Jardim Botânico de Brasília
ISSN 1983-6996
Versão impressa

ISSN 2359-165X
Versão *on line*

Heringeriana

10(1): 23-34. 2016

FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Lychnophora pohlii* Sch. Bip. (ASTERACEAE) EM ÁREA DE CAMPO RUPESTRE, DIAMANTINA, MG.

Thaís Ribeiro Costa[1], Cristiane Coelho de Moura[1], Evandro Luiz Mendonça Machado[2], Allanne Pillar Dias Gonzaga[3], Miranda Titon[4]

RESUMO - Considerando que o conhecimento da fenologia de espécies vegetais em comunidades naturais é uma ferramenta importante para a conservação das populações e ecossistemas, esse estudo teve como objetivo compreender a fenologia reprodutiva da espécie *Lychnophora pohlii*, associando as estratégias reprodutivas às variações sazonais características do ambiente. O estudo foi realizado em uma área de campo rupestre pertencente ao Campus JK, na UFVJM, em Diamantina, MG. Foram observadas as características fenológicas de 26 plantas, no período de maio de 2012 a fevereiro de 2013. Foram utilizados dados meteorológicos de precipitação e temperatura durante o período de estudo. O padrão fenológico foi determinado pelo método de intensidade de Fournier, correlação de Spearman e análise circular. Foram encontradas correlações significativas entre as fenofases e as variáveis abióticas. A espécie apresentou um comportamento fenológico bastante sazonal, reflexo da sazonalidade climática, característica da região de estudo.

Palavras-chave: Espécies ameaçadas, Floração, Frutificação, Sazonalidade climática.

ABSTRACT (Reproductive phenology of *Lychnophora pohlii* Sch. Bip. (ASTERACEAE) in a campo rupestre area, Diamantina, MG) - Considering that the knowledge of plant species phenology in natural communities is an important tool for the conservation of populations and ecosystems, this study aimed to understand the reproductive phenology of *Lychnophora pohlii* species, by associating the reproductive strategies to seasonal environment typical variations. This study was conducted in a campo rupestre area located at UFVJM Campus in Diamantina, MG. It was observed phenological characteristics of twenty-six plants from May, 2012 to February, 2013. It was used meterological data of precipitation and temperature during the study period. The phenological pattern was determined by Fournier's intensity method, Spearman's correlation, and circular analysis. Significant correlations were found between phenophases and abiotic variables. The species presented a highly seasonal phenological behaviour, as consequence of the climatic seasonality, characteristic of the study region.
Keywords: Endangered species, Flowering, Fruiting, Seasonality.

[1] Mestranda em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, e-mail para correspondência: thaisribeiro.florestal@gmail.com.

[2] Professor Adjunto, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

[3] Mestre em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

[4] Professora Associada, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

INTRODUÇÃO

O conhecimento acerca dos intervalos regulares dos eventos vegetativos e reprodutivos de uma espécie é obtido através da fenologia (Lieth, 1974). Esses eventos relacionam-se com fatores intrínsecos da planta e extrínsecos (Van Shaick *et al.*, 1993), sendo influenciados primariamente pelos efeitos dos fatores climáticos, como a precipitação, temperatura e fotoperíodo (Morellato *et al.*, 1991). Estudos fenológicos têm sua importância na predição da produtividade primária, disponibilidade de alimento para a fauna (Oliveira, 2008), e no entendimento dos mecanismos de regeneração, distribuição das espécies e dinâmica dos ecossistemas florestais (Batalha & Mantovani, 2000).

O Cerrado é um domínio fitogeográfico composto por um gradiente de fitofisionomias, variando de campos limpos até formações florestais (Eiten, 1972). O campo rupestre, em particular, é uma fitofisionomia caracterizada predominantemente por um estrato herbáceo-arbustivo (Ribeiro & Walter, 2008), distribuídos em diferentes tipos de micro-habitats com substratos que podem variar na fertilidade, profundidade e retenção hídrica, além das diferenças no microclima e topografia (Giulietti *et al*., 1997). Apesar de ser considerado um ecossistema de elevada riqueza florística e alta taxa de endemismo, áreas de campo rupestre têm sido ameaçadas por intensa pressão antrópica (Mendonça & Lins, 2000).

