

Efeito do fogo na fenologia de *Syagrus glaucescens* Glaz. ex Becc. (Arecaceae)

The effect of fire on phenology of *Syagrus glaucescens* Glaz. ex Becc. (Arecaceae)

Deise T.B. Miola^{1, 2}
deisemiola@gmail.com

Henriqueta V.L. Correia¹
quetalemos@gmail.com

Geraldo Wilson Fernandes^{1*}
gw.fernandes@gmail.com

Daniel Negreiros¹
negreiros.eco@gmail.com

Resumo

Syagrus glaucescens é uma palmeira de pequeno porte, ameaçada de extinção e endêmica dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, em Minas Gerais. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do fogo na fenologia vegetativa e reprodutiva de *S. glaucescens*. Foi testada a hipótese de que a ocorrência do fogo altera os ritmos fenológicos exibidos por esta espécie. O estudo teve início seis meses após a ocorrência do fogo. Foram marcados e observados, mensalmente, 20 indivíduos na área queimada (grupo Queimado) e 20 em uma área de controle adjacente (grupo Controle), localizados em áreas de campo rupestre da Serra do Cipó (MG). A análise das fenofases foi feita pelos métodos de índice de atividade e percentual de intensidade de Fournier. O brotamento e a senescência foliar foram constantes e sincrônicos entre os indivíduos das populações em praticamente todo o período estudado. A produção de flores e frutos em *S. glaucescens* foi assíncrona na maior parte do tempo. Entretanto, de uma forma geral, nos dois grupos avaliados, pôde-se observar maior percentual de indivíduos florescendo na estação seca e frutificando na estação chuvosa. A precipitação parece ser o principal fator determinante na definição dos padrões fenológicos, pois obteve correlação significativa com várias fenofases em ambos os grupos, Controle e Queimado. O grupo Queimado floresceu e frutificou antes do grupo Controle, além de ter produzido maior número de flores e frutos, sugerindo que o fogo afeta a fenologia desta palmeira.

Palavras-chave: Campo rupestre, espécie endêmica, fogo, Serra do Cipó.

Abstract

Syagrus glaucescens is an endemic and threatened palm from the rupestrian field of the Espinhaço Range, Minas Gerais, southeastern Brazil. The objective of this study was to evaluate the fire effect on the vegetative and reproductive phenology of *S. glaucescens*. It was tested the hypothesis that the occurrence of fire can affect the phenological patterns exhibited by this species. The study began after six months of fire occurrence. A total of 40 individuals were marked and observed monthly, 20 in a burned area (Queimado group) and 20 in an unburned adjacent area (Controle group), located in rupestrian fields areas of Serra do Cipó (MG). The analysis of phenophases was performed using the index of activity and the Fournier's percent index of intensity. Leaf flushing and leaf fall were synchronous among the individuals of the two populations, during the studied period. The production of flowers and fruits on *S. glaucescens* was asynchronous for the most part of the time. However, in both studied areas most individuals were blooming during the dry season and fruiting in the rainy season. Rainfall seems to be the main factor determining the observed phenological

¹ Ecologia Evolutiva e Biodiversidade/DBG, ICB/Universidade Federal de Minas Gerais, Caixa Postal 486, 30161-970, Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Faculdade de Pará de Minas (FAPAM), Rua Ricardo Marinho 110, 35660-398. Pará de Minas, MG, Brasil.

*Autor para correspondência.

patterns, and was significantly correlated with some phenophases of both burned and control groups. The burned plants flowered and fruited before the control group, and also produced a higher number of flowers and fruits, suggesting that fire may affect the phenology of this palm.

Key words: endemic species, fire, rupestrian field, Serra do Cipó.

Introdução

O campo rupestre é uma fitofisionomia inserida na área de distribuição do Bioma Cerrado, ocorrendo em altitudes superiores a 900 metros (Ribeiro e Walter, 1998). Pode ser considerado um conjunto de comunidades vegetais associadas a substratos de origem quartzítica e filítica e influenciadas pelo microclima e pelo relevo (Giulietti *et al.*, 2000; Conceição e Pirani, 2005). Sua vegetação é constituída por um estrato herbáceo mais ou menos contínuo e por arbustos e subarbustos esparsos, geralmente esclerófilos (Giulietti *et al.*, 1997). Os solos, em geral, são pobres, rasos, com textura arenosa e baixa capacidade de retenção de água (Ribeiro e Fernandes, 2000; Benites *et al.*, 2007).

Na Serra do Cipó, os campos rupestres destacam-se pela sua elevada riqueza florística e pela presença de um alto número de espécies endêmicas (Giulietti *et al.*, 1987). Em razão da área de distribuição restrita e da forte pressão antrópica a que estão sujeitas, muitas espécies desses campos estão em vias de extinção (Viana *et al.*, 2005). É comum a retirada da vegetação para a construção de estradas e casas de campo, além do uso constante do fogo na pecuária (Menezes e Giulietti, 2000). Apesar das modernas técnicas agropecuárias existentes, a agricultura e a pecuária ainda representam a principal causa de queimadas no Cerrado (Coutinho, 1990; Mistry, 1998; Miranda *et al.*, 2002). A consequência disso é a alteração dos regimes de fogo naturais, que modificam a estrutura e a composição da vegetação (Ratter *et al.*, 1997; Moreira, 2000). Nos campos rupestres, o fogo normalmente é utilizado por criadores de gado que visam

a rebrota da vegetação e o aumento da palatabilidade (Giulietti *et al.*, 1997; Kolbek e Alves, 2008). Nas proximidades do Parque Nacional da Serra do Cipó, esse é um problema constante, que geralmente se agrava na estação seca. Muitos criadores utilizam esse tipo de técnica para a alimentação do gado e, por muitas vezes, o fogo atinge proporções catastróficas, adentrando os limites do parque e de outras unidades vizinhas de conservação.

