais, Bahia e em Goiás

(Giulietti *et al.* 1997). Os habitats rupestres dessa região possuem como principais peculiaridades edáficas a acidez, baixa capacidade de retenção de umidade, baixa fertilidade, altas temperaturas e grande frequência de neossolos (Ribeiro & Fernandes 2000, Benites *et al.* 2007; Ranieri *et al.* 2007). A dificuldade no estabelecimento de plantas nesses ambientes é principalmente determinada pelas estações secas prolongadas, grande amplitude de temperaturas e características edáficas adversas (Joly 1970; Harley 1995; Teixeira & Lemos-Filho 2002; Ribeiro & Fernandes 2000; Benites *et al.* 2007; Conçeição & Giulietti 2002; Medina & Fernandes 2007; Negreiros *et al.* 2009).

O clima da região é caracterizado como do tipo mesotérmico, com invernos secos e verões chuvosos, temperatura média entre 17,4 e 19,8 °C e precipitação anual em torno de 1500 mm (Galvão & Nimer 1965). Foram obtidos dados climáticos mensais, de janeiro a dezembro de 2001, para Conceição do Mato Dentro, ca. de 30 km da área de estudos, (Fig. 1A, B). Com base nesses dados observa-se que houve um período quente e úmido de novembro a março com precipitação média de 186,44 mm, superior ao valor médio de evaporação de 98,3 mm. No período mais seco, de abril a outubro, a precipitação média de 34,07 mm foi inferior à evaporação média de 92,51 mm após o qual se iniciou um novo período de chuvas abundantes e temperaturas mais elevadas. Os valores de radiação solar global se mostraram mais ou menos constantes entre os meses de janeiro a abril com média de 200 MJ m⁻², apresentando uma pequena queda entre maio e julho com média de 180 MJ m⁻² e uma queda mais acentuada de setembro a dezembro com média de 150 MJ m⁻².

Os dados de fenologia foram coletados mensalmente de janeiro a dezembro de 2001 em 30 indivíduos aleatoriamente selecionados em uma população da Serra do Cipó, MG, registrando-se o número de botões, flores, frutos verdes e frutos maduros e/ou em dispersão em cada indivíduo amostrado. O índice de atividade (porcentagem de indivíduos) bem como o índice de intensidade (número de estruturas reprodutivas) de cada uma das fenofases foi determinado mensalmente segundo Bencke & Morellato (2002).

Para a coleta de sementes, foram aleatoriamente ensacados 42 frutos ainda imaturos com sacos de papel em 25 indivíduos da população estudada. Os frutos foram coletados quando no período de dispersão de sementes e secos à temperatura ambiente durante 48 horas para posterior triagem. Mediu-se o comprimento e a massa de cada fruto e determinou-se o número de sementes viáveis e não viáveis por meio da verificação da presença de endosperma. Oito sementes intactas e viáveis foram aleatoriamente selecionadas de cada fruto para a determinação da massa e para a realização dos experimentos de germinação. Após homogeneização do lote experimental, as sementes foram colocadas em placas Gerbox (4 réplicas com 15 sementes) forradas com dupla camada de papel de filtro umedecido com solução de nistatina (500 UI L⁻¹) (Lemos Filho *et al.* 1997). As placas foram colocadas em

câmaras de germinação nas temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30 e 35 °C sob luz fluorescente em fotoperíodo de 12 horas, sob uma densidade de fluxo de fótons de 25 μmol m⁻² s⁻¹. Apesar do baixo número total de sementes utilizadas no experimento (300), a utilização de um lote oriundo de frutos de 25 indivíduos da população estudada proporciona variabilidade genética suficiente para o isolamento de eventuais variações intraespecíficas na germinação. Foi verificada a ocorrência de germinação a cada 24 horas durante 70 dias, com o auxílio de um microscópio estereoscópio, sendo a emergência da radícula o critério adotado para a germinação (Bewley & Black 1994). Foram calculados a porcentagem total de germinação e o Índice de Velocidade de Emergência da Radícula (IVE) (Ranal & Santana 2006) de acordo com a seguinte fórmula:

$$IVE = \sum (Nn/Dn)$$

onde: Nn = número de sementes germinadas no enésimo dia de contagem; Dn = enésimo dia de contagem.

Os valores mensais do índice de intensidade de cada fenofase foram analisados por meio de Análises de Variância, utilizando-se Modelos Lineares Gerais (GLM) (Zar 1994). As análises foram realizadas utilizando-se o programa Statistica 7.0 (Statsoft, Tulsa, USA). Foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (ACC) correlacionando-se as médias mensais dos índices de intensidade e de dados climáticos registrados durante o período de estudos (Ter Braak 1986) de modo a analisar ambos os grupos de variáveis simultaneamente (Pavón & Briones 2001). Dessa forma foi possível investigar as relações entre os parâmetros climáticos e os comportamentos fenológicos da espécie estudada (Goulart *et al.* 2005). Após análises preliminares, foram excluídas variáveis que apresentaram alta colinearidade pelo teste de correlação de Pearson e baixa correlação com os eixos 1, 2 e 3 da ordenação da ACC (-0,4 < r < 0,4). As análises de ACC foram realizadas utilizando-se o programa PC Ord 4.0 (McCune & Mefford 1999).

As médias das porcentagens de germinação foram transformadas em arco-seno das raízes quadradas e, para os valores de IVE, foi realizada a logaritimização na base 10 (Zar 1996). Após a confirmação da normalidade de resíduos com o teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov - Lilliefors, os dados foram submetidos a análises de variância simples (ANOVA) seguida do teste de Tukey a 5% de probabilidade para verificar diferenças entre os tratamentos de temperatura (Zar 1996). As análises foram realizadas utilizando-se o programa Statistica 7.0 (Statsoft - Tulsa, USA).