Entretanto, os estudos fenológicos com espécies de campo rupestre ainda são escassos, especialmente em espécies de distribuição geográfica restrita e ameaçadas de extinção (Avelino, 2005; Miola *et al.*, 2010; Fonseca, 2012; Belo *et. al*., 2013). Como as mudanças nos padrões fenológicos são influenciadas pelas condições do clima, especialmente em ambientes com marcada estacionalidade climática (van Schaik *et. al.*, 1993), espera-se que as espécies endêmicas apresentem respostas fenológicas adaptadas às particularidades do habitat no qual ocorrem.

A espécie em estudo, *Lychnophora pohlii* Sch. Bip. (ASTERACEAE), conhecida popularmente como “arnica” (Semir, 1991), é restrita a localidades de Minas Gerais, com ambientes xéricos, em particular os campos rupestres (Rodrigues & Carvalho, 2001). As espécies de arnica apresentam grande importância econômica e ecológica devido às suas características medicinais (Souza, *et. al.*, 2003; Campos, 2014) e por possuir um potencial para restauração de áreas degradadas (Silva, 2012). O forte extrativismo sofrido por populações naturais de *L. pohlii* possibilitou atribuir a essa espécie o status de vulnerável à extinção, segundo a Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (IBAMA, 1992).

A distribuição em populações pequenas e relativamente isoladas umas das outras representa um fator de risco para a manutenção de uma espécie ameaçada, uma vez que são de maior impacto os efeitos de deriva genética e fluxo gênico (Ellstrand & Elam, 1993). Desse modo, é fundamental conhecer o ciclo de vida dessas espécies para que sejam direcionadas

ações de manejo, conservação e mesmo cultivo comercial.

O objetivo do presente estudo foi descrever os padrões fenológicos reprodutivos de *L. pohlii* em uma área de campo rupestre e testar a relação entre suas fenofases e as variáveis climáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização da área de estudo - O estudo foi realizado em uma área de Campo Rupestre do Campus Juscelino Kubitscheck (18° 11' 48,23" S e 43° 34' 8,74" W), com altitude em média de 1200 m, pertencente à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, em Diamantina, MG, na porção Meridional da Serra do Espinhaço. A área apresenta vegetação arbustiva esparsa e predomínio de afloramento rochoso. A vegetação sobre campo rupestre aparece em manchas, onde o solo é raso e arenoso e com pouco teor de matéria orgânica (Ribeiro & Walter, 2008).

O clima é caracterizado como mesotérmico do tipo Cwb de acordo com a classificação de Köppen. A média anual de precipitação oscila entre 1.250 e 1.550 mm, sendo que a maior parte do volume da água precipitada no ano concentra-se nos meses de outubro a janeiro e a temperatura média anual situa-se na faixa de 18º a 20º C. A umidade relativa do ar é quase sempre elevada, revelando médias anuais de 75,6% (Neves *et al.*, 2005).

Os dados climatológicos de precipitação acumulada e temperatura foram fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Diamantina, (18° 15' S e 43° 36' W, altitude de 1.296 m), localizada a cerca de dois quilômetros da área de estudo.

Durante o período de observação da fenologia, os meses de novembro de 2012 e janeiro de 2013 apresentaram maior nível de precipitação, sendo os meses de julho a setembro de 2012 os mais secos (INMET) (Figura 1).