No final do mês de novembro de 2004, cerca de 80% da vegetação natural da Reserva Particular Vellozia, localizada nas imediações do Parque Nacional da Serra do Cipó, foi queimada. A área não sofria o impacto do fogo há aproximadamente oito anos, e a quantidade de biomassa acumulada no solo era muito grande, contribuindo para que o fogo se propagasse rapidamente, dificultando as medidas de contenção. Nessa ocasião, vários indivíduos da espécie *Syagrus glaucescens* Glaz. ex Becc. foram queimados. Essa espécie é uma palmeira de pequeno porte, endêmica dos campos rupestres da região do Espinhaço e que ocorre em afloramentos rochosos quartzíticos da Serra do Cipó até a região de Diamantina (Marcato e Pirani, 2001). Sua pequena área de distribuição, aliada às altas taxas de destruição do seu habitat, contribuíram para que *S. glaucescens* fosse inserida na lista de espécies ameaçadas, sendo enquadrada na categoria “vulnerável” por existir um elevado risco de extinção a médio prazo (Noblick, 1998).

Estudos envolvendo aspectos da história natural e da distribuição temporal de eventos fenológicos são necessários para a conservação e manejo de espécies raras ou ameaçadas do campo rupestre, uma vez que esses fatores

podem afetar diretamente a sobrevivência dessas espécies (Madeira e Fernandes, 1999). A fenologia trata não só da ocorrência e dos ciclos destes eventos como também de sua relação com mudanças no meio biótico e abiótico (Eça-Neves e Morellato, 2004), representando uma importante ferramenta para o entendimento dos fatores que influenciam a reprodução e a sobrevivência das espécies vegetais (Morellato *et al.*, 2000). Entretanto, são escassos os estudos envolvendo a fenologia de plantas de campo rupestre (Madeira e Fernandes, 1999; Dutra *et al.*, 2005, 2009; Conceição *et al.*, 2007), uma vez que a maior parte dos estudos fenológicos no bioma Cerrado concentra-se em outras fitofisionomias (Batalha e Mantovani, 2000; Oliveira e Gibbs, 2000; Batalha e Martins, 2004; Munhoz e Felfili, 2005). Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do fogo na fenologia vegetativa e reprodutiva de *S. glaucescens*. Foi testada a hipótese de que a ocorrência do fogo altera os ritmos fenológicos exibidos por esta espécie.

Material e métodos

O presente estudo foi conduzido em uma área de campo rupestre situada na Reserva Particular Vellozia, Serra do Cipó, MG (19° 16'S, 43° 35'W), localizada na Área de Proteção Ambiental (APA) Morro da Pedreira, próxima ao Parque Nacional da Serra do Cipó, na porção sul da Cadeia do Espinhaço (Figura 1). O clima da região é do tipo Cwb de Köppen, caracterizado pela ocorrência de invernos secos e verões chuvosos, fortemente influenciados pela latitude e altitude (Schulz e

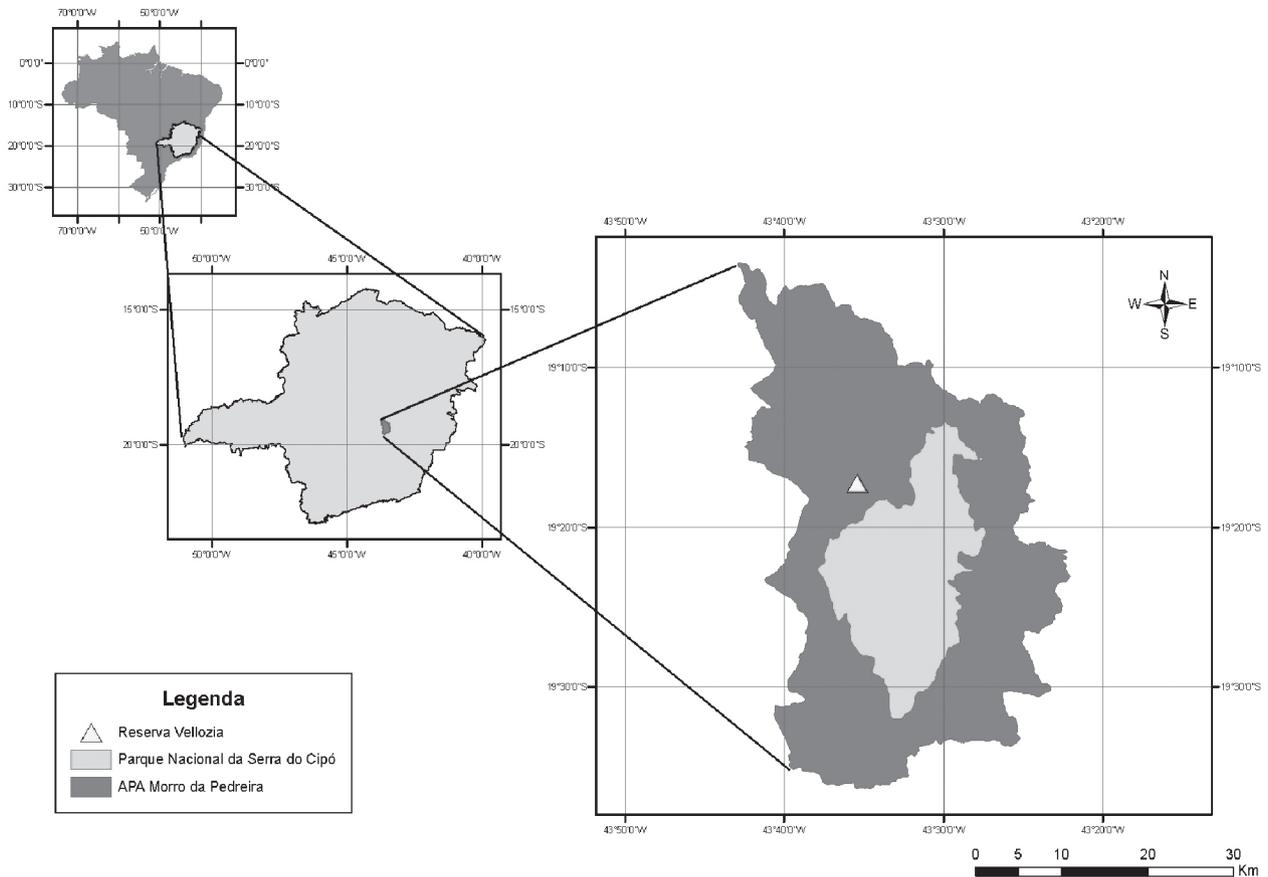


Figura 1. Localização da área de estudo. Serra do Cipó, MG, Brasil.
Figure 1. Location of study area. Serra do Cipó, MG, Brazil.