Resultados

Fenologia

Foi observada variação intra-anual para a fenologia de *Kielmeyera regalis* tanto para os índices de atividade (Fig. 2A), quanto para os índices de intensidade (Fig. 2B) dos eventos reprodutivos. Houve diferença significativa entre os

Tabela 1. Resumo da Análise de Correspondência Canônica englobando dados mensais do índice de intensidade fenológica e médias de dados meteorológicos.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Autovalores	0,280	0,102	0,051
% de variância acumulada para fenologia	47,1	64,2	72,8
Correlação fenologia-meteorologia (Pearson)	0,846	0,869	0,864
Teste de permutação de Monte-Carlo (p)	0,22	0,03	0,01
Correlação Temperatura média do ar	0,398	-0,744	-0,137
Correlação Precipitação total	0,788	-0,021	-0,215
Correlação Evaporação	-0,136	-0,562	-0,585
Correlação Radiação solar global	0,183	-0,410	0,295

Em negrito, valores estatisticamente significativos: Correlações $>|0,4|$ e Teste de Monte-Carlo $p \leq 0,05$.

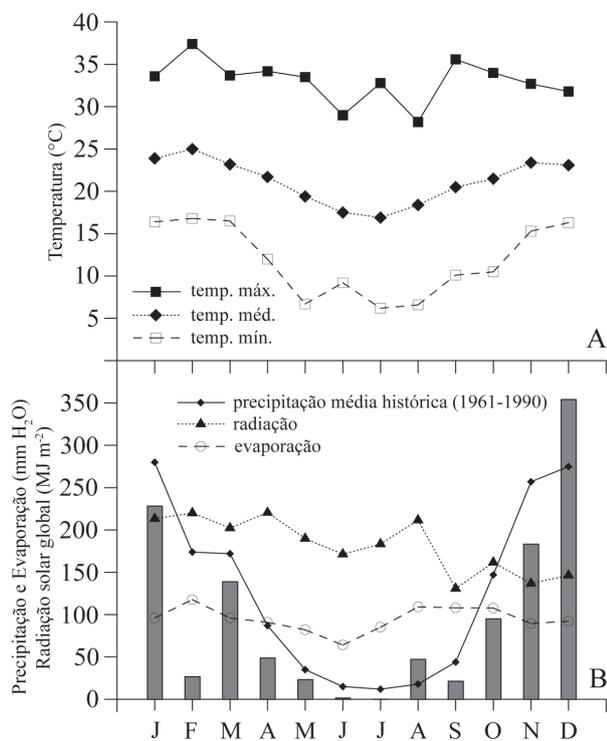


Figura 1. Condições climáticas, no município de Conceição do Mato Dentro, MG. A) temperaturas e B) precipitação média histórica de 1961-1990 (linha contínua), precipitação do período de estudos (barras cinza), evaporação e radiação solar global.

meses do período de estudo, na intensidade das fenofases botões (GLM, $F = 11,791$, $P < 0,0001$), flores ($F = 12,442$, $P < 0,0001$), frutos imaturos ($F = 4,449$, $P < 0,0001$) e frutos maduros ($F = 6,920$, $P < 0,0001$).

O período de produção de botões ocorreu entre dezembro e janeiro, quando respectivamente 46,7 e 73,3% dos indivíduos apresentavam a fenofase. O pico do índice de intensidade da fenofase ocorreu no mês de janeiro quando se registrou uma média de 18,5 botões florais por indivíduo. A floração ocorreu entre janeiro e março quando entre 16,7 e 66,7% dos indivíduos apresentavam flores. O

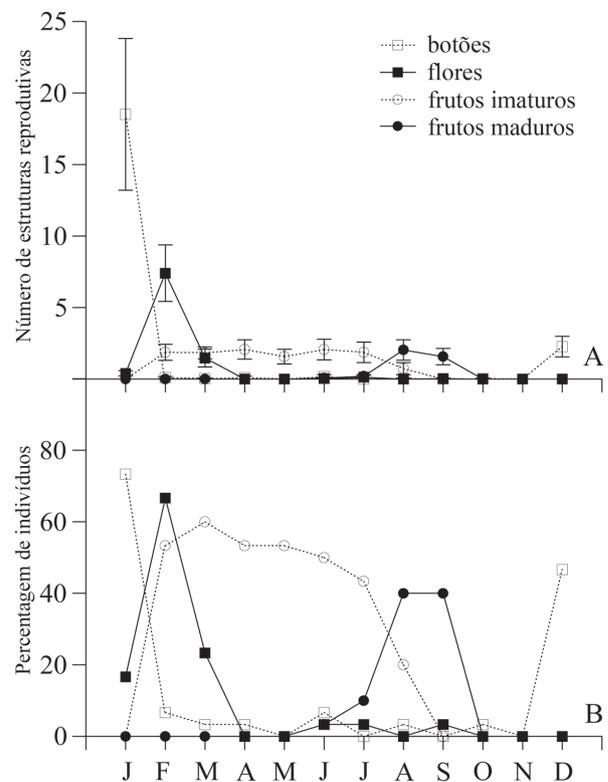


Figura 2. Fenologia reprodutiva de *Kielmeyera regalis* Saddi na Serra do Cipó, MG. A) Índice de Intensidade (média \pm erro); B) Índice de Atividade (%).

pico do índice de intensidade ocorreu no mês de fevereiro com uma média de 7,4 flores por indivíduo. O período de frutificação iniciou-se no mês de fevereiro e se estendeu até o mês de agosto, com valores de índice de atividade de frutos imaturos variando entre 20,0 e 60,0%. Durante este período o índice de intensidade variou de 1,6 a 2,1 frutos imaturos por indivíduo. No mês de junho iniciou-se o período de maturação de frutos sendo que em agosto e setembro 40% dos indivíduos apresentavam frutos maduros ou dispersando sementes, com médias de 1,6 e 2,6 frutos maduros ou em dispersão, respectivamente.

Com base na Análise de Correspondência Canônica (CCA) observou-se a distribuição da intensidade das fenofases reprodutivas no diagrama de acordo com o grau de correlação com cada variável ambiental. Correlações entre as fenofases e fatores ambientais foram 0,869 e 0,864 pelo segundo e terceiro eixos da CCA, respectivamente (Tab. 1). A porcentagem de variância acumulada explicada pelos eixos 2 e 3 foi respectivamente de 64,2 e 72,8%, para os dados fenológicos. A correlação do eixo 2 com os dados climáticos temperatura média do ar ($r = -0,744$), evaporação ($r = -0,562$) e radiação solar global ($r = -0,410$) bem como do eixo 3 com a evaporação ($r = -0,585$), mostraram os mais altos coeficientes. Na ordenação da CCA houve a segregação da fenofase *flores* a esquerda do Eixo 2 (horizontal), indicando que a o florescimento de *Kielmeyera regalis* ocorreu com maior intensidade durante os meses com maiores médias de temperatura, evaporação e radiação solar global (Fig. 3). O Eixo 3 (vertical) promoveu a segregação da fase frutos imaturos, indicando que esta fenofase ocorre com menor intensidade nos meses de menores médias de evaporação (Fig. 3).

Germinação

A porcentagem de germinação de sementes de *Kielmeyera regalis* apresentou diferenças significativas entre os diferentes tratamentos de temperatura (ANOVA; $F = 32,5$; $P < 0,05$). Observou-se germinabilidade significativamente superior no tratamento da temperatura de 20 °C que resultou em 100% de germinabilidade em todas as amostras (Fig. 4A). As temperaturas 25 e 30 °C geraram

médias de germinabilidade também altas, com valores de 84,1 e 81,8% respectivamente. As temperaturas de 15 e 35 °C geraram percentuais de germinação significativamente mais baixos, com médias de germinabilidade de 41 e 11,4%, respectivamente (Fig. 4A).

A temperatura de incubação também influenciou significativamente a velocidade de germinação das sementes de *Kielmeyera regalis* (ANOVA, $F = 23,4$; $P < 0,05$). A média do IVE foi significativamente superior no tratamento a 25 °C com uma média de 1,17 sementes dia⁻¹ (Fig. 4B). Nas temperaturas de 20 e 30 °C as médias apresentaram-se intermediárias e estatisticamente semelhantes, com valores de 0,74 e 0,8, respectivamente. Por outro lado, nos tratamentos a 15 e 35 °C os valores do IVE foram baixos, sendo as médias de 0,21 e 0,04 respectivamente (Fig. 4B). O número de dias para início da germinação variou entre 3 (25 °C) e 21 (35 °C).

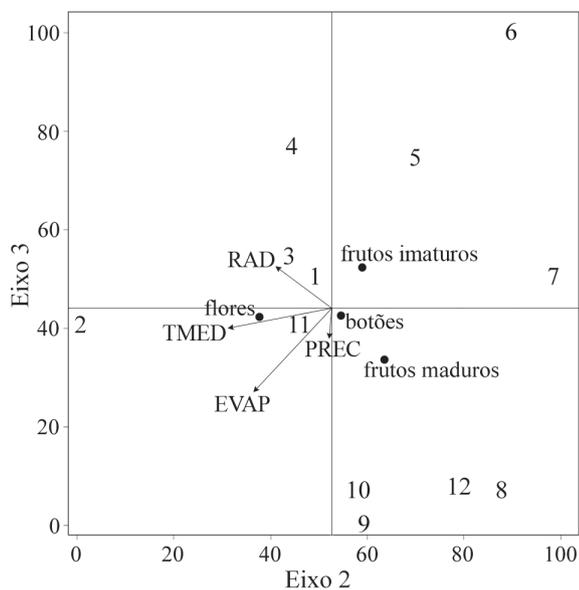


Figura 3. Diagrama da Análise de Correspondência Canônica relacionando o índice de intensidade fenológica das fenofases (●): botões, flores, frutos imaturos e frutos maduros, de *Kielmeyera regalis* Saddi, com as médias mensais de variáveis climáticas no ano de 2001: EVAP = evaporação; RAD = radiação solar global; PREC = precipitação total; TMED = temperatura média do ar. Os números de 1 a 12 são referentes aos meses do período de estudo.

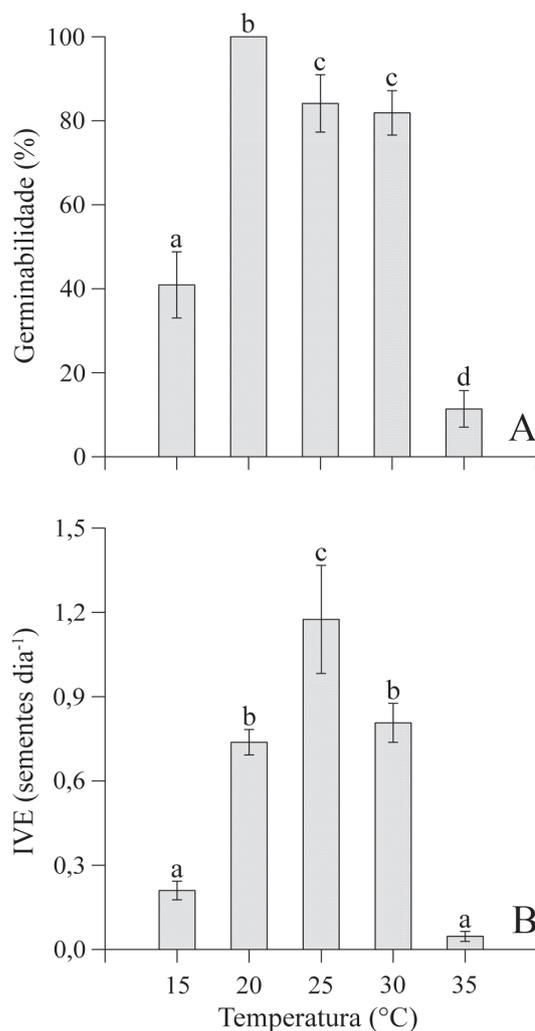


Figura 4. Germinação de sementes de *Kielmeyera regalis* Saddi. A) Porcentagem de germinação de sementes incubadas em diferentes temperaturas constantes; B) Índice de Velocidade de Emergência da Radícula (IVE) de sementes incubadas em diferentes temperaturas constantes. Letras indicam diferenças significativas entre temperaturas pelo teste de Tukey a 5%.