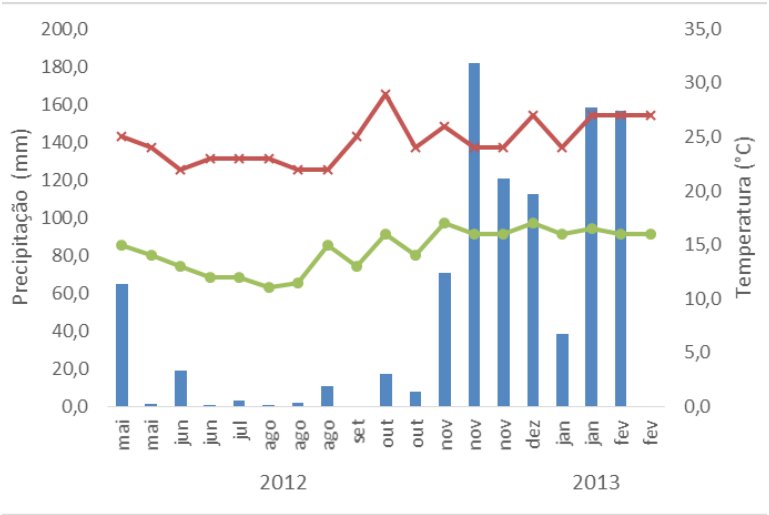

Figura 1. Valores para precipitação (barras verticais) e temperaturas máxima (—x—) e mínima (—•—) para o período de maio de 2012 a fevereiro de 2013, em que foi observada a fenologia dos indivíduos de *Lychnophora pohlii*, localizadas em uma área de Campo Rupestre, município de Diamantina, Minas Gerais.

Seleção das matrizes e coleta de dados - Foram amostrados aleatoriamente 26 indivíduos *Lychnophora pohlii.*

As observações e coletas dos dados fenológicos foram realizadas quinzenalmente, de maio de 2012 a fevereiro de 2013, totalizando 10 meses de observações. Foram registradas a presença ou ausência e intensidade das seguintes fenofases: (1) Botões florais: desde o aparecimento dos primeiros botões até a véspera da flor. (2) Flor em antese: início de abertura das primeiras flores. (3) Floração: desde o início da antese das primeiras flores até a senescência das mesmas. (4) Início da frutificação: notado pelo fim da antese e início do aparecimento de frutos. (5) Papus internos: processo de maturação do fruto, observada a presença de papus: cálice composto por sépalas não laminares. (6) Dispersão: período de amadurecimento dos frutos prontos para dispersão.

A intensidade dos eventos foi estimada para cada indivíduo seguindo-se os critérios de Fournier (1974), ou seja, (0) ausência do evento fenológico; (1) presença do evento numa faixa de 1 a 25%; (2) presença do evento numa faixa de 26 a 50%; (3) presença do evento que varia de 51 a 75% e (4) presença do evento que varia de 76 a 100%.

A intensidade das fenofases observadas foi calculada através do índice de intensidade descrito por Fournier (1974), no qual a soma das intensidades por quinzena foi dividida pelo valor máximo possível, obtido pelo número de indivíduos amostrados multiplicado pela maior intensidade (26 × 4 = 104) e, em seguida, multiplicada por 100 para obtenção da porcentagem da intensidade de cada evento (Bencke & Morellato, 2002).

A normalidade da distribuição dos dados foi testada utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk's. Uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal, foi utilizada a análise da correlação de Spearman (r_s) entre o número de espécies apresentando cada fenofase e as variáveis climáticas (precipitação total mensal, temperatura média e temperatura mínima e máxima absolutas). Os dados foram analisados utilizando-se o programa BIOESTAT, versão 5.0 (Ayres *et al.*, 2007).

Para caracterizar a fenologia reprodutiva da espécie foram calculadas duas variáveis fenológicas para os indivíduos em todas as fenofases: a) data de início da fenofase – primeiro mês em que cada indivíduo apresentou a fenofase; e b) data de pico da fenofase (mês em que cada indivíduo apresentou intensidade máxima da fenofase. Essas variáveis fenológicas foram convertidas em variáveis numéricas simples: os meses foram convertidos em ângulos, de 0,99° (dia 1º de janeiro) a 360° (dia 31 de dezembro).

A frequência de ocorrência de cada espécie nas diferentes fenofases foi calculada em ângulos e obtiveram-se os seguintes parâmetros: o ângulo médio e sua conversão para data média do evento; o vetor r, que é a medida da concentração de indivíduos em torno do ângulo médio (valores entre 0-1); e o limite de confiabilidade (teste de Rayleigh) para cada variável fenológica. Os cálculos foram realizados no software ORIANA (Kovach, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A floração de *L. pohlii* foi anual e intermediária, ocorrendo entre os meses de julho de 2012 a fevereiro de 2013, com maior produção de flores em janeiro (Figura 2). A fenofase de floração coincidiu com o período de maior precipitação média acumulada e média de temperatura mais elevada.

Durante o presente estudo, o aparecimento de botões florais ocorreu continuamente entre os meses de setembro a fevereiro, com pico entre os meses de novembro e dezembro (Fig. 2), que corresponde ao período de maior precipitação. A floração teve início aproximadamente duas semanas após o aparecimento dos primeiros botões florais. Ocorreu entre os meses de outubro a fevereiro, com pico em janeiro (Fig. 2).

A fenologia reprodutiva apresentou alto grau de sazonalidade, determinado pelo teste r e Z que foram significativos ($p \leq 0.05$) (Tabela 1).

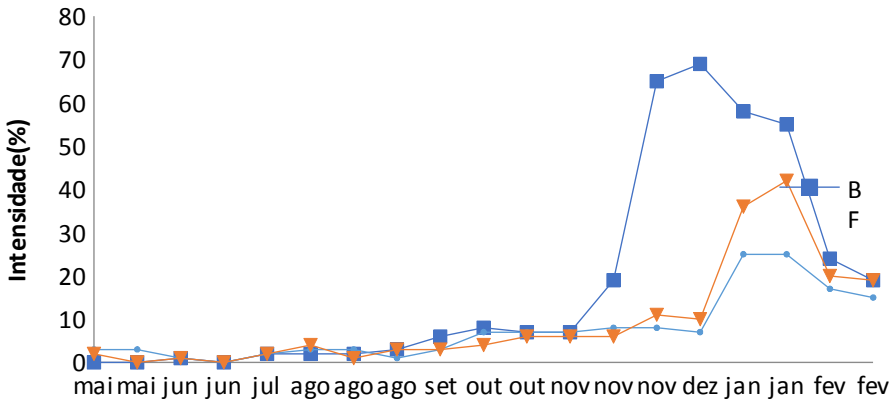

Figura 2. Intensidades dos eventos fenológicos de floração de indivíduos de *Lychnophora pohlii*, localizadas em uma área de campo rupestre, município de Diamantina, Minas Gerais, para as fenofases de botões florais (BF), flores em antese (FA) e floração (FL). O período de observação da fenologia foi de maio, 2012 a fevereiro, 2013.

Tabela 1. Resultados da análise estatística circular para a ocorrência de sazonalidade nas fenofases *Lychnophora pohlii*, localizadas em uma área de campo rupestre, município de Diamantina, Minas Gerais. A análise determinou o ângulo médio e a data média de ocorrência dos eventos fenológicos onde: r= coeficiente de concentração, Z: teste de Rayleigh com $p \leq 0.05$.

Fenofase	Análise Circular			
	Ângulo Médio	Data Média	r	Z
Botões Florais	352,866°	20/dez	0,785	213,798*
Flores em Antese	0,52°	01/jan	0,564	46,049*
Floração Concluída	7,485°	08/jan	0,682	81,903*
Início de Frutificação	14,94°	10/jan	0,515	45,878*
Papus Internus	165,983°	14/jun	0,261	46,132*
Dispersão	236,861°	30/ago	0,574	148,499*

* significativo para $p \leq 0,05$

Silva *et al.* (2002) registrou, para 13 espécies de Asteraceae em vereda, floração durante o ano inteiro. O resultado da área de estudo não apoia a observação anterior de possível ocorrência de dois períodos de floração perceptíveis a cada ano. No período de estudo, a espécie apresentou apenas um ciclo reprodutivo ao longo do ano (aproximadamente 5 meses), sendo esse padrão o observado para muitas espécies arbóreas do Cerrado (Pirani *et al.,* 2009). Assim, a espécie necessitou de condições climáticas favoráveis em períodos específicos, como o aumento da umidade para desencadear o processo de floração. Esse fato pode estar associado a uma estratégia adaptativa da espécie em estudo, devido à marcada sazonalidade do ambiente de ocorrência, caracterizado por déficit hídrico e com ampla variação de temperatura.