Machado, 2000). A temperatura média varia de 17,4 a 19,8°C, e a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C (Madeira e Fernandes, 1999) (Figura 2). No período estudado, o clima da região apresentou marcante sazonalidade, com invernos secos e verões chuvosos. A época de maior precipitação se deu entre os meses de novembro e março, embora haja considerável variação interanual, enquanto a estação seca ocorreu predominantemente entre maio e agosto (Figura 2). O total pluviométrico anual foi de 1.206 mm. A temperatura apresentou baixa variação ao longo do ano (Figura 2), com uma média anual de temperatura no período estudado próxima de 20°C. A umidade relativa do ar apresentou altos valores no decorrer de todo o ano,

sempre acima dos 62% (Figura 2). *Syagrus glaucescens* é uma palmeira de pequeno porte, endêmica dos campos rupestres da Serra do Cipó até a região de Diamantina (Marcato e Pirani, 2001). Ocorre, em geral, associada a afloramentos rochosos quartzíticos, exibindo especificidade de habitat. Apresenta indivíduos que podem atingir até 4m de altura, geralmente encontrados agrupados em pequenas populações. Possui caule ereto a decumbente, de 0,3m a 3m de altura, cinéreo escuro, normalmente obscurecido pelas bases peciolares. Apresenta de 5 a 12 folhas, dispostas em fileiras espiraladas, com 59-80 folíolos verdes dispostos em diferentes planos (Marcato e Pirani, 2001). O presente estudo teve início seis meses após a passagem do fogo na vegetação

estudada, em novembro de 2004. Foram marcados aleatoriamente 40 indivíduos, 20 localizados na área queimada (grupo Queimado), e outros 20, na área não queimada (grupo Controle). Cada indivíduo foi numerado e, mensalmente, procedeu-se à observação das fenofases vegetativas e reprodutivas, no período de maio de 2005 a abril de 2006. O número total de folhas em brotamento (que ainda não estavam completamente abertas), de folhas maduras, de folhas senescentes (secas), de inflorescências fechadas, de flores e de frutos foi contado a cada mês. Os dados climáticos para o período de estudo (janeiro de 2005 a abril de 2006) foram obtidos a partir de uma estação meteorológica instalada na sede do Parque Nacional da Serra do Cipó (MG). Dois métodos de análise das fenofases

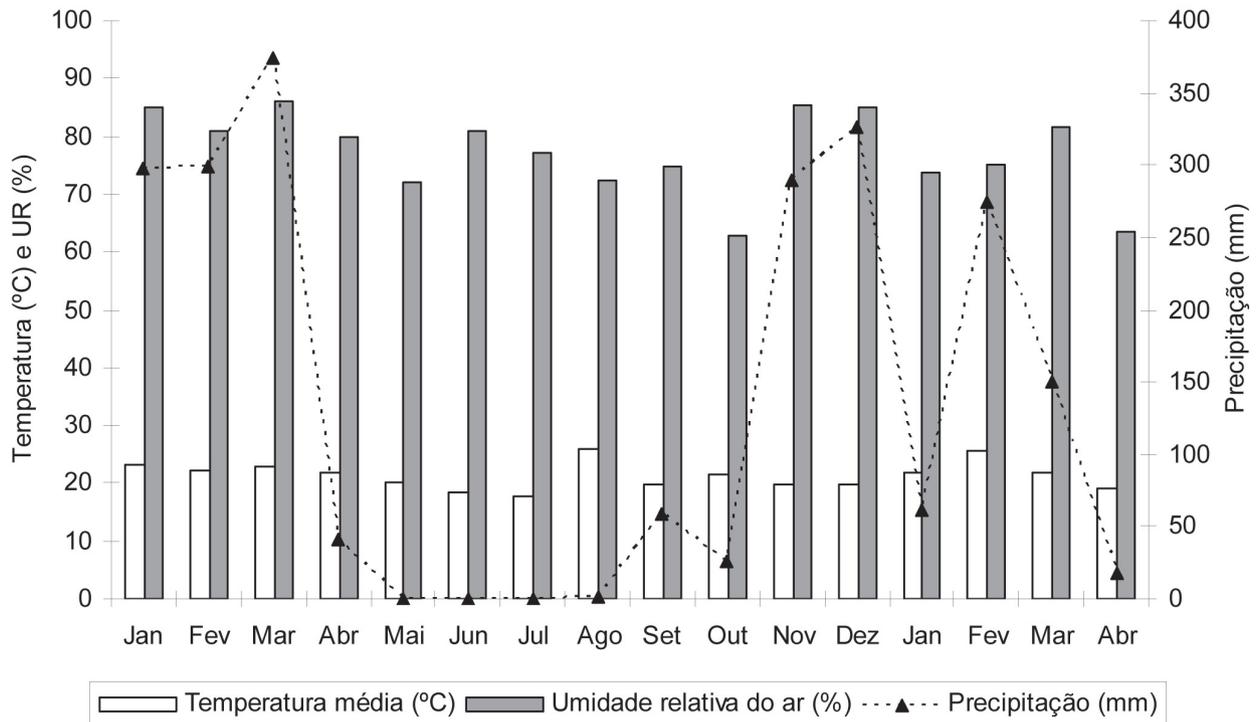


Figura 2. Variação climática da Reserva Particular Vellozia, representando a pluviosidade, a temperatura e a umidade relativa do ar para o período de janeiro de 2005 a abril de 2006. Dados cedidos pelo IBAMA – Serra do Cipó (MG).