Discussão

As diferentes estratégias fenológicas permitem às plantas desenvolverem com sucesso diante das flutuações cíclicas bióticas e abióticas do ambiente por meio da percepção de sinais periódicos e estímulos externos (Sarmiento & Monasterio 1983). Dentre os fatores climáticos que influenciam diretamente os padrões fenológicos das espécies vegetais, a disponibilidade hídrica é relatada como o mais importante em ecossistemas tropicais sazonais (Opler *et al.* 1976; Griz & Machado 2001; Pavon & Briones 2001). No entanto, fatores como a radiação solar, temperatura e evaporação podem atuar como sinalizadores de condições propícias à ocorrência dos eventos fenológicos, desencadeando processos fisiológicos de forma indireta (Goulart *et al.* 2005; Stevenson *et al.* 2008; Calle *et al.* 2010). Dessa forma, esses fatores climáticos podem sinalizar às plantas, a proximidade temporal de condições adequadas para que determinada fase ocorra (Rathcke & Lacey 1985).

Os resultados da análise de ACC evidenciam o alto grau de correlação entre as fenofases e os fatores ambientais temperatura média do ar, evaporação e radiação solar global, o que é um reflexo da forte influência da sazonalidade climática na ocorrência de eventos reprodutivos nas populações de *Kielmeyera regalis* da Serra do Cipó. Estes resultados corroboram a tendência de que a fenologia seja correlacionada aos fatores ambientais abióticos o que é observado para comunidades de ambientes sazonais (Pavón & Briones 2001; Stevenson *et al.* 2008).

A época de ocorrência da fenofase de floração pode ser crucial para a reprodução porque qualquer variação na data de antese influencia tanto o sucesso na polinização quanto a taxa de produção de sementes (Stephenson 1981). Na população de *Kielmeyera regalis* estudada, a fase de produção de botões florais ocorreu num mês de elevada precipitação, conforme evidenciado pela análise de ACC, resultando em maiores intensidades de floração no final da estação chuvosa. Resultados semelhantes haviam sido relatados por Oliveira & Silva (1993) para *Kielmeyera speciosa*, a qual floresceu no final da estação chuvosa nos cerrados do Brasil central. No entanto, Barros (2002) detectou período de floração convergente entre *Kielmeyera abdita*, *Kielmeyera coriacea* e *Kielmeyera variabilis* no Cerrado *sensu stricto* durante o período seco até o início da estação chuvosa, entre agosto e dezembro. Neste mesmo estudo, *K. speciosa* floresceu isoladamente durante o período chuvoso entre fevereiro e maio (Barros 2002). Batalha & Mantovani (1999, 2000), por outro lado, observaram floração assíncrona entre *Kielmeyera rubriflora* e *K. variabilis*, que floresceram respectivamente entre abril a junho (estação seca) e de dezembro a fevereiro (estação chuvosa). Lenza & Klink (2006) registraram, para *K. coriacea*, diferentes períodos de floração entre os anos de 2000 (agosto a novembro), 2001 (setembro) e 2003 (julho a outubro).

A sazonalidade de floração de espécies taxonomicamente relacionadas frequentemente apresenta padrões

semelhantes, mas não necessariamente ocorrem concomitantemente, sugerindo que esta fenofase não é fortemente associada à filogenia (Stevenson *et al.* 2008). Além disso, os resultados discrepantes entre espécies similares, como observado na literatura para *K. variabilis* e *K. coriacea*, sugerem que ocorram variações na fenologia das espécies dependendo da população estudada e das condições climáticas predominantes no ano, especialmente referentes ao regime de precipitação.

No presente estudo, observou-se alta sincronia intrapopulacional na antese em *Kielmeyera regalis*, gerando conspícua e abundante oferta de recursos para visitantes florais. A seleção para alta sincronia intraespecífica de florescimento é atribuída à elevação do potencial de polinização cruzada, na eficiência energética do polinizador, na atração de polinizadores e no escape contra predadores de flores e sementes (Augsburger 1983; Rathcke 1983; Van Schaik *et al.* 1993). Além disso, uma variedade de fatores seletivos relacionados à competição por polinizadores (Waser 1979), ao tempo de dispersão de sementes (Wheelwright 1985), à herbivoria (Brody & Mitchell 1997) e a diferenças no habitat (Bretagnolle & Thompson 1996) têm sido relatadas como influências no tempo de antese. *Kielmeyera regalis* apresenta período predominante de maturação dos frutos durante a estação seca e fria, com duração de sete a oito meses, quando as condições são menos propícias aos predadores de frutos e parasitas (Rathcke & Lacey 1985). Este padrão é evidenciado pela análise de ACC realizada. As sementes de *Kielmeyera* spp. podem ser atacadas por larvas de Coleoptera que empupam dentro dos frutos, emergindo os insetos adultos quando os frutos se abrem durante os eventos de dispersão de sementes (Oliveira & Silva 1993). A maturação lenta de frutos foi também registrada para *Kielmeyera speciosa* (5-7 meses) e *Kielmeyera coriacea* (10-12 meses) por Oliveira & Silva (1993). Lenza & Klink (2006), por outro lado, detectaram que o período de frutificação interanual de *K. coriacea* no cerrado *sensu stricto* foi curto e homogêneo, ocorrendo durante o período chuvoso (outubro e novembro). A heterogeneidade observada no período de maturação dos frutos entre as diferentes espécies de *Kielmeyera* pode refletir diferentes pressões seletivas bióticas ou abióticas sobre o sucesso desta fenofase.

A dispersão das sementes de *Kielmeyera regalis* ocorreu com maior intensidade e atividade em agosto e setembro, período que precedeu o início da estação chuvosa na Serra do Cipó em 2001. Tal resultado coincide com os registrados em estudos anteriores para *Kielmeyera speciosa* (Oliveira & Silva 1993; Cirne & Miranda 2008) e *Kielmeyera coriacea* (Ribeiro *et al.* 1985; Oliveira & Silva 1993; Cirne & Miranda 2008) que apresentaram pico de dispersão de sementes no final da estação seca.