Todas as fenofases de floração apresentaram correlação positiva significativa com as variáveis climáticas (Tabela 2). Em comunidades vegetais, o início do ciclo reprodutivo está associado a estratégias que garantem o surgimento de flores, em condições ambientais favoráveis, podendo estar associado a processos de dormência das sementes (Tooke & Battey, 2010) e à elevada disponibilidade de nutrientes acumulados em reservas pela planta (Fonseca, 2012), garantindo a reprodução em condições adversas.

Tabela 2. Coeficientes de Correlação de Spearman (rs) entre as fenofases reprodutivas de *Lychnophora pohlii* e as variáveis ambientais.

Fenofase	**Variáveis climáticas**			
	Precipitação Total Mensal	Temperatura Máxima Mensal	Temperatura Mínima Mensal	Temperatura Média Mensal
Botões Florais	0,57*	0,56*	0,74*	0,7*
Flores em Antese	0,54*	0,67*	0,73*	0,73*
Floração Concluída	0,54*	0,60*	0,74*	0,69*
Início de Frutificação	0,42	0,73*	0,66*	0,71*
Papus Internus	-0,42	-0,17	-0,44	-0,32
Dispersão	-0,53*	-0,42	-0,62*	-0,55*

* significativo para $p \leq 0,05$

As porcentagens de indivíduos com flor sofreram decréscimos com a diminuição da temperatura, padrão similar ao encontrado por Espírito Santo & Fernandes (1998) e Pires *et al.* (2014) em espécies da família Asteraceae. Este mesmo comportamento também foi observado em outras espécies de campos rupestres (Fonseca, 2012), campos sujos (Ramos, 2011) e cerrado sentido restrito (Pirani *et al.,* 2009). Morellato *et al*. (2010) sugerem que a floração seria desencadeada pelo aumento do fotoperíodo (comprimento do dia), temperatura e umidade na transição da estação seca para a úmida, que apresentaria como vantagem a disponibilidade de

luz e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento de órgãos reprodutivos que demandam alto custo energético para a planta e da atividade de animais polinizadores.

A frutificação nos indivíduos ocorreu em três fases distintas: após antese e simultaneamente à senescência das flores, aquênios com papus internos presentes e aquênios com papus internos ausentes, quando em processo de dispersão (Figura 3).

O período de observação da fenologia foi de maio, 2012 a fevereiro, 2013.A curva de frutificação apresentou dois picos de atividade. A formação dos frutos iniciou-se na estação chuvosa, entre os meses de dezembro a fevereiro. Houve uma maior presença de frutos maduros no início da estação seca, alcançando o pico de intensidade no mês de maio de 2012.