Figure 2. Rainfall, temperature, and relative humidity of the Reserva Particular Vellozia from January 2005 to April 2006. Data supplied by Instituto Chico Mendes – Serra do Cipó (MG).

foram utilizados, segundo Bencke e Morellato (2002a): o índice de atividade e o percentual de intensidade de Fournier. O índice de atividade é um método que consiste apenas no registro da presença ou ausência da fenofase. É utilizado para indicar a porcentagem de indivíduos na população que está manifestando determinado evento fenológico, estimando a sincronia entre os indivíduos. Para este estudo, considerou-se como um evento não sincrônico aquele que obteve índice de atividade menor que 20%. O evento que variou entre 20% e 60% foi considerado pouco sincrônico, enquanto aquele para o qual se obteve um índice superior a 60% foi considerado de alta sincronia (Bencke e Morellato, 2002b). O percentual de intensidade de Fournier, por sua vez, é considerado o melhor método para descrever e representar graficamente as fenofases (Bencke

e Morellato, 2002b). Nesse método, a intensidade da fenofase é estimada para cada característica, por meio de uma escala semiquantitativa de cinco categorias (0 a 4), correspondentes a intervalos de 25%, em que: zero = ausência de fenofase; 1 = presença da fenofase com magnitude atingindo entre 1% e 25%; 2 = presença de fenofase com magnitude atingindo entre 26% e 50%; 3 = presença de fenofase com magnitude atingindo entre 51% e 75%; e 4 = presença de fenofase com magnitude atingindo entre 76% e 100%. Dessa forma, para cada mês, faz-se a soma dos valores de intensidade obtidos para todos os indivíduos, divide-se pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro) e multiplica-se o valor obtido por 100.

Para avaliar a correlação entre as variáveis climáticas e cada evento fenológico, foi utilizada a correlação

de Pearson (Zar, 1998; Ferraz *et al.*, 1999). Tendo em vista que as plantas podem apresentar uma resposta fenológica atrasada em relação a um determinado evento climático (Marques *et al.*, 2004), também foi verificada a correlação entre as fenofases e as variáveis climáticas de um a quatro meses anteriores às observações fenológicas. Para avaliar se a presença do fogo alterou as fenofases, os dados quantitativos brutos foram comparados pela análise de variância (Zar, 1998).

Resultados

Syagrus glaucescens foi considerada uma espécie perenifólia, uma vez que todos os indivíduos apresentaram folhas verdes durante o período de estudo. Dessa forma, a sincronia de folhas maduras foi de 100%, tanto nos indivíduos queimados quanto nos não queimados (Figura 3A). En-

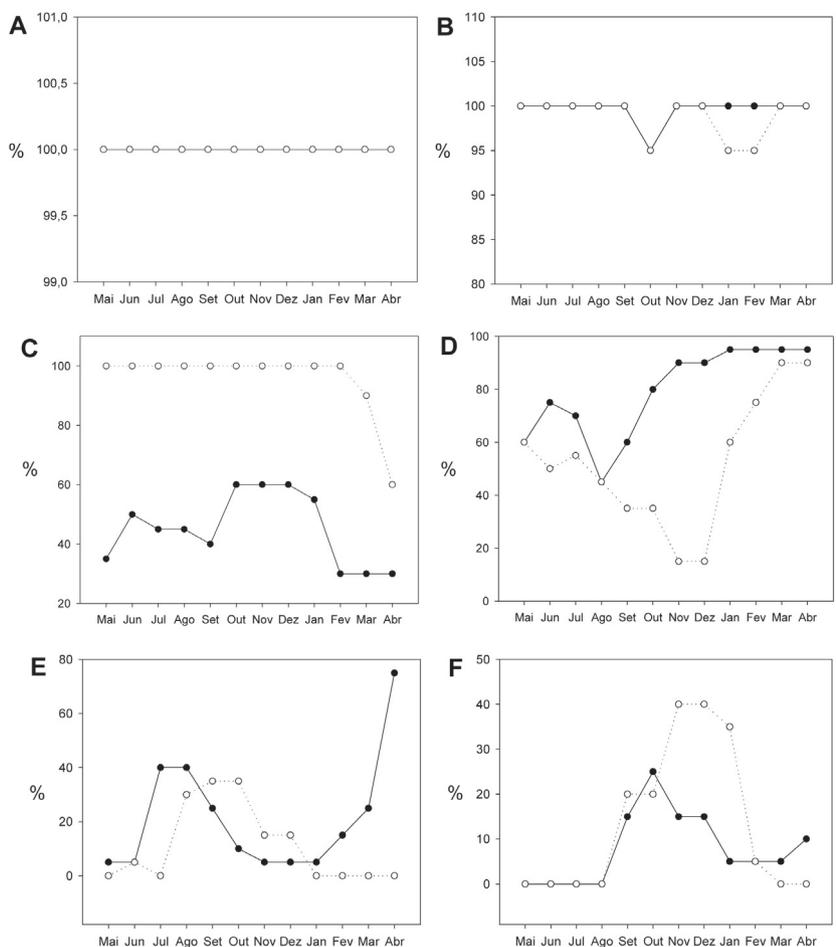


Figura 3. Índice de Atividade para *S. glaucescens*. As linhas cheias representam os indivíduos que foram queimados, e as linhas pontilhadas os não queimados (A = folhas verdes, B = brotamento, C = senescência, D = inflorescências fechadas, E = flores, F = frutos). Serra do Cipó (MG), maio de 2005 a abril de 2006.

Figure 3. Activity Index for *S. glaucescens*. Solid lines represent individuals that were burned, and dotted lines the unburned ones (A = green leaves, B = leaf flushing, C = senescent leaves, D = closed inflorescences, E = flowers, F = fruits). Serra do Cipó (MG), May 2005 to April 2006.

Entretanto, em relação à intensidade de Fournier para as folhas verdes, houve diferença significativa entre os grupos Controle e Queimado ($F = 637,38$; $p < 0,001$), devido à perda de todas as folhas no grupo Queimado, por ocasião do incêndio ocorrido seis meses antes do início da amostragem fenológica (Figura 4A).

O brotamento apresentou-se nos dois grupos com elevada sincronia, mantendo-se sempre acima de 95% durante o período de observação (Figura 3B). O índice de Fournier de brotamento aumentou consideravel-

mente nas duas populações no auge da estação seca, mantendo-se alto durante a estação chuvosa (Figura 4B). Não houve diferença significativa entre os dois grupos no número de brotos emitidos ($F = 0,22$; $p = 0,639$). No grupo Controle, o brotamento não se correlacionou significativamente com a precipitação ($p > 0,05$). No grupo Queimado, entretanto, o brotamento parece estar associado à precipitação ocorrida quatro meses antes ($r = 0,67$; $p = 0,017$).

A senescência foliar ocorreu durante todo o período de observações,

sendo constante e em maior intensidade no grupo Controle ($F = 302,49$; $p < 0,001$; Figura 3C). Esse mesmo grupo apresentou correlação negativa com a precipitação ocorrida um mês antes da observação do evento fenológico ($r = -0,74$; $p = 0,006$), indicando que os períodos de seca representam um forte estímulo à queda das folhas. Entretanto, as plantas da área queimada apresentaram menor sincronia (Figura 3C) e maior índice de Fournier na senescência foliar (Figura 4C), não havendo nesse grupo uma correlação significativa entre a senescência e a precipitação. No grupo Queimado, o aparecimento de novas inflorescências teve um pico em junho de 2005, caiu nos dois meses seguintes, voltou a aumentar a partir de setembro de 2005 e manteve-se alto durante o restante do período (Figura 3D). Nesse grupo, a emissão de novas inflorescências parece ser uma resposta às taxas de precipitação ocorridas quatro meses antes ($r = 0,67$; $p = 0,017$). Durante a estação chuvosa, a emissão de inflorescências apresentou-se mais sincrônica e intensa no grupo Queimado (Figura 4D), refletindo na diferença significativa entre os dois grupos e no número de inflorescências novas ($F = 131,57$; $p < 0,001$). Entretanto, para o grupo Controle, um aumento significativo no índice de Fournier para as inflorescências só pode ser observado a partir de janeiro de 2006, não tendo sido observada correlação significativa entre esta fenofase e a precipitação (Figura 4D).

Embora não tenha havido diferença significativa entre os dois grupos, com relação ao número de flores ($F = 2,21$; $p = 0,137$), e a floração ter sido assincronica ou pouco sincrônica durante praticamente todo o período, foi possível visualizar diferentes picos nas duas populações. Entre julho e agosto de 2005, cerca de 40% dos indivíduos do grupo Queimado foram encontrados florindo (Figura 3E). Esse grupo apresentou outro pico de floração entre março e abril de 2006, período

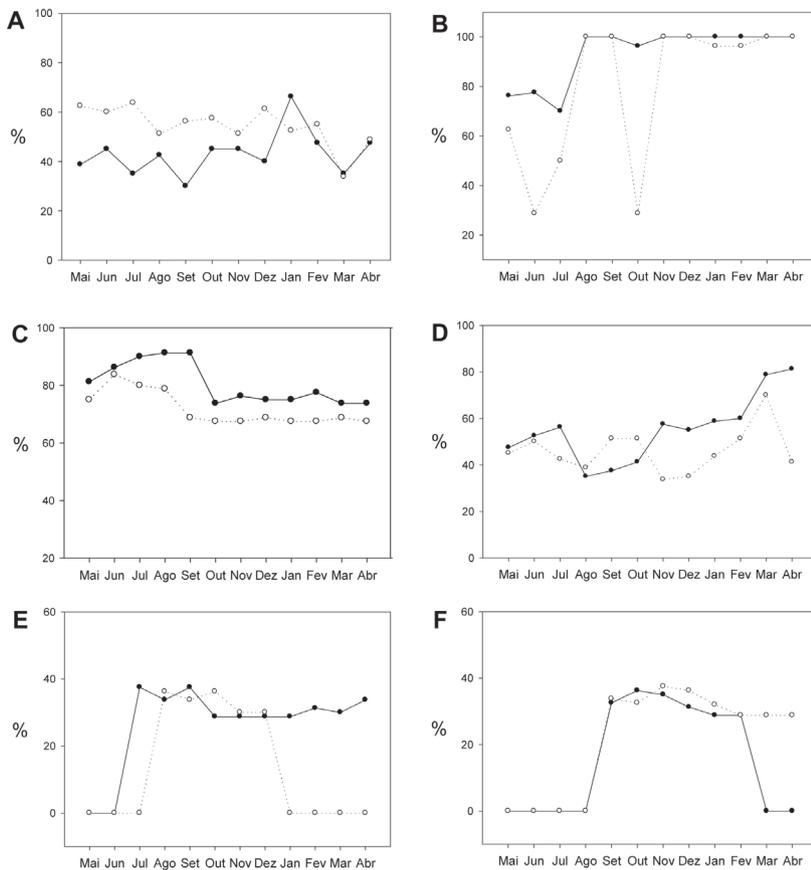


Figura 4. Índice de Fournier para *S. glaucescens*. As linhas cheias representam os indivíduos que foram queimados, e as linhas pontilhadas os não queimados (A = folhas verdes, B = brotamento, C = senescência, D = inflorescências fechadas, E = flores, F = frutos). Serra do Cipó (MG), maio de 2005 a abril de 2006.

Figure 4. Fournier index for *S. glaucescens*. Solid lines represent individuals that were burned and dotted lines the unburned ones (A = green leaves, B = leaf flushing, C = senescent leaves, D = closed inflorescences, E = flowers, F = fruits). Serra do Cipó (MG), May 2005 to April 2006.

em que 25% e 75% dos indivíduos, respectivamente, apresentavam flores (Figura 3E). O grupo Controle, por sua vez, apresentou somente um pico de floração durante todo o período, entre setembro e outubro de 2005, quando aproximadamente 35% dos indivíduos estavam florindo. Nesse grupo, a floração pode estar associada à ocorrência de baixos níveis pluviométricos ($r = -0,58$ e $p = 0,048$). Para o grupo Queimado, entretanto, não houve correlação significativa entre a precipitação e a floração.

A produção de frutos foi duas vezes maior no grupo Controle ($F = 4,59$; $p = 0,033$), porém assíncrona na maior parte do período estudado, em

ambos os grupos (Figura 3F). Em outubro de 2005, 25% dos indivíduos do grupo Queimado foram encontrados frutificando. No grupo Controle, o pico de frutificação ocorreu entre novembro e dezembro de 2005, quando 40% dos indivíduos foram encontrados com frutos (Figura 3F). No grupo Queimado, não houve correlação significativa entre a precipitação e a frutificação, enquanto no grupo Controle houve uma correlação significativa entre a frutificação e a precipitação ocorrida quatro meses antes das observações fenológicas ($r = -0,71$; $p = 0,010$). Entretanto, considerando-se tanto o índice de Fournier quanto o índice de atividade, observa-se que,

em ambos os grupos, o aparecimento dos frutos só se deu a partir de agosto de 2005, com o início das chuvas (Figura 3F, 4F).

Discussão

A sazonalidade climática atua como um importante fator na determinação dos padrões fenológicos, tanto em espécies de Cerrado (Batalha e Martins, 2004; Munhoz e Felfili, 2005) como de campo rupestre (Dutra *et al.*, 2005, 2009; Conceição *et al.*, 2007). No caso de *S. glaucescens*, a precipitação parece ser o principal fator determinante na definição dos padrões fenológicos, tendo em vista que as médias mensais de umidade relativa do ar e temperatura não se correlacionaram significativamente com as fenofases. Apesar de várias espécies também apresentarem padrão semelhante (Reich e Borchert, 1982; Ferraz *et al.*, 1999; Munhoz e Felfili, 2005), são necessários, ainda, estudos experimentais para elucidar com precisão se a precipitação seria o principal fator responsável por moldar a fenologia de *S. glaucescens*.

A produção de flores e frutos em *S. glaucescens* apresentou-se assíncrona na maior parte do tempo. A assincronia pode diminuir a competição por polinizadores e dispersores de sementes (Rathcke e Lacey, 1985; Bolmgren, 1998), além de ser um indício de que, para essa espécie, o controle fenológico pode também ser influenciado por fatores bióticos (Janzen, 1967; Lobo *et al.*, 2003). Esse pode ser o caso de muitas espécies de campo rupestre que, assim como *S. glaucescens*, são adaptadas a condições extremas de escassez de nutrientes (veja Negreiros *et al.*, 2009). Em especial, seriam necessários estudos de longa duração relativos aos fatores espaciais e temporais que afetam a atividade reprodutiva desta espécie.

Apesar da assincronia apresentada na maior parte do período estudado, muitos indivíduos de *S. glaucescens*, nos dois grupos avaliados, floresceram na época seca e frutificaram na estação chuvosa. Esse padrão também foi en-

contrado para algumas espécies de *Chamaecrista* na Serra do Cipó (Madeira e Fernandes, 1999). A floração na época seca pode apresentar vantagens, como, por exemplo, a redução da florivoria, a não danificação das estruturas reprodutivas pela chuva e o aumento da atividade dos polinizadores (Janzen, 1967; Gentry, 1974; Opler *et al.*, 1976; Aide, 1992). Por sua vez, a frutificação na estação chuvosa pode estar associada a uma maior probabilidade de germinação e crescimento das plântulas devido à disponibilidade de água (Felfili *et al.*, 1999; Ranieri *et al.*, 2003). Esse padrão também pode ser observado em outras espécies do gênero *Syagrus*, em diferentes ambientes, como *S. pseudococos*, na Floresta Atlântica (Bencke e Morellato, 2002b), e *S. flexuosa* e *S. petraea*, no Cerrado (Batalha e Mantovani, 2000).

A capacidade de sobreviver ao fogo é uma característica comum de muitas espécies do Cerrado (Miranda *et al.*, 2002) e do campo rupestre (Kolbek e Alves, 2008). Para *S. glaucescens*, essa capacidade pode estar relacionada ao seu padrão de distribuição. Esta espécie ocorre, na Serra do Cipó, especificamente sobre afloramentos rochosos quartzíticos e possui suas raízes fixadas entre as fendas das rochas. Apesar do sistema radicular da planta não ser muito desenvolvido devido à pequena profundidade dos solos dos afloramentos, em muitos indivíduos é possível observar que o crescimento decumbente do caule faz com que o mesmo permaneça protegido entre as fendas das rochas por quase toda a sua extensão. Essa forma de crescimento representaria uma estratégia de sobrevivência, semelhante ao que acontece com a palmeira *Attalea humili*, na Mata Atlântica, que possui, durante a maior parte do seu ciclo de vida, o caule e o meristema apical subterrâneos (Souza e Martins, 2002).