Espécies com dispersão anemocórica, como as do gênero *Kielmeyera*, predominam em áreas abertas do bioma Cerrado chegando a abranger 68% da comunidade (Gottsberger & Gottsberger-Silberbauer 1983). Essas espécies

aparentemente evoluíram de modo a apresentar pico de dispersão de sementes durante a estação seca, período com mais altos valores de velocidade e intensidade do vento e a baixa umidade relativa do ar o que favorece a dispersão de sementes anemocóricas (Gottsberger & Gottsberger-Silberbauer 1983; Pezzini *et al.* 2008). Mantovani & Martins (1988) verificaram ainda que a deiscência e a dispersão das espécies anemocóricas são facilitadas durante a estação seca pela desidratação do pericarpo dos frutos e sementes. Além disso, a concomitante queda de folhas observada principalmente nas espécies anemocóricas de ambientes sazonais também facilita a dispersão de seus diásporos (Pezzini *et al.* 2008).

A similaridade quanto à época de dispersão de sementes, entre diferentes espécies de *Kielmeyera* em diferentes áreas, indica que a ocorrência deste evento próximo ao início da estação chuvosa seja um forte fator adaptativo dentro do gênero. Neste período, as chances de germinação e o estabelecimento de plântulas são maiores (Oliveira & Silva 1993). O mesmo não é observado para os períodos de floração e maturação de frutos. A germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas atuam como pressões seletivas que geram padrões reprodutivos que favorecem a dispersão de sementes na época mais favorável a esses processos (Rathcke & Lacey 1985).

Foi observada alta germinabilidade pelas sementes de *Kielmeyera regalis*, com médias superiores 80%, em lotes de sementes submetidos às temperaturas constantes de 20 e 25 °C. Na temperatura de 20 °C a germinabilidade foi significativamente superior apesar de o processo de germinação ter se mostrado mais lento que a 25 e 30 °C. A faixa de temperatura entre 20 e 25 °C ocorre durante o final da estação seca e início da chuvosa na Serra do Cipó em agosto e setembro, coincidindo com o pico de atividade e intensidade de dispersão de sementes por *K. regalis*. Variações na germinação das sementes são reflexos de adaptações a condições ecológicas específicas (Navarro & Guitián 2003) sendo que, normalmente, as temperaturas em que ocorrem as maiores taxas germinativas correspondem aos valores registrados nas épocas e micro-habitats mais propícios para o recrutamento de plântulas (Baskin & Baskin 1992).

A faixa de temperatura de 20 a 30 °C se mostrou favorável à germinação de *Kielmeyera regalis* proporcionando porcentagens de germinação superiores a 80%. Estudos anteriores com sementes de *Kielmeyera coriacea* obtiveram porcentagens de germinação superiores a 60% a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas (Oliveira & Silva 1993; Cirne & Miranda 2008). Santana *et al.* (2010) verificaram variação de 100% a 47% na germinabilidade entre lotes de diferentes indivíduos de *K. coriacea* em câmaras de germinação a 23 °C de temperatura. Outros estudos relatam amplitudes de germinação de *K. coriacea* que variam entre 60 e 90% (Melo *et al.* 1979; Botelho & Carneiro 1992; Coelho *et al.* 1997).

Sob a temperatura de 35 °C o processo de germinação foi inibido para as sementes de *K. regalis*, assim como veri-

ficado por outros estudos sobre a germinação de sementes de espécies de campos rupestres, nos quais foram detectados efeitos negativos de temperaturas iguais ou superiores a 30 °C na germinação de sementes (Ranieri *et al.* 2003; Silveira *et al.* 2004; Oliveira & Garcia 2005; Ranieri *et al.* 2012). Entretanto, Garcia & Diniz (2003) verificaram o favorecimento da germinação em *Vellozia* spp. sob altas temperaturas, as quais são comuns em seus habitats abertos, sujeitos à alta irradiância solar e grande aquecimento do substrato rochoso. A temperatura de 15 °C mostrou-se baixa para a indução de processos fisiológicos relacionados ao início da germinação de *K. regalis*. Tal fato favorece a ocorrência de germinação quando as médias de temperatura atingem valores superiores, durante os períodos hidricamente favoráveis.

Na faixa de temperatura entre 20 e 30 °C, os valores de velocidade de germinação foram superiores a 0,7 sementes dia⁻¹. Alta velocidade de germinação foi também detectada para *Kielmeyera coriacea* por outros estudos, nos quais a maioria das sementes emitiu a radícula entre 10 e 14 dias (Melo *et al.* 1979; Coelho *et al.* 1997, Oliveira *et al.* 2008).

Os estudos anteriormente citados com espécies arbustivas de campos rupestres detectaram velocidades consideradas altas dentro das faixas ótimas de temperatura para cada espécie (Garcia & Diniz 2003; Ranieri *et al.* 2003; Silveira *et al.* 2004; Oliveira & Garcia 2005; Ranieri *et al.* 2012). A alta velocidade na germinação de sementes é uma adaptação atribuída à ocorrência de solos que apresentam maiores taxas de infiltração de água (Gutterman *et al.* 1967). Tal adaptação é importante para plantas que crescem em ambientes adversos e devem ser capazes de sincronizar seu padrão de desenvolvimento com períodos chuvosos curtos e esparsos (Gutterman 1997). Portanto, a rápida germinação de *Kielmeyera regalis*, assim como relatado para outras espécies do gênero, permite que plântulas que emergem durante os períodos de chuva completem o desenvolvimento de um xilopódio que lhes permita sobreviver até o próximo período favorável (Oliveira & Silva 1993) formando um banco de plântulas (Nardoto *et al.* 1998; Moreira & Klink 2000). O comportamento germinativo de *K. regalis* é, portanto, adaptativo a habitats rupestres onde a precipitação é sazonal e onde o substrato apresenta baixa retenção de umidade (Ranieri *et al.* 2007). Estudos sobre fases posteriores à germinação em campo serão necessários para se elucidar sobre a ocorrência de estratégias similares nesta espécie. As estratégias relacionadas ao recrutamento devem ser compreendidas uma vez que são mecanismos fundamentais de declínio, persistência e expansão de espécies em paisagens em processo de alteração. Os resultados gerados neste estudo são importantes para a compreensão básica dos fatores limitantes ao crescimento e manutenção das populações de *Kielmeyera regalis* nos campos rupestres da Serra do Cipó, uma região em rápido processo de alteração (Barbosa *et al.* 2010). Portanto, as estratégias de manejo e conservação de *K. regalis* nesse ecossistema ameaçado, como ações de propagação, resgate e reintrodução, devem considerar os