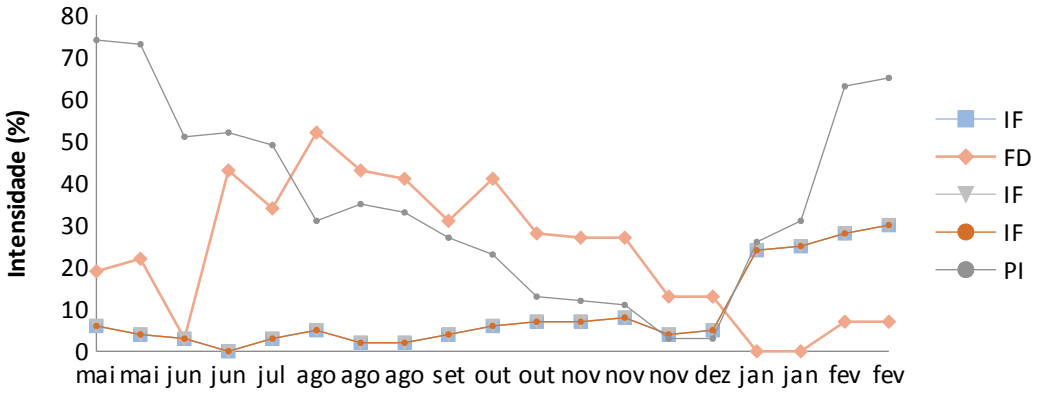

Figura 3. Intensidades dos eventos fenológicos de frutificação de indivíduos de *Lychnophora pohlii*, localizadas em uma área de campo rupestre, município de Diamantina, Minas Gerais, para as fenofases de frutos em dispersão (FD), início de frutificação (IF) e papus internos (PI).

Frutos com papus internos foram observados durante todo o período de estudo. A presença dessa estrutura, comum em numerosas espécies de Asteraceae (Oliveira, 2007), garante eficiência no processo de dispersão da espécie. Em ambientes abertos, como no caso dos campos rupestres, constitui uma condição propícia à dispersão dos propágulos, que podem permanecer junto à superfície do solo por tempo variável (Gonzaga, 2013) e atingir áreas distantes.

Apenas a fenofase de frutos com presença de papus internus, não apresentou nenhuma correlação com as variáveis climáticas. Frutos imaturos apresentaram correlação positiva para a amplitude de temperatura. Frutos maduros e em dispersão apresentaram correlação negativa com a precipitação, temperatura mínima e média (Tabela 2).

O período de frutificação parece estar diretamente relacionado às condições que influenciam o sucesso da dispersão e estabelecimento. Em locais com ausência de períodos secos, a frutificação ocorre durante todo o ano, devido as condições pouco restritivas para o contínuo desenvolvimento e amadurecimentos

dos frutos (Morellato, 2000). Por outro lado, em ambientes sazonais, como no caso da área de estudo, a época de frutificação está relacionada ao tipo de fruto e à síndrome de dispersão (Morellato *et al.*, 1989).

A dispersão dos frutos concentrou-se nos meses de junho a outubro. Como os frutos de *L. pohlii* são anemocóricos, a estação seca propicia a dispersão das pequenas sementes, o que poderia ser facilitada também pela incidência dos ventos fortes e constantes característicos dos campos rupestres (Vasconcelos, 2014). A dispersão ocorrendo no final da estação seca é um mecanismo bastante importante da espécie, favorecendo posteriormente a germinação e o desenvolvimento das plântulas, pela maior disponibilidade de água e nutrientes no solo (Singh & Kushwaha, 2006; Pirani *et al.,* 2009).

Foi possível observar um comportamento fenológico sazonal da espécie em função das variáveis climáticas da área de estudo, sendo ressaltado para outras espécies do gênero *Lychnophora* (Silva, 1994; Silva, 1998; Avelino, 2005). A espécie demonstrou haver uma dependência da precipitação e temperatura para a ocorrência dos eventos reprodutivos.

CONCLUSÃO

A fenologia reprodutiva da espécie esteve associada a algumas variáveis ambientais (precipitação e temperatura), principalmente para as fenofases de floração.

A ocorrência dos ciclos reprodutivos em estações bem definidas, seca ou úmida, sugere uma importância destacada da sazonalidade climática na definição do comportamento fenológico das espécies em campos rupestres.

Recomenda-se um acompanhamento a longo prazo dos eventos reprodutivos das populações de *L. pohlii*, que podem gerar informações acerca das respostas das plantas, frente às mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVELINO, A.S. 2005. **Biologia reprodutiva de *Lychnophora ericoides* Mart. (ASTERACEAE: VERNONIEAE)**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 57p.

AYRES, M.; AYRES Jr, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. 2007. **Bioestat 5.0 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. IDSM, Belém. 364p.

BATALHA, M.A. & MANTOVANI, W. 2000. Reproductive phenological patterns of Cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa a Quatro, SP, Brazil): comparison between the herbaceous and woody floras. **Revista Brasileira de Biologia** 60: 129-145.

BENCKE, C.S.C. & MORELLATO, L.P.C. 2002. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 25(2): 237-248.