A presença constante de queimadas, aliada à marcante sazonalidade climática, destacam-se como os principais fatores que influenciam a estrutura e o funcionamento da vegetação

do Cerrado (Franco, 2002; Hoffmann e Moreira, 2002). O fogo pode afetar simultaneamente a reprodução sexual, a reprodução vegetativa, o estabelecimento das plântulas, o tamanho do indivíduo, o crescimento e a mortalidade (Hoffmann, 1999). Além disso, a passagem do fogo contribui para a diminuição das populações de polinizadores, por meio da morte por altas temperaturas e pela destruição de seus ninhos e das plantas que lhe servem de abrigo e alimento (Potts *et al.*, 2003). Essa diminuição de polinizadores poderia explicar por que, no grupo Queimado, embora tenha havido uma intensa floração, a produção subsequente de frutos foi relativamente baixa. Um padrão semelhante foi encontrado por Felfili *et al.* (1999), para *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão), em áreas de Cerrado do Distrito Federal.

Considerando-se que o período reprodutivo de uma espécie ocorre quando 25% ou mais indivíduos de uma população apresentam estruturas reprodutivas (Wroblewski e Kauffman, 2003), pode-se aceitar a hipótese de que a passagem do fogo altera a fenologia reprodutiva de *S. glaucescens*. O grupo Queimado floresceu e frutificou antes do grupo Controle, além de ter produzido maior número de flores e frutos. O mesmo aconteceu para espécies de gramíneas no sudoeste do Oregon (Wroblewski e Kauffman, 2003). Maiores estudos, entretanto, são necessários para esclarecer o papel do fogo na biologia reprodutiva de *S. glaucescens*.

Agradecimentos

Os autores agradecem a L.P.C. Morellato, Fernando A.O. Silveira e Jarcilene S. Almeida-Cortez, pelas revisões e sugestões nas versões iniciais do manuscrito. A João A. Madeira e ao Instituto Chico Mendes da Serra do Cipó, por terem gentilmente cedido os dados climatológicos. Esse estudo contou com o apoio da FAPEMIG (697/06, EDT - 465/07, APQ - 01278

/08), do CNPq (309633/2007-9, 476178/2008-8, 141696/2009-5), da Planta Tecnologia Ambiental e do Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre (ECMVS) da Universidade Federal de Minas Gerais.

Referências

- AIDE, T.M. 1992. Dry season leaf production: an escape from herbivory. *Biotropica*, **24**:532-537. <http://dx.doi.org/10.2307/2389016>
- 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, Brasil). *Revista Brasileira de Biologia*, **60**:129-145. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71082000000100016>
- BATALHA, M.A.; MARTINS, F.R. 2004. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). *Australian Journal of Botany*, **52**:149-161. <http://dx.doi.org/10.1071/BT03098>
- BENCKE, C.S.C.; MORELLATO, L.P.C. 2002a. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica*, **25**:269-275.
- BENCKE, C.S.C.; MORELLATO, L.P.C. 2002b. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, **25**:237-248.
- 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 ranges Mantiqueira and Espinhaço. *Revista Brasileira de Botânica*, **30**:569-577.
- BOLMGREN, K. 1998. The use of synchronization measures in studies of plant reproductive phenology. *Oikos*, **82**:411-415. <http://dx.doi.org/10.2307/3546986>
- COUTINHO, L.M. 1990. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In: J.G. GOLDAMMER (ed.), *Fire in the tropical biota*. New York, Springer-Verlag, p. 82-105.
- CONCEIÇÃO, A.A.; PIRANI, J.R. 2005. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, **23**:85-111.
- CONCEIÇÃO, A.A.; FUNCH, L.S.; PIRANI, J.R. 2007. Reproductive phenology, pollination and seed dispersal syndromes on sandstone outcrop vegetation in the "Chapada Diamantina", northeastern Brazil: population and community analyses. *Revista Brasileira de Botânica*, **30**:475-485.
- DUTRA, V.F.; MESSIAS M.C.T.B.; GARCIA, F.C.P. 2005. Papilionoideae (Leguminosae) nos campos ferruginosos do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil: florística e fenolo-