padrões sazonais de fenologia e germinação observados para a espécie, reconhecendo o início da fase reprodutiva no período quente e úmido, dispersão das sementes após a estação seca e germinação no período chuvoso. Há ainda uma premente demanda de estudos acerca de fases posteriores à dispersão de sementes, como a germinação e sobrevivência de plântulas em campo contribuindo para a elaboração de estratégias de manejo que possam possibilitar de forma efetiva a conservação dessa espécie e dos processos ecológicos dos quais faz parte.

Agradecimentos

Agradecemos ao Fernando Augusto de Oliveira e Silveira, Leonor Patrícia Cerdeira Morellato e a dois revisores anônimos pelos comentários críticos nas versões iniciais do manuscrito. Ao José Rubens Pirani pela identificação da espécie. Ao Instituto Nacional de Meteorologia pela concessão dos dados climatológicos. Este trabalho contou com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - 309633/2007-9, 476178/2008-8), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG - CRA 583/03, 697/06, EDT - 465/07, APQ-01278/08) e Idea Wild.

Referências bibliográficas

- Augsburger, C.K. 1983. Offspring recruitment around tropical trees: changes in cohort distance with time. **Oikos** **40**: 189-196.
- Barros, M.A.G. & Caldas, L.S. 1980. Acompanhamento de eventos fenológicos apresentados por cinco gêneros nativos do cerrado (Brasília, DF). **Brasil Florestal** **10**: 7-14.
- Barros, M.A.G. 2002. Floração sincrônica e sistemas reprodutivos em quatro espécies de *Kielmeyera* Mart. (Guttiferae). **Acta Botanica Brasílica** **16**: 113-122.
- Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 1971. The possible ecological significance of the light requirement for germination of *Cyperus inflexus*. **Bulletin of the Torrey Botanical Club** **98**: 25-33.
- Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 1992. Role of temperature and light in the germination ecology of buried seeds of weedy species of disturbed forests. I. *Lobelia inflata*. **Canadian Journal of Botany** **70**: 589-592.
- Barbosa, N.P.U.; Fernandes, G.W.; Carneiro, M.A.A. & Júnior, L.A.C. 2010. 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** **12**: 3745-3755.
- Batalha, M.A. & Mantovani, W. 1999. Some reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. **Revista Brasileira de Biologia** **59**: 1-16.
- Batalha, M.A. & Mantovani, W. 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. **Revista Brasileira de Biologia** **60**: 129-145.
- Baumgärtner, J. & Hartmann, J. 2000. The use of phenology models in plant conservation programmes: the establishment of the earliest cutting date for the wild daffodil *Narcissus radiiflorus*. **Biological Conservation** **93**: 155-161.
- Bencke, C.S.C. & Morellato, L.P.C. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica** **25**: 269-275.
- Benites, V.M.; Schaefer, C.E.G.R.; Simas, F.N.B. & Santos, H.G. 2007. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain range Mantiqueira and Espinhaço. **Revista Brasileira de Botânica** **30**: 569-577.
- Bewley, J.D. & Black, M. 1994. **Seeds: physiology of development and germination**. New York, Plenum Press.
- Botelho, S.A. & Carneiro, J.G.A. 1992. Influência da umidade, embalagens e ambientes sobre a viabilidade e vigor de sementes de pau-santo (*Kielmeyera coriacea* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes** **14**: 41-46.
- Bretagnolle, F. & Thompson, J.D. 1996. An experimental study of ecological differences in winter growth between diploid and autotetraploid *Dactylis glomerata*. **Journal of Ecology** **84**: 343-351.
- Brody, A.K. & Mitchell, R.J. 1997. Effects of experimental manipulation of inflorescence size on pollination and pre-dispersal seed predation in the hummingbird-pollinated plant *Ipomopsis aggregata*. **Oecologia** **110**: 186-193.
- Calle, Z.; Schlumberger, B.O.; Piedrahita, L.; Leftin, A.; Hammer, S.A.; Tye, A. & Borchert, R. 2010. Seasonal variation in daily insolation induces synchronous bud break and flowering in the tropics. **Trees** **24**: 865-877.
- Castro, R.D. & Hilhorst, H.W.M. 2004. Embebição e reativação do metabolismo. Pp. 149-162. In: Ferreira, A.G. & Borghetti, F. (Eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed.
- Cirne, P. & Miranda, H.S. 2008. Effects of prescribed fires on the survival and release of seeds of *Kielmeyera coriacea* (Spr.) Mart. (Clusiaceae) in savannas of Central Brazil. **Brazilian Journal of Plant Physiology** **20**: 197-204.
- Coelho, M.F.B.; Albuquerque, M.C.F.; Dombroski, J.L.D. & Ferronato, A. 1997. Germinação de sementes de plantas medicinais nativas e espontâneas do cerrado de Mato Grosso. Pp. 75-78. In: Leite, L.L. & Saito, C.H. (Eds.). **Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado**. Brasília, UnB/ECL.
- Conceição, A.A. & Giuliatti, A.M. 2002. Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Hoehnea** **29**: 37-48.
- Drummond, G.M.; Martins, C.S.; Machado, A.B.M.; Sebaio, F.A. & Antonini, Y. 2005. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas.
- Fiedler, P.L. 1986. Concepts of rarity in vascular plant species, with special reference to the genus *Calochortus* Pursh (Liliaceae). **Taxon** **35**: 502-518.
- Galvão, M.V. & Nimer, E. 1965. Clima. Pp. 91-139. In: IBGE (Ed.) **Geografia do Brasil - Grande Região Leste**. Rio de Janeiro, IBGE.
- Garcia, Q.S. & Diniz, I.S.S. 2003. Comportamento germinativo de três espécies de *Vellozia* da Serra do Cipó, MG. **Acta Botanica Brasílica** **17**: 487-494.
- Gaston, K.J. 1994. **Rarity**. London, Chapman & Hall.
- Giuliatti, A.M.; Pirani, J.R. & Harley, R.M. 1997. Espinhaço range region, eastern Brazil. Pp. 397-404. In: S.D. Davis; V.H. Heywood & O. Herrera-MacBryde (Eds.). **Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation**. Vol. 3. Cambridge, WWF/IUCN.
- Godínez-Alvarez, H.; Valiente-Banuet, A. & Valiente-Banuet, L. 1999. Biotic interactions and the population dynamics of the long-lived columnar cactus *Neobuxbaumia tetetzo* in the Tehuacan Valley, Mexico. **Canadian Journal of Botany** **77**: 203-208.
- Gottsberger, G. & Gottsberger-Silberbauer, I. 1983. Dispersal and distribution in the cerrado vegetation of Brazil. **Sonderbänd des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg** **7**: 315-352.
- Goulart, M.F.; Lemos-Filho, J.P. & Lovato, M.B. 2005. Phenological variation within and among populations of *Plathymentia reticulata* in Brazilian Cerrado, the Atlantic Forest and transitional sites. **Annals of Botany** **96**: 445-455.
- Griz, L.M.S. & Machado, I.C. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in Caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **17**: 303-321.
- Grubb, P.J. 1977. Control of forest growth and distribution on wet tropical mountains: with special reference to mineral nutrition. **Annual Review of Ecology and Systematics** **8**: 83-107.
- Gutterman, Y. 1997. Spring and summer daily subsurface temperatures in three microhabitats in a flat natural loess area in the Negev Desert, Israel. **Journal of Arid Environments** **36**: 225-235.
- Gutterman, Y.; Witztum, A. & Evenari, M. 1967. Seed dispersal and germination in *Blepharis persica* (Burm.) Kuntze. **Israel Journal of Botany** **16**: 213-234.