BELO, R. M.; NEGREIROS, D.; FERNANDES, G. W.; SILVEIRA, F.A.O; RANIERI, B.D; MORELLATO, P.C. 2013. Fenologia reprodutiva e vegetativa de arbustos endêmicos de campo rupestre na Serra do Cipó, Sudeste do Brasil. **Rodriguésia** 64(4): 817-828.

CAMPOS, C.C.F. 2014. **Ecologia Reprodutiva de *Lychonphora pinaster* Mart. (Asteraceae)**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 149p.

EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review** 38: 139-148.

ELLSTRAND, N.C. & ELAM, D.R. 1993. Population genetic consequences of small population-size: implications for plant conservation. **Annu. Rev. Ecol. Syst**. 24: 217-242.

ESPÍRITO-SANTO M.M. & FERNANDES, G.W. 1998. Abundance of *Neopelma baccharidis* (Homoptera: Psyllidae) galls on the dioecious shrub *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae). **Environmental Entomology** 27: 870-876.

FERREIRA, A.G.; CASSOL, B.; ROSA, S.G.T.; SILVEIRA, T.S.; STIVAL, A.L.; SILVA, A.A. 2001. Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 15: 231-242.

FONSECA, D.C. 2012. **Autoecologia de *Baccharis platypoda* DC. (Asteraceae): distribuição espacial, fenologia e herbivoria**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG. 92p.

FOURNIER, L.A. 1974. Un metodo cuantitativo para la medición de características fenológicas emarboles. **Turrialba** 24(4): 422-423.

GIULIETTI, A.M., PIRANI, J.R. & HARLEY. R.M. 1997. Espinhaço Range region, Eastern Brazil. *In*: S.D. Davis; V.H. Heywood; O. Herrera-Macbryde; J. Villa-Lobos; A.C. Hamilton (eds.). **The Americas centres of plant diversity: A guide and strategy for their conservation.** IUCN Publication Unity, Cambridge, v.3, p.397-404.

GONZAGA, A P. D. 2013. Germinação e micropropagação de *Lychnophora pohlii* Sch. Bip. (ASTERACEAE). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG. 47p.

IBAMA. 1992. **Portaria 37-N de 3 de abril de 1992**.

KOVACH, W.L. 2011. Oriana for Windows, V.4 e. Anglesey, Wales, UK, Kovach Computing.

LIETH, H. 1974. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. In: H. Lieth. Phenology and seasonality modeling. **Ecological Studies** (1):3-19.

MENDONÇA, M.P.; LINS, L.V. 2000. **Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais**. Biodiversitas e Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte, Belo Horizonte, MG. 160p.

MIOLA, D.T.B.; CORREIA, H.V.L.; FERNANDES, G.W. 2010. Efeito do fogo na fenologia de *Syagrus glaucescens* Glaz. ex Becc. (Arecaceae). **Neotropical Biology and Conservation** 5(3):146-153.

MORELLATO, L.P.C. 1991. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. Tese de doutorado, Universidade de Campinas, Campinas, SP. 203p.

MORELLATO, L.P.C.; ALBERTI, L.F.; HUDSON, I.L. 2010. Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach. *In*: I.L. Hudson & M. Keatley (orgs.). **Phenological research: methods for environmental and climate change analysis**. Springer, New York, p.339-359.

MORELLATO, L.P.C. & LEITÃO-FILHO, H.F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. *In*: L.P.C. Morellato (org.). **História natural da Serra do Japi: ecologia e presevação de uma área florestal no Sudeste do Brasil.** Editora da Unicamp/Fapesp, Campinas, SP. p.112-140.

MORELLATO, L.P.C.; RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F.; JOLY, C.A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 12:85- 98.

MORELLATO, L.P.C.; TALORA, D.C.; TAKAHASHI, A.; BENCKE, C.; ZIPPARO, V.B. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: A comparative study. **Biotropica** 32: 811-823.

