



FENOLOGIA E SISTEMA REPRODUTIVO DE *PASSIFLORA HAEMATOSTIGMA* MAST. DE AFLORAMENTO FERRUGINOSO NO PARQUE ESTADUAL DO ITACOLOMI, MINAS GERAIS

N. Costa Soares¹

V. Lamim - Guedes²; Y. Antonini³

1 - Mestranda em Biologia Vegetal, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus Rio Claro. Email: naturalsoares@yahoo.com.br 2 - Mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Ecologia de Biomas Tropicais, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto. 3 - Docente, Departamento de Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto.

INTRODUÇÃO

A família Passifloraceae possui distribuição pantropical, incluindo cerca de 20 gêneros e 600 espécies (Souza & Lorenzi, 2005), sendo 360 espécies de hábito trepador no Novo Mundo, a maioria é de lianas lenhosas, distribuídas em cinco gêneros (Gentry, 1991). No Brasil ocorre cerca de 120 espécies de Passifloráceas (Souza & Lorenzi, 2005), a maioria subordinada ao gênero *Passiflora* L. que é o maior da família, com cerca de 400 espécies descritas (Killip, 1938 *apud* Nunes & Queiroz, 2001), este gênero é o mais comum na flora brasileira (Souza & Lorenzi, 2005). Nesta família estão incluídos os maracujás (*Passiflora* sp.) com diversas plantas com grande potencial ornamental e alimentício, sendo *Passiflora edulis* uma das poucas espécies cultivadas. Somado ao interesse econômico, a família tem fundamental importância ecológica, e a diversidade de espécies ganha destaque (Bernacci *et al.*, 2005). Vários estudos têm focado as relações das Passifloraceae com seus polinizadores (abelhas, vespas, beija-flores e morcegos) (Sazima & Sazima, 1978, Varassin *et al.*, 2001, Koschinitzke & Sazima, 1997) ou com seus predadores, especialmente, borboletas Heliconidae (Benson *et al.*, 1978) evidenciando relações evolutivamente complexas entre estas plantas e animais. A biologia das passifloráceas é pouco conhecida, exceto das poucas espécies comerciais (*Passiflora alata* e *P. edulis*).

A fenologia é uma área da ciência que objetiva avaliar a relação entre o período de ocorrência, duração e amplitude de um evento do ciclo biológico de organismos animais e vegetais e as condições ambientais ocorrentes (Lieth 1974), dessa maneira, estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos e sua relação com mudanças no meio biótico e abiótico (Morellato 1991). Vários trabalhos têm ressaltado a importância de fatores como as interações biológicas, fatores endógenos e filogenia para o comportamento fenológico de plantas (Williams - Linera & Meave, 2002), porém fatores

ambientais é que regularizam o ritmo interno e provavelmente determinam as épocas de crescimento e reprodução (fenofases) (Morellato, *et al.*, 1989). Estudos fenológicos, aliado à estudos da biologia reprodutiva, são fundamentais para avaliação da disponibilidade de recurso alimentar aos frugívoros e polinizadores em uma determinada área (Galletti *et al.*, 2003).

O significado adaptativo de uma determinada época de floração e produção de sementes pode estar relacionado a vários fatores, como atividade de polinizadores e dispersores, razões de desenvolvimento do fruto e semente, comportamento de predadores de sementes, opções por alocação de recursos dentro da planta e necessidades para a germinação de sementes. Todos estes podem, por sua vez, estar relacionados com o impacto ou efeito induzidos por mudanças no ambiente físico (Morellato, *et al.*, 1989).

A influência da fenologia nas interações entre polinizadores de flores e dispersores de sementes é um dos parâmetros mais importantes na avaliação da integridade das interações bióticas, especialmente em sistemas ameaçados, e está entre as pesquisas prioritárias para a conservação de sistemas naturais (Bawa 1995).

OBJETIVOS

Objetivamos avaliar o comportamento fenológico e o sistema reprodutivo de *Passiflora haematostigma* (Passifloraceae), liana ocorrente em um afloramento ferruginoso (canga) de Mata Estacional Semidecidual do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo - Este estudo foi desenvolvido em área de afloramento ferruginoso (canga) dominado por candeia (*Eremanthus erythropappus*, Asteraceae) ao longo de uma trilha turística (Trilha da Capela) do Parque Estadual do Itacolomi (PEIT) que abrange áreas dos municípios de Ouro Preto e Mariana, Minas Gerais. A vegetação secundária é caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual Montana (Veloso *et al.*, 1991). A altitude média no local de estudo é de 1.350 metros sendo o clima do tipo Cwa (classificação de Köppen) com duas estações bem definidas, uma seca e uma chuvosa (IEF 2008).

A canga é um conglomerado constituído de fragmentos de hematita (negra e brilhante) cimentados por limonita (cor de ferrugem). Variam desde as unicamente ferruginosas até as muito ricas em alumínio, menos densas. A vegetação da canga é peculiar e a flora dominada por algumas poucas espécies muito características (Rizzini, 1997). Na área de estudo a canga é rica em alumínio, e apresenta uma vegetação dominada por candeia (domínio de *Eremanthus erythropappus*), formando um estrato arbóreo com dossel baixo (cerca de cinco metros de altura) e pouco denso, com muitas espécies herbáceas, principalmente, capim - gordura (*Melinis minutiflora*, Poaceae) espécie invasora.

Espécie observada - *Passiflora haematostigma*, espécie conhecida popularmente como maracujá - de - capoeira, é uma liana encontrada em uma grande variedade de habitats como bordas e interior de florestas (Bernacci *et al.*, 2003) e afloramentos ferruginosos (Valdir Lamim - Guedes observação pessoal). Suas flores são muito perfumadas, sendo polinizadas por abelhas (melitofilia), apresentando cálice externo verde e interno alvo, corola amarelo pálido, estames e gineceu esverdeados, frutos imaturos verdes e maduros amarelos (Bernacci *et al.*, 2003; Valdir Lamim - Guedes observação pessoal). Segundo Bernacci *et al.*, (2003), a espécie é encontrada no Brasil nos estados do Amazonas, Pará, Mato Grosso e Goiás, e ainda de Minas Gerais e Espírito Santo até Santa Catarina.

Fenologia - Para avaliação fenológica utilizamos o método de atividade (ou porcentagem de indivíduos), no qual é constatada somente a presença ou ausência da fenofase no indivíduo, não estimando intensidade. Esse método tem caráter quantitativo em nível populacional, indicando a porcentagem de indivíduos da população que apresenta determinado evento fenológico (Bencke & Morellato 2002). Tal metodologia estima ainda a sincronia entre os indivíduos de uma população, levando - se em conta que quanto maior o número de indivíduos manifestando a fenofase ao mesmo tempo, maior é a sincronia da população (Bencke & Morellato, 2002).

Dados fenológicos foram obtidos quinzenalmente, de setembro de 2007 a agosto de 2008, tendo sido observadas as fenofases: brotamento e queda foliar, floração e frutificação sendo: floração, presença de botões florais ou flores abertas (período de antese); frutificação, presença de frutos verdes ou maduros; brotamento, presença de folhas pequenas e de cor verde - claro ou com até cerca de $\frac{3}{4}$ do tamanho de uma folha adulta; queda foliar, período no qual as folhas apresentavam coloração diferente (amarronzada/amarelada), ou

que se observava muitas folhas sob a planta ou ainda quando se notava falhas na copa do indivíduo (Morellato 1991).

Biologia reprodutiva - Para analisarmos o sistema reprodutivo (grau de autocompatibilidade) de *P. haematostigma* realizamos em novembro de 2007 um experimento visando determinar a existência de barreiras reprodutivas para a produção de sementes. Para tanto, realizamos os seguintes tratamentos: 1) controle: marcação de flores não ensacadas para observação do número de frutos produzidos em condições naturais; 2) autopolinização espontânea (apomixia): flores ensacadas na pré - antese e mantidas ensacadas até a queda da corola; 3) retirada de estames (agamospérnia): retirada dos estames de botões em pré - antese e ensaque das estruturas; 4) autopolinização manual: flores ensacadas em pré - antese e autopolinizadas; 5) polinização cruzada na mesma planta (geitonogamia): flores ensacadas em pré - antese e polinizadas manualmente com pólen do mesmo indivíduo; 6) polinização cruzada: flores ensacadas na pré - antese e polinizadas manualmente com pólen de outros indivíduos (Kearns e Inouye 1993). Nesse experimento em todos os tratamentos usamos 30 flores, exceto para a reprodução cruzada (46 flores) e flores em condições naturais (40 flores). Objetivando comparar a formação de sementes em condições naturais com aquelas resultantes das manipulações contamos as sementes de todos os frutos produzidos. Durante as manipulações florais, registramos as espécies e observamos o comportamento dos eventuais visitantes florais.

RESULTADOS

Os indivíduos de *P. haematostigma* apresentaram botões de setembro de 2007 (início das observações) a janeiro de 2008 e em julho e agosto de 2008. A floração estendeu - se por quatro meses (outubro/2007 a janeiro/2008) e observamos frutos de novembro/2007 a abril/2008. A sincronia entre os indivíduos foi alta para a floração e frutificação, variando no pico de atividade (60 a 80% dos indivíduos apresentando as fenofases) que ocorreu em novembro, para floração, e em dezembro de 2007. O brotamento ocorreu ao longo do ano, com maior atividade no início do período chuvoso (setembro a dezembro de 2007). Já a fenofase queda foliar ocorreu de maneira sincrônica e durante a época mais seca do ano (março a agosto de 2008).

A atividade biológica de *P. haematostigma* foi maior durante a estação úmida, exceto para a fenofase de queda de folhas, o que provavelmente, está relacionado à menor disponibilidade de água no solo nos períodos mais secos do ano. Durante a estação seca, muitos recursos se escasseiam para a vegetação e muitos fatores tornam - se restritivos para o desenvolvimento das plantas (Sfair 2006). A alternância entre climas quentes e úmidos, frios e secos, com uma estação seca definida, seria o principal fator externo e controlador, direta ou indiretamente, dos padrões de mudança foliar, floração e frutificação em florestas com climas sazonais (Morellato *et al.*, 1989). Em diversos trabalhos de fenologia, a queda de folhas está relacionada com a estação seca, principalmente em ambientes que apresentam forte sazonalidade climática, com uma estação seca bem definida

(Frankie *et al.*, 1974; Morellato *et al.*, 1989). Existe, portanto, uma relação estreita entre deciduidade e estacionalidade climática nas florestas estacionais.

Algumas espécies de *Passiflora* sp. do PEIT tem sido acompanhadas em áreas que não aquelas de canga. O padrão fenológico de *P. haematostigma* foi compatível com o observado para outras espécies herbáceas de lianas do PEIT, como *P. villosa*, diferindo, no entanto, daquele encontrado para lianas lenhosas (*P. speciosa*, exemplo) que apresentaram atividade reprodutiva no final da época chuvosa e durante a época seca. A produção de flores no fim da estação seca faz de *P. haematostigma* uma fonte de recursos alimentares, provavelmente, muito importante, pois neste período há uma redução de recursos alimentares em muitas florestas estacionais (Morellato 2003).

A floração das lianas em floresta semidecidual no sudeste do Brasil (Campinas - SP) foi estudada por Morellato & Leitão - Filho (1996). Neste trabalho foi feita a distinção entre trepadeiras herbáceas (plantas menores e que sobrevivem apenas na borda da mata) e lianas (lianas lenhosas, plantas maiores e que podem nascer e crescer no interior da mata). A floração para as lianas ocorreu com dois picos, um menor (março, durante a estação de transição do período chuvoso e período seco) e outro maior (outubro, na transição período seco - período chuvoso), enquanto para as trepadeiras herbáceas o pico foi em abril (transição período chuvoso e período seco). A frutificação das lianas ocorreu na estação seca (julho - agosto) e das trepadeiras herbáceas no final da estação úmida. Desta forma, no padrão fenológico registrado para *P. haematostigma*, a época de floração coincide com o pico maior de sincronia entre espécies de lianas lenhosas, no entanto a frutificação se difere do já registrado para florestas semidecíduais.

Dos tratamentos realizados para determinação do sistema reprodutivo observamos formação de frutos para os tratamentos de reprodução cruzada e para o controle (condições naturais) (23% e 22,5% de sucesso reprodutivo, respectivamente, para cada tratamento). Desta maneira, podemos dizer que *P. haematostigma* é uma espécie auto - incompatível, assim como a maioria das espécies de *Passiflora* que apresentam flores conspícuas (Janzen, 1968). *P. haematostigma* apresenta ainda retardamento da deflexão dos estigmas em relação às anteras, ou seja, movimentação dos estiletos, de maneira que os estigmas adquiram uma posição adequados para contactar os polinizadores somente em determinado período após o início da antese, o que confere às flores um período de protandria (Endress 1994), tal comportamento é interpretado como um mecanismo que favorece a polinização cruzada (Janzen 1968), sendo uma estratégia para evitar a autopolinização. Varassin *et al.*, (2001) fazendo testes de auto - compatibilidade em flores ensacadas de *P. alata*, *P. galbana*, *P. mucronata* e *P. speciosa* não obtiveram formação de frutos, indicando que tais espécies, são auto - incompatíveis. A auto - incompatibilidade é um mecanismo importante que determina a alogamia, pois impede que plantas produtoras de gametas masculinos e femininos funcionais produzam sementes quando a flor é auto - polinizada (Bruckner *et al.*, 2005).

O número de sementes formadas em condições naturais e

naquelas de reprodução cruzada foram em média, respectivamente, $34,11 \pm 10,18$ e $43 \pm 10,56$, não havendo diferença significativa entre estes valores ($p=0,088$; $df= 16$; $t= -1,82$). Como a produção de sementes é estatisticamente semelhante, concluímos que a espécie avaliada não passa por limitação polínica, ou seja, os visitantes florais de *P. haematostigma* estão depositando a quantidade necessária de grãos de pólen para a formação de suas sementes.

Para *P. haematostigma* observamos visitas florais das abelhas *Xylocopa* cf. *frontalis* e *Apis mellifera* e de uma espécie de beija - flor (não determinada), sendo as duas últimas, provavelmente, espécies pilhadoras, pois apenas retiravam pólen e néctar, respectivamente, sem tocar nos estigmas. Já para *Passiflora* sp. registramos 5 espécies de abelhas (*Bombus* sp., *B. brasiliensis*, *Paratetrapedia* sp., *A. mellifera*, *Augochloropsis* sp.) e uma de beija-flor (*Leucochloris albicollis*), sendo *A. mellifera*, *Augochloropsis* sp. e *Leucochloris albicollis* consideradas espécies pilhadoras de néctar e/ou pólen das flores (Lamim - Guedes *et al.*, dados não publicados).

Bruckner *et al.*, (2005) afirmam que *A. mellifera* tem efeito prejudicial à polinização de *P. edulis*, assim como observado para *P. haematostigma*. Tal autor afirma ainda que espécies do *Xylocopa* spp. são as espécies polinizadoras mais eficientes para flores de *P. haematostigma*. Varassin *et al.*, (2001) registraram abelhas dos gêneros *Centris*, *Xylocopa* e *Eulaema* como polinizadores de *P. alata* (espécie com características melitofílicas), algumas espécies de *Centris* e *Euglossa* como pilhadoras de pólen e *A. mellifera* pilhando néctar.

CONCLUSÃO

A atividade fenológica de *P. haematostigma* é concentrada na transição entre as estações seca e chuvosa, estendendo - se até a metade da estação chuvosa. É uma espécie auto - incompatível que não passa por limitação polínica na área de canga estudada. Provavelmente *Xylocopa* cf. *frontalis* é polinizadora desta espécie, sendo que a flor é pilhada por *A. mellifera* e uma espécie de beija - flor.

REFERÊNCIAS

- Bawa, K. S. Pollination, seed dispersal and diversification of angiosperms. *TREE*. 10(8):311 - 312. 1995.
- Bencke, C. S.; Morellato, L. P. C. 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. 2002.
- Benson, W. W.; Brown, K. S.; Gilbert, L. E. Coevolution of plants and herbivores: passion flower butterflies. *Evolution*, 29: 659 - 680, 1978.
- Bernacci, L. C., Vitta, F. A., Bakker, Y. V. Passifloraceae. In: Wanderley, M. G. L.; Shepherd, G. J.; Giullietti, A. M.; Melhem, T. S. (Coord.). *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*. Rima/FAPESP, São Paulo, 2003. v. 3, p. 247 - 248.

- Bernacci, L. C.; Meletti, L. M. M., Soares - Scott, M. D., Passos, I. R. S. Espécies de maracujá: caracterização e conservação da biodiversidade. In: Faleiro, F. G.; Junqueira; N. T. V., Braga, M. F.. *Maracujá: germoplasma e melhoramento genético*. Embrapa Cerrados, Planaltina, 2005. 559 - 586
- Bruckner, C. H.; Suassuna, T. M. F., Rego, M. M., Nunes, E. S. Auto - incompatibilidade do maracujá-implicações no melhoramento genético. In: Faleiro, F. G.; Junqueira; N. T. V., Braga, M. F.. *Maracujá: germoplasma e melhoramento genético*. Embrapa Cerrados, Planaltina, 2005. 315 - 338.
- Endress. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge 1994.
- Frankie, G.W.; Baker, H.G.; Opler, P.A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, 62:881 - 913. 1974.
- Galetti, M., Pizo, M. A., Morellato, P. C. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. p. 395 - 422. In: Cullen JR., L., Rudran, R., Valladares - Padua, C. *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Ed. da UFPR; Fundação O Boticário de Proteção a Natureza, Curitiba, 2003. p. 395 - 422.
- Gentry, A. H. The distribution and evolution of climbing plants. In: Putz, F. E; MOONEY, H. A. Eds. *The Biology of Vines*. New York: Cambridge University Press., 1991. p. 3 - 50.
- IEF. Plano de manejo do Parque Estadual do Itacolomi. Belo Horizonte. 2008.
- Janzen, D. H. Reproductive behaviour in the Passifloraceae and some of its pollinators in the Central America. *Behaviour*. 32: 33 - 48. 1968.
- Kearns, C. A.; Inouye, D. W. *Techniques for pollination*. University press of colorado. 1993.
- Killip, E. P. The American species of Passifloraceae. *Botanical Series* (Field Museum of Natural History), 49: 1 - 613, 1938.
- Koschinitzke, C.; Sazima, M. Biologia floral de cinco espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) em mata semidecídua. *Revista Brasil. Bot.* , 20(2): 119 - 126, 1997.
- Lieth, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. In: Lieth, H. *Phenology and seasonality modeling*. Springer - Verlag, Berlin. 1974.
- 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.
- Morellato, L. P. Ç. Características dos Padrões Fenológicos em Florestas Estacionais Neotropicais. In: Claudino - Sales, V. *Ecossistemas Brasileiros: Manejo e Conservação*. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza, 2003, 299 - 305.
- Morellato, L. P. C. *et al.*, Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 12: 85 - 98. 1989.
- Morellato, L. P. C.; Leitão - Filho, H. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest. *Biotropica* 28(2):180 - 191. 1996.
- Nunes, T. S.; Queiroz, L. P. A família Passifloraceae na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Sitientibus*, 1(1): 33 - 46, 2001.
- Rizzini, C. T. *Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*, Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições, 1997. 747 p.
- Sazima, M.; Sazima, I. Bat pollination of the passion flower, *Passiflora mucronata*, in Southeastern Brazil. *Biotropica*, 10(2): 100 - 109, 1978.
- Sfair, J. C. 2006. Fenodinâmica de lianas e forófitos em um fragmento de cerrado em Itirapina (SP). Dissertação. Unicamp.
- Souza, V. C.; Lorenzi, H. *Botânica sistemática*. Nova Odessa (SP): Instituto Platarum. 2005.
- Varassin, I.G., Trigo, J.R., Sazima, M. 2001. The role of production, flower pigments and odour in the pollination of four species of *Passiflora* (Passifloraceae) in south - eastern Brazil. *Botanical Journal of the Linnean Society* 136:138 - 152.
- Vellozo, H. P.; Rangel - Filho, A. L. R. ; lima, J. C. A. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE. 1991.
- Williams - Linera, G.; Meave, J.; Wrigh, S. J. Patrones fenológicos. In: Guariguata, M. R.; Kattan, G. H. *Ecología y Conservacion de Bosques Neotropicales*. Universidad Nacional Autonoma 2002, 407 - 433.