- Harley, R.M. 1995. Introduction. Pp.1-37. In: Stannard, B.L. (Ed.). **Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Brazil**. Kew, Royal Botanic Gardens.
- Harper, J.L. 1979. **Population biology of plants**. London, Academic Press.
- Joly, A.B. 1970. **Conheça a vegetação brasileira**. São Paulo, EDUSP & Editora Polígono.
- Kachi, N. & Hirose, T. 1990. Optimal time of seedling emergence in a dune population of *Oenothera glazioviana*. **Ecological Research** 5: 143-152.
- Leck, M.A.; Simpson, R.L. & Parker, V.T. 2008. Why seedlings? Pp. 3-15. In: Leck, M.A.; Parker, V.T. & Simpson, R.L. (Eds.). **Seedling ecology and evolution**. New York, Cambridge University Press.
- Lemos-Filho, J.P.; Guerra, S.T.M.; Lovato, M.B. & Scotti, M.R.M. 1997. Germinação de sementes de *Senna macranthera*, *Senna multijuga* e *Stryphnodendron polyphyllum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 32: 357-361.
- Lenza, E. & Klink, C.A. 2006. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica** 29: 627-638.
- Madeira, J.A. & Fernandes, G.W. 1999. Reproductive phenology of sympatric species of *Chamaecrista* (Leguminosae) in Serra do Cipó, Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 15: 463-479.
- Mantovani, W. & Martins, F.R. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 11: 101-112.
- McCune, B. & Mefford, M.J. 1999. **PC-ORD: Multivariate analysis of ecological data**. Version 4. Glenden Beach, MjM Software Design.
- Medina, B.M.O. & Fernandes, G.W. 2007. The potential of natural regeneration of rocky outcrop vegetation on rupestrian field soils in "Serra do Cipó", Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 30: 665-678.
- Melo, J.T.; Ribeiro, J.F. & Lima, V.L.G. 1979. Germinação de sementes de algumas espécies arbóreas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Sementes** 1: 8-12.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2007. **Biodiversidade do Cerrado e Pantanal: áreas prioritárias para conservação**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.
- Moreira, A.G. & Klink, C.A. 2000. Biomass allocation and growth of tree seedlings from two contrasting Brazilian savannas. **Ecotropicos** 13: 43-51.
- Mourão, A & Stehmann, J.R. 2007. Levantamento da flora do campo rupestre sobre canga hematítica couraçada remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia** 54: 775-786.
- Nardoto, G.B.; Souza, M.P & Franco, A.C. 1998. Estabelecimento e padrões sazonais de *Kielmeyera coriacea* Mart. nos cerrados do Planalto Central: efeitos do estresse hídrico e sombreamento. **Revista Brasileira de Botânica** 21: 313-320.
- Navarro, L. & Guitián, J. 2003. Seed germination and seedling survival of two threatened endemic species of the northwest Iberian peninsula. **Biological Conservation** 109: 313-320.
- Negreiros, D.; Fernandes, G.W.; Silveira, F.A.O. & Chalub, C. 2009. Seedling growth and biomass allocation of endemic and threatened shrubs of rupestrian fields. **Acta Oecologica** 35: 301-310.
- Oliveira, P.E. & Moreira, A.G. 1992. Anemocoria em espécies de cerrado e mata de galeria de Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica** 5: 163-174.
- Oliveira, P.E. & Silva, J.C.S. 1993. Reproductive biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) in cerrados of Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 9: 67-79.
- Oliveira, P.E.A.M. & Sazima, M. 1990. Pollination biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) from cerrado vegetation. **Plant Systematics and Evolution** 172: 35-49.
- Oliveira, P.G. & Garcia, Q.S. 2005. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Syngonanthus elegantulus* Ruhland, *S. elegans* (Bong.) Ruhland e *S. venustus* Silveira (Eriocaulaceae). **Acta Botanica Brasilica** 19: 639-645.
- Opler, P.A.; Frankie, G.M. & Baker, H.G. 1976. Rainfall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography** 3: 231-236.
- Pavlik, B.M. & Emberg, A. 2001. Developing an ecosystem perspective from experimental monitoring programs: 1. Demographic responses of a rare geothermal grass to soil temperature. **Environmental Management** 28: 225-242.
- Pavón, N.P. & Briones, O. 2001. Phenological patterns of nine perennial plants in an intertropical semi-arid Mexican scrub. **Journal of Arid Environments** 49: 165-277.
- Pezzini, F.F.; Brandão, D.; Ranieri, B.D.; Espírito-Santo, M.M.; Jacobi, C.M. & Fernandes, G.W. 2008. Polinização, dispersão de sementes e fenologia de espécies arbóreas no Parque Estadual da Mata Seca. **MG-Biota** 1: 37-45.
- Porto, M.L. & Silva, M.F.F. 1989. Tipos de vegetação metalófila em áreas da Serra de Carajás e de Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica** 3: 13-21.
- Rabinowitz, D. & Rapp, J.K. 1981. Dispersal abilities of seven sparse and common grasses from a Missouri prairie. **American Journal of Botany** 68: 612-624.
- Ranal, M.A. & Santana, D.G. 2006. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica** 29: 1-11.
- Ranieri, B.D.; França, M.G.C. & Pezzini, F.F. 2007. Umidade do solo e sua influência no estabelecimento de duas espécies rupestres de Gesneriaceae endêmicas de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biociências** 5: 3-5.
- Ranieri, B.D.; Lana, T.C.; Negreiros, D.; Araújo, L.M. & Fernandes, G.W. 2003. Germinação de sementes de *Lavoisiera cordata* Cogn. e *Lavoisiera francavillana* Cogn. (Melastomataceae) espécies simpátricas da Serra do Cipó, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 17: 523-530.
- Ranieri, B.D.; Pezzini, F.F.; Garcia, Q.S.; Chautems, A. & França, M.G.C. 2012. Testing the regeneration niche hypothesis with Gesneriaceae (Tribe Sinningiae) in Brazil: Implications for the conservation of rare species. **Austral Ecology** 37: 125-133.
- Rathcke, B. 1983. Competition and facilitation among plants for pollination. Pp. 305-329. In: Real, L. (Ed.). **Pollination biology**. New York, Academic Press.
- Rathcke, B.J. & Lacey, E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics** 16: 179-214.
- Ratter, J.A. 1980. **Notes on the vegetation of Fazenda Água Limpa (Brasília, DF, Brazil)**. Edinburgh, Royal Botanic Garden Edinburgh.
- Ribeiro, J.F.; Silva, J.C. & Batmalian, G.J. 1985. Fitossociologia de tipos fisionômicos do Cerrado em Planaltina-DF. **Revista Brasileira de Botânica** 8: 131-142.
- Ribeiro, K.T. & Fernandes, G.W. 2000. Patterns of abundance of a narrow endemic species in a tropical and infertile montane habitat. **Plant Ecology** 147: 205-218.
- Rizzini, C.T. 1979. **Tratado de Fitogeografia do Brasil. Aspectos sociológicos e florísticos**. Volume 2. São Paulo, HUCITEC/EDUSP.
- Saddi, N. 1987. New species of *Kielmeyera* (Guttiferae) from Brazil. **Kew Bulletin** 42: 221-230.
- Santana, D.G.; Anastácio, M.R.; Lima, J.A. & Mattos, M.B. 2010. Germinação de sementes e emergência de plântulas de pau-santo: uma análise crítica do uso de correlação. **Revista Brasileira de Sementes** 32: 134-140.
- Sarmiento, G. & Monasterio, M. 1983. Life-forms and phenology. Pp 79-108. In: Bourlière, F. (Ed.). **Ecosystems of the World 13: tropical savannas**. Amsterdam, Elsevier.
- Silveira, F.A.O.; Negreiros, D. & Fernandes, G.W. 2004. Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de *Marcetia taxifolia* (A. St. Hil.) DC. (Melastomataceae). **Acta Botanica Brasilica** 18: 847-852.
- Stevenson, P.R.; Castellanos, M.C.; Cortés, A.I. & Link, A. 2008. Flowering patterns in a seasonal tropical lowland forest in western Amazonia. **Biotropica** 40: 559-567.
- Simon, M.F. & Hay, J.D. 2003. Comparison of a common and rare species of *Mimosa* (Mimosaceae) in Central Brazil. **Austral Ecology** 28: 315-326.
- Stephenson, A.G. 1981. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. **Annual Review of Ecology and Systematics** 12: 253-279.
- Teixeira, W.A. & Lemos-Filho, J.P. 2002. Fatores edáficos e a colonização de espécies lenhosas em uma cava de mineração de ferro em Itabirito, Minas Gerais. **Revista Árvore** 26: 25-33.

- Ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigen-vector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology** **67**: 1167-1179.
- Valverde, T.; Quijas, S.; López-Villavicencio, M. & Castillo, S. 2004. Population dynamics of *Mammillaria magnimamma* Haworth (Cactaceae) in a lava-field in Central Mexico. **Plant Ecology** **170**: 167-184.
- Van Schaick, C.P., Terborg, J.W. & Wright, S.J. 1993. The phenology of tropical forest: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics** **24**: 353-377.
- Vázquez-Yanes, C. & Orozco-Segovia, A. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics** **24**: 69-87.
- Waser, N.M. 1979. Pollinator availability as a determinant of flowering time in ocotillo (*Fouquieria splendens*). **Oecologia** **39**: 107-121.
- Wheelwright, N.T. 1985. Fruit-size, gape width, and the diets of fruit-eating birds. **Ecology** **66**: 808-818.
- Zamith, L.R. & Scarano, F.R. 2004. Produção de mudas de espécies das restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **18**: 161-176.
- Zar, J.H. 1984. **Biostatistical analysis**. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.