NEVES, S.C.; ABREU, P.A.A.; FRAGA, L.M.S. 2005. Fisiografia. *In:* A. C. Silva; L.C.V.S.F. Pedreira, P.A.A. Abreu. **Serra do Espinhaço Meridional, Paisagens e Ambientes**. Belo Horizonte: O lutador. p.47-58.

OLIVEIRA, D.M.T. 2007. Frutos de Asteraceae: contribuição anatômica e ontogenética para resolução de problemas. *In:* Barbosa, L.M. Santos-Júnior, N.A. (orgs.) **A botânica no Brasil: pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais**. Sociedade Botânica do Brasil, São Paulo, SP.

OLIVEIRA, P.E.A.M. 2008. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies do Cerrado. In: **Ecologia e flora.** Embrapa, Brasília, DF. p.275-286.

PIRANI, F.R.; SANCHEZ, M.; PEDRONI, F. 2009. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasílica** 23(4):1096-1109.

PIRES, J.P.A.; SILVA, A.G.; FREITAS, L. 2014. Plant size, flowering synchrony and edge effects: What, how and where they affect the reproductive success of a Neotropical tree species. **Austral Ecol**. 39:328-336.

RAMOS, D.M. 2011. **Comportamento fenológico de gramíneas em um campo sujo de Cerrado: da indução de floração à emergência de plântulas**. Dissertação de Mestrado Universidade de Brasília, Brasília, DF. 90p.

RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 2008. Fitofisionomias do Cerrado. *In:* Sano, S.; Almeida, S. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa-CPAC, Plantaltina, DF. v.1, p.89-166.

RODRIGUES, V.E.G. & CARVALHO, D.A. 2001. **Plantas medicinais no domínio dos cerrados.** Editora UFLA, Lavras, MG. 180p.

SEMIR, J. 1991. **Revisão taxonômica de *Lychnophora* Mart. (Veroniaceae: Compositae)**. Dissertação de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 515p.

SILVA, S. M. P. 1994. **Aspectos da fenologia e da reprodução sexuada da arnica (*Lychnophora pinaster* Mart.), Asteraceae**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 45p.

SILVA, S.M.P. 1998. Arnica de campos rupestres *Lychnophora pinaster* Mart. Asteraceae - aspectos da fenologia e da germinação de aquênios. *In:* L.C. Mang. e*t al.* (orgs) **Plantas medicinais aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica**. UNESP, São Paulo, SP. 2:1-18.

SILVA M.R.; BARBOSA A.A.; OLIVEIRA A.C.H. 2002. Fenologia de espécies de Asteraceae em vereda no município de Uberlândia - MG. *In:* **Anais do 53º Congresso Nacional de Botânica:** Sociedade Brasileira de Botânica, Recife, PE. p22.

SILVA, N.F. 2012. **Avaliação de diferentes técnicas na recuperação de uma cascalheira em Diamantina, MG.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG. 75p.

SINGH, K.P.; KUSHWAHA, C.P. 2006. Diversity of flowering and fruiting phenology of trees in a Tropical Deciduous Forest in India. **Annals of Botany** 97:265-276.

SOUZA, A.V.; PINTO, J.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.Z.; CORRÊA, R.M.; CASTRO, E.M. 2003. Germinação de embriões e multiplicação *In Vitro* de *Lychnophora pinaster* Mart. **Ciências Agrotec (Edição Especial)** p.1532-1538.

TANNUS, J.L.S.; ASSIS, M.A.; MORELLATO, L.P.C. 2006. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de Cerrado no

sudeste do Brasil, Itirapina - SP. **Biota Neotropica** 6(3):1-27.

TOOKE, F.; BATTEY, N.H. 2010. Temperate flowering phenology. **Journal of Experimental Botany** 61(11):2853-2862.

VAN SCHAIK, C.P.; TERBORGH, J.W.; WRIGHT, S.J. 1993. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics** 24:353-377.

VASCONCELOS, V.V. 2014. Campos de altitude, campos rupestres e aplicação da lei da Mata Atlântica: estudo prospectivo para o estado de Minas Gerais. **Bol. Geogr.** 32(2):110-133.