- gia. *Revista Brasileira de Botânica*, **28**:493-504.
- DUTRA, V.F.; VIEIRA, M.F.; GARCIA, F.C.P.; LIMA, H.C. 2009. Fenologia reprodutiva, síndromes de polinização e dispersão em espécies de Leguminosae dos campos rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, **60**:371-387.
- EÇA-NEVES, F.F.; MORELLATO, L.P.C. 2004. Métodos de amostragem utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. *Acta Botanica Brasílica*, **18**:99-108.
- FELFILI, J.M.; JUNIOR, M.C.S.; DIAS, B.J.; RENZENDE, A.V. 1999. Estudo fenológico de *Styphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, **22**:83-90.
- FERRAZ, D.K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L.M. 1999. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, **59**:305-317. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71081999000200013>
- FRANCO, A.C. 2002. Ecophysiology of woody plants. In: P.S. OLIVEIRA; R.J. MARQUIS (eds.), *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. New York, Columbia University Press, p. 178-197.
- GENTRY, A.H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica*, **6**:64-68. <http://dx.doi.org/10.2307/2989698>
- GIULIETTI, A.M.; MENEZES, N.L.; PIRANI, J.R.; MEGURO, M.; WANDERLEY, M.G.L. 1987. Flora da Serra do Cipó: caracterização e lista de espécies. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, **9**:1-151.
- GIULIETTI, A.M.; PIRANI, J.R.; HARLEY, R.M. 1997. Espinhaço Range region. In: S.D. DAVIS; V.H. HEYWOOD; O. HERRERAMACBRYDE; J. VILLA-LOBOS; A.C. HAMILTON (eds.), *Centers of plant diversity: a guide and strategy for their conservation*. Cambridge, IUCN Publication Unity, vol. 3, p. 397-404.
- GIULIETTI, A.M.; HARLEY, R.M.; QUEIROZ, L.P.; WANDERLEY, M.G.L.; PIRANI, J.R. 2000. Caracterização e endemismos nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. In: T.B. CAVALCANTI; B.M.T. WALTER (eds.), *Tópicos atuais em botânica*. Brasília, SBB, EMBRAPA, p. 311-318.
- HOFFMANN, W.A. 1999. Fire and population dynamics of woody plants in a neotropical savanna: matrix model projections. *Ecology*, **80**:1354-1369. [http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(1999\)080\[1354:FAPDOW\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(1999)080[1354:FAPDOW]2.0.CO;2)
- HOFFMANN, W.A.; MOREIRA, A.G. 2002. The role of fire in population dynamics of woody plants. In: P.S. OLIVEIRA; R.J. MARQUIS (eds.), *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. New York, Columbia University Press, p. 159-177.
- JANZEN, D. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution*, **21**:620-637. <http://dx.doi.org/10.2307/2406621>
- KOLBEK, J.; ALVES, R.J.V. 2008. Impacts of cattle, fire and wind in rocky savannas, Southeastern Brazil. *Acta Universitatis Carolinae Environmentalica*, **22**:111-130.
- LOBO, J.A.; QUESADA, M.; STONER, K.E.; FUCHS, E.J.; HERRERÍAS-DIEGO, Y.; ROJAS, J.; SABORÍO, G. 2003. Factors affecting phenological patterns of Bombacaceae trees in seasonal forests in Costa Rica and Mexico. *American Journal of Botany*, **90**:1054-1063. <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.90.7.1054>
- MADEIRA, J.A.; FERNANDES, G.W. 1999. Reproductive phenology of sympatric taxa of *Chamaecrista* (Leguminosae) in Serra do Cipó, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, **15**:463-479. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467499000954>
- MARCATO, A.C.; PIRANI, J. R. 2001. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Palmae (Arecaceae). *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, **19**:45-54.
- MARQUES, M.C.M.; ROPER, J.J.; SALVALAGGIO, A.P.B. 2004. Phenological patterns among plant life forms in a Subtropical Forest in Southern Brazil. *Plant Ecology*, **173**:203-213. <http://dx.doi.org/10.1023/B:VEGE.0000029325.85031.90>
- MENEZES, N.L.; GIULIETTI, A.M., 2000. Campos rupestres. In: M.P. MENDONÇA; L.V. LINS (eds.), *Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais*. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte, p. 65-73.
- MIRANDA, H.S.; BUSTAMANTE, M.M.C.; MIRANDA, A.C. 2002. The fire factor. In: P.S. OLIVEIRA; R.J. MARQUIS (eds.), *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. New York, Columbia University Press p. 51-68.
- MISTRY, J. 1998. Fire in the cerrado (savannas) of Brazil: an ecological review. *Progress in Physical Geography*, **22**:425-448.
- MOREIRA, A. 2000. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. *Journal of Biogeography*, **27**:1021-1029. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.2000.00422.x>
- MORELLATO, L.P.C.; TALORA, D.C.; TAKAHASHI, A.; BENCKE, C.C.; ROMERA, E.C.; ZIPPARRO, V.B. 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: a comparative study. *Biotropica*, **32**:811-823. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00620.x>
- MUNHOZ, C.B.R.; FELFILI, J.M. 2005. Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, **19**:979-988. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062005000400031>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actao.2008.11.006>
- NOBLICK, L. 1998. *Syagrus glaucescens*. In: IUCN 2010. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2010.1. Disponível em <http://www.iucnredlist.org>; Acessado em: 15/03/2010.
- OLIVEIRA, P.E.A.M.; GIBBS, P.E. 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora*, **195**:311-329.
- OPLER, P.A.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. 1976. Rain fall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *Journal of Biogeography*, **3**:231-236. <http://dx.doi.org/10.2307/3038013>
- POTTS, S.G.; VULLIAMY, B.; DAFNI, A.; NE'EMAN, G.; O'TOOLE, C.; ROBERTS, S.; WILLMER, P. 2003. Response of plant-pollinator communities to fire: changes in diversity, abundance and floral reward structure. *Oikos*, **101**:103-112. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0706.2003.12186.x>
- RANIERI, B.D.; LANA, T.C.; NEGREIROS, D.; ARAÚJO, L.M.; FERNANDES, G.W. 2003. Germinação de sementes de *Lavoisiera cordata* e *Lavoisiera francavillana* (Melastomataceae), espécies simpátricas da Serra do Cipó, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, **17**:523-530. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062003000400005>
- RATHCKE, B.; LACEY, E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **16**:179-214. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ecs.16.110185.001143>
- RATTER, J.A.; RIBEIRO, J.F.; BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*, **80**:223-230. <http://dx.doi.org/10.1006/anbo.1997.0469>
- REICH, P.B.; BORCHERT, R. 1982. Phenology and ecophysiology of the tropical tree, *Tabeuia neochrysantha* (Bignoniaceae). *Ecology*, **63**:294-299. <http://dx.doi.org/10.2307/1938945>
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomia do bioma Cerrado. In: S.M. SANO; S.P. ALMEIDA (eds.), *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, Embrapa, p. 87-166.
- 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. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1009883300536>
- SCHULZ, R.; MACHADO, M. 2000. *Uebelmannia and their environment*. São Paulo, Schulz Publishing, 160 p.
- SOUZA, A.F.; MARTINS, F.R. 2002. Palmeiras, fogo e sobrevivência. *Ciência Hoje*, **183**:72-74.
- VIANA, L.R.; FERNANDES, G.W.; SILVA, C.A. 2005. "Ecological road" threatens endemic Brazilian plant with extinction. *Plant Talk*, **41**:15.
- WROBLESKI, D.W.; KAUFFMAN, J.B. 2003. Initial effects of prescribed fire on morphology, abundance, and phenology of forbs in big Sagebrush communities in Southeastern Oregon. *Restoration Ecology*, **11**:82-90. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1526-100X.2003.00084.x>
- ZAR, J. H. 1998. *Biostatistical analysis*. 4ª ed., New Jersey, Prentice-Hall, 939 p.

Submitted on April 26, 2010.
Accepted on August 23, 2010.