



# SINCRONIA NO FLORESCIMENTO DOS MORFOS FLORAIS DA ESPÉCIE DISTÍLICA *PSYCHOTRIA CARTHAGENENSIS* JACQ. (RUBIACEAE) EM ÁREAS DE CERRADO

B. Zucarelli <sup>1</sup>

L. F. Figueiredo <sup>1</sup>, R. R. Faria <sup>2</sup>; A. C. Araujo <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduação em Ciências Biológicas - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CP 549, 79070 - 900, Campo Grande-MS. bruna\_bz@hotmail.com

<sup>2</sup> Programa de Pós - graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Cidade Universitária s/nº, 79070 - 900, Mato Grosso do Sul, Brasil.

<sup>3</sup> Laboratório de Ecologia, Departamento de Biologia, CCBS, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Cidade Universitária s/nº, 79070 - 900, Mato Grosso do Sul, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Fenologia é o estudo dos fenômenos periódicos dos seres vivos e suas relações com as variações climáticas sazonais, sendo assim fundamental na determinação dos períodos críticos no ciclo de vida de qualquer organismo (De Fina & Ravelo, 1973). As observações fenológicas são importantes, pois a partir delas podemos compreender as dinâmicas das populações de plantas (Morelato, 1991), bem como obter dados a respeito dos recursos disponíveis numa comunidade e das interações entre as plantas e os animais que dependem destes para sua sobrevivência (Talora & Morelato, 2000). A heterostilia ocorre em cerca de 25 famílias de angiospermas, e pode ocorrer sob a forma de distília (quando a espécie apresenta dois morfos florais) e tristília (quando apresenta três morfos) (Ganders, 1979). O tamanho dos estigmas e anteras de indivíduos heterostílicos varia de acordo com o morfo e, no caso das plantas distílicas, são encontradas flores brevistílicas (com estilete mais curto que os estames) e longistílicas (com estilete mais longo que os estames). Em populações de espécies distílicas, indivíduos desses dois morfos geralmente ocorrem na proporção de 1:1 (isopleτία) (Kohn & Barret, 1992).

A quebra da isopleτία pode resultar na predominância de indivíduos de um dado morfo naquele local. Algumas espécies de plantas heterostílicas são essencialmente sensíveis a fragmentação de habitats, por serem autoincompatíveis e necessitarem da atuação de vetores animais para que ocorra o fluxo de pólen (Van Rossum *et al.*, 2006) entre indivíduos de diferentes morfos. Tal fluxo é determinado pela acessibilidade do polinizador aos grãos de pólen e a chance de que os mesmos têm de permanecer aderidos ao polinizador até que este visite uma flor de outro morfo (Lau & Bosque, 2003).

A família Rubiaceae ocorre em grande número na América

do Sul, sendo que cerca de 30% do total de suas espécies são encontradas no continente (Chiquieri *et al.*, 2004). Essa família caracteriza - se por apresentar o maior número de espécies heterostílicas em comparação com outras famílias de espécies vegetais (Kohn & Barret, 1992).

*Psychotria carthagenensis* Jacq. é um arbusto de sub - bosque medindo entre dois e três metros de altura que ocorre ao longo de todo o continente Sul Americano (Chiquieri *et al.*, 2004). É um exemplo de espécie distílica, apresentando dois morfos florais: indivíduos brevestilados e longistilados. Em florestas tropicais estudos constataram que algumas espécies de *Psychotria* apresentam mais de um episódio de floração ao ano, enquanto em outras espécies apresentam apenas um episódio (Lopes & Buzato, 2005). Entretanto, as características fenológicas de indivíduos da mesma espécie podem variar de acordo com o local em que ocorrem (Crestana & Kageyama, 1992).

Não existem informações suficientes a respeito da fenologia de floração em espécies distílicas em relação ao comportamento fenológico de cada morfo floral. Algum grau de sincronia no florescimento é necessário para que haja igual contribuição e atração de polinizadores (Silva, 2007) para efetivar a polinização cruzada. Em estudos realizados com a espécie distílica *Palicourea rígida* constatou - se que existe uma sincronia inter - morfos e intra - populacional, tal fato provavelmente teria o objetivo de atrair um maior número de agentes polinizadores e dispersores (Silva, 1995).

A fenologia de floração de *Psychotria carthagenensis* já foi estudada em outras localidades, porém no Triângulo Mineiro - MG (Consolaro, 2004) a população estudada era monomórfica, e na região do Parque do Invinhema (Pereira, 2007) não foi realizada a comparação entre morfos quanto aos períodos de floração.

Nossa hipótese é que como se trata de uma espécie distílica,

os morfos tendem a exibir sincronia no florescimento permitindo o cruzamento inter - morfos e a manutenção do sistema. Portanto é esperado que não haja diferença no padrão fenológico entre os morfos florais nas populações de *P. carthagenensis*.

## OBJETIVOS

Investigar o padrão de florescimento de *Psychotria carthagenensis* em três fragmentos de Cerrado, relacionando - o aos fatores climáticos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### - Área de estudo

O estudo foi realizado em três populações de *Psychotria carthagenensis* localizadas no perímetro urbano de Campo Grande, MS: uma no Parque Estadual do Prosa (135 ha), outra na reserva biológica situada dentro da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS-35 ha) e a terceira na reserva natural da EMBRAPA-Gado de Corte (100 ha).

O clima na cidade de Campo Grande é do tipo tropical chuvoso de savana, subtipo Aw de acordo com Köppen, apresentando um período chuvoso, com precipitação de 1.532 mm, durante os meses de verão e um período seco que antecede os meses mais frios do ano (EMBRAPA - CNPGC, 1985). Os valores de temperatura média mensal e precipitação acumulada mensal foram obtidos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2009).

### - Fenologia de floração

A partir de março de 2008 foram feitas visitas mensais para verificar o início do florescimento nas populações. Dados preliminares indicavam que a floração de *P. carthagenensis* nas populações estudadas iniciavam em outubro (Rodrigues, 2004; Pott & Pott, 2005). Deste modo, a partir de setembro visitas quinzenais sistemáticas foram realizadas. Para o acompanhamento da floração, foram selecionados ao acaso 40 indivíduos de *P. carthagenensis* (20 do morfo brevistílico e 20 do morfo longistílico) em cada população que, em seguida, foram individualizados utilizando lacres plásticos numerados. O número de flores em cada indivíduo marcado foi contabilizado a cada quinze dias até que não restassem indivíduos em flor. Assim, o monitoramento do número de flores em cada indivíduo da população, estendeu - se até fevereiro de 2009.

### - Análise de dados

Para verificar a sincronia de floração entre os morfos florais, foram verificadas as médias do número de flores e a sobreposição dos desvios padrões entre os morfos durante toda a fenofase. O padrão de floração das populações estudadas foi classificado de acordo com Newstrom *et al.*, (1994). Para relacionar os dados climáticos (temperatura e precipitação) com os dados fenológicos (média mensal do número de flores) foi empregada a análise de correlação de Spearman.

## RESULTADOS

Durante os 12 meses de estudo (março 2008 a fevereiro 2009) a temperatura média no município de Campo Grande foi de 23<sup>o</sup>C e a precipitação acumulada de 1479.8mm. As temperaturas médias mais baixas foram registradas nos meses de junho e julho de 2008, com 19.3<sup>o</sup>C e 19.7<sup>o</sup>C, respectivamente, enquanto que as temperaturas médias mais altas ocorreram nos meses de novembro de 2008 a fevereiro de 2009 com 24.7<sup>o</sup>C. Os meses com menor precipitação acumulada foram julho e agosto com 46.6 mm e 43 mm respectivamente, e aqueles com maior precipitação acumulada foram dezembro e janeiro com 228.6 mm e 243 mm respectivamente.

Não houve relação significativa entre os fatores climáticos e a média mensal de produção de flores para nenhuma das populações estudadas: EMBRAPA - temperatura (rs=0.51, p=0.09) e precipitação (rs=0.26, p=0.42); Parque Estadual do Prosa - temperatura (rs=0.51, p=0.09) e precipitação (rs=0.26, p=0.42) e na Reserva Biológica da UFMS - temperatura (rs=0.53, p=0.07) e precipitação (rs=0.29, p=0.37). Contudo, ainda que não tenha sido encontrada relação entre variáveis climáticas e a produção de flores, o início da floração de *P. carthagenensis* coincide com o aumento da precipitação, após o período de estiagem que se inicia em junho e vai até meados de setembro. As três populações estudadas de *P. carthagenensis* apresentaram início de fenofase para ambos os morfos no mês de outubro ( $x = 7,916 \pm 9,8$  flores/indivíduo/dia), sendo o pico de floração no mês de novembro ( $x = 34,729 \pm 31,1$  flores/indivíduo/dia) e o final na segunda quinzena do mês de dezembro ( $x = 4,997 \pm 11,6$  flores/indivíduo/dia). Portanto, em nível populacional o padrão de florescimento é anual quanto à frequência e intermediário quanto à duração (cf. Newstrom *et al.*, ., 1994). Plantas com o florescimento do tipo anual são aquelas que possuem apenas um episódio principal de floração no período de um ano e a classe intermediária consiste na duração da fenofase pelo período de um a cinco meses.

A floração de *P. carthagenensis* inicia - se em outubro, na sequência da época de emergência dos insetos, que ocorre em setembro. Isto pode ser vantajoso, visto que a polinização desta espécie é feita basicamente por insetos (Consolaro, 2004). Os principais fatores abióticos que atuam sobre o florescimento são a temperatura, a umidade e o fotoperíodo (Fenner, 1998). Os fatores abióticos podem limitar a época de florescimento diretamente afetando a habilidade para produzir flores, ou indiretamente afetando os vetores de pólen (Rathcke & Lacey, 1985). Nas populações de *P. carthagenensis* estudadas o aumento das chuvas esteve relacionado com o início da floração, sugerindo que a precipitação pode estar atuando como estímulo para o início da fenofase nesta espécie. O começo do período de chuvas normalmente está associado ao aumento da temperatura e fotoperíodo assim, a atuação conjunta destes fatores, pode ser responsável pela aceleração do processo de decomposição da serrapilheira tornando os nutrientes disponíveis para a vegetação, que entra no seu período de maior atividade reprodutiva e vegetativa (Morellato, 1992; Morellato & Leitão - Filho, 1992). Aparentemente o clima não é o único determinante no período de floração das espécies do Cerrado,

porém podem atuar como gatilhos ambientais sinalizando a ocorrência de floração (Oliveira, 1998).

Com relação à sincronia entre os morfos, a população da EMBRAPA-Gado de Corte apresentou para o morfo brevistílico as seguintes médias e desvios padrões do número de flores abertas: em outubro  $7,85 \pm 9,93$  flores; em novembro  $24,77 \pm 27,01$  flores e em dezembro  $3,11 \pm 9,48$  flores. Para o morfo longistílico as médias e desvios padrões foram: em outubro  $4,67 \pm 5,86$  flores; em novembro  $24,73 \pm 31,25$  flores e em dezembro  $3,45 \pm 7,96$  flores. No Parque Estadual do Prosa os indivíduos longistílicos apresentaram como médias e desvios padrões do número de flores abertas: em outubro  $11,57 \pm 12,23$  flores; em novembro  $41,07 \pm 27,9$  flores e em dezembro  $2,55 \pm 6,37$  flores. Para o morfo brevistílico foram registradas como médias e desvios padrões do número de flores abertas: em outubro  $7,05 \pm 7,62$  flores; em novembro  $32,52 \pm 28,98$  flores e dezembro  $1,98 \pm 4,93$  flores. Já a população situada na Reserva Biológica da UFMS apresentou as seguintes médias e desvios padrões do número de flores abertas para o morfo longistílico: em outubro  $5,9 \pm 6,71$  flores; em novembro  $38,25 \pm 34,26$  flores e em dezembro  $7,35 \pm 12,64$  flores. Por fim, para o morfo brevistílico da mesma população foram registradas as seguintes médias e desvios padrões: em outubro  $10,25 \pm 13,05$  flores; em novembro  $47,02 \pm 31,65$  flores e em dezembro  $11,45 \pm 19,21$  flores. O fato de os valores médios do número de flores serem semelhantes e de haver sobreposição dos desvios padrões demonstra claramente que os morfos florais de *P. carthagenensis*, para todas as populações estudadas, apresentam sincronia na produção de flores. Essa sincronia foi observada para o período de florescimento e para a intensidade de florescimento, pois início, meio e final de fenofase ocorreram em períodos coincidentes. Pereira *et al.*, . (2006) encontrou esse mesmo sincronismo na região de Viçosa para indivíduos de *Psychotria hygrophiloides*, *P. sessilis* e *P. subspatulata*. A sincronia entre os morfos florais foi também constatada em *P. conjugens*, *P. hastisepala* e *P. sessilis* por Silva (1997). Algum grau de sincronia dentro de populações obviamente é necessário de maneira que a exibição floral e a atratividade para os polinizadores sejam aumentadas e para que possa ocorrer intercruzamento entre indivíduos, (Rathcke & Lacey, 1985). O sincronismo de floração inter - morfos tem um importante papel na atração de polinizadores, resultando assim em maiores chances de polinização cruzada, o que tem importante papel na manutenção da isopleitia (Ganders, 1979). Além disso, maximiza a frutificação, contribuindo assim para o sucesso reprodutivo dos indivíduos da espécie (Silva, 2007).

O período de florescimento de *P. carthagenensis* coincide em parte com o que já foi verificado em outras áreas de Cerrado, e reforça o caráter de floração anual para a espécie. Na região do Triângulo Mineiro - MG, em uma população que possuía apenas o morfo longistílico, a floração desta espécie ocorreu entre setembro e dezembro (Consolaro, 2004). Em uma população de *P. carthagenensis* representada pelos dois morfos florais, no Parque Estadual do Invinhema, sul do Mato Grosso do Sul, a floração ocorreu de agosto a janeiro (Pereira, 2007). No entanto, estes dois estudos citados não avaliaram os períodos de floração dos dois morfos florais separadamente.

## CONCLUSÃO

As três populações estudadas de *Psychotria carthagenensis* apresentam floração com duração de três meses, de caráter anual, com início em outubro, pico em novembro e final de fenofase em dezembro. O período de florescimento parece estar associado ao início da ocorrência de chuvas, o que pode ser indicativo tanto da influência de fatores bióticos (pois coincide com a época de emergência dos insetos, que são seus polinizadores) quanto abióticos (uma vez que coincide com aumento na precipitação e temperatura). Além disso, os morfos florais de *Psychotria carthagenensis* apresentaram sincronia no florescimento tanto dentro de cada população, quanto entre populações. Isto é um indicativo de que essas populações não possuem assimetria no florescimento e isto é um dos fatores que permitem taxas de cruzamento inter - mórfo que pode atuar na manutenção da isopleitia. (À FUNDECT pelo apoio financeiro.)

## REFERÊNCIAS

- Chiquieri, A.; Di Maio, F.R. & Peixoto, A.L. 2004.** A distribuição geográfica da família Rubiaceae Juss. na Flora Brasileira de Martius. Rodriguesia. 55:47 - 57.
- Crestana, C.S.M.; Batista E.A. & Mariano, G. 1992.** Fenologia a frutificação de *Genipa americana* L (Rubiaceae) em mata ciliar do rio Moji Guaçu, SP. IPEF 45:31 - 34.
- Coelho, C.P. & Barbosa, A.A.A. 2003.** Biologia reprodutiva de *Palicourea macrobotrys* Ruiz & Pavon (Rubiaceae): um possível caso de homostilia no gênero *Palicourea* Aubl. Revista Brasileira de Botânica 26: 403 - 413.
- Consolaro, H.N. 2004.** Biologia reprodutiva de duas espécies de Rubiaceae de uma mata de galeria do Triângulo Mineiro - MG. Dissertação de Mestrado. 69p.
- Consolaro, H.N. 2008.** A distilia em espécies de Rubiaceae do Bioma Cerrado. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Brasília, Distrito Federal.
- De Fina, A.L. & Ravelo, A.C. 1973.** Fenologia.. In: De Fina, A.L. e Ravelo, A.C. Climatologia y Fenologia Agrícolas, Buenos Aires, EUDEBA, p.201 - 209.
- Embrapa - CNPGC. 1985.** Boletim Agrometeorológico. Campo Grande, MS.
- Fenner, M. 1998.** The phenology of growth and reproduction in plants. Perspectives in Plant ecology, Evolution and Systematics 1: 78 - 91.
- Ganders, F.R. 1979.** The biology of heterostyly. New Zealand Journal of Botany 17: 607 - 635.
- INPE. 2009.** Instituto Nacional de Estudos Espaciais. Website: <http://bancodedados.cptec.inpe.br:8080/climatologia/local> Acessado em: 30/05/2009.
- Kohn, J.R. & Barrett, S.C. 1992.** Experimental studies on the functional significance of heterostyly. Evolution 46:43 - 55.
- Köppen, W. 1948.** Climatologia. Fundo de Cultura Econômica. Buenos Aires (Trad. de Guendrias du Klimakunde), 1923.
- Lau, P. & Bosque C. 2003.** Pollen flow in the distylous *Palicourea fendleri* (Rubiaceae): an experimental test of the Disassortative Pollen Flow Hypothesis. Oecologia 135:593-600.

- Lopes, L.E. & Buzato, S. 2005.** Biologia reprodutiva de *Psychotria suterella* Muell. Arg. (Rubiaceae) e a abordagem de escalas ecológicas para a fenologia de floração e frutificação. *Revista Brasileira de Botânica* 28: 785 - 795.
- Machado, A.O. 2007.** Variações florais e heterostilia em *Palicourea rígida* (Rubiaceae) nos cerrados do Brasil central. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG.
- Morellato, L.P.C. 1991.** Fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Tese de Doutorado. Unicamp. Campinas, SP.
- Morellato, L.P.C. 1992.** Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi. In: História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Campinas, SP, Editora da Unicamp, p.98 - 110.
- Morellato, L.P.C. & Leitão - Filho, H.F. 1992.** Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Campinas, SP; Editora da Unicamp, p.112 - 140.
- Oliveira, P.E. 1998.** Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, S. P. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA - CPAC, p.169 - 192, 1998
- Pereira, Z.V.; Carvalho - Okano, R.M. & Garcia, F.C.P. 2006.** Rubiaceae Juss. da Reserva Florestal Mata do Paraíso, Viçosa, MG, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*. 20(1): 207 - 224.
- Pott, V. & Pott, A. 2005.** Plano de Manejo da Reserva Natural da EMBRAPA-Gado de Corte. Relatório Técnico.
- Rathcke, B. & Lacey, E.P. 1985.** Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 179 - 214.
- Rodrigues, L.C. 2004.** Flores visitadas por beija - flores em um fragmento florestal urbano, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Dissertação de Mestrado. UFMS. 31p.
- Silva, A.P. 1995.** Biologia Reprodutiva e Polinização de *Palicourea rígida* H.B.K. (Rubiaceae). Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasília, Distrito Federal.
- Silva, C.A. 2007.** Biologia reprodutiva de três espécies distílicas de *Psychotria* L. e efeitos da fragmentação florestal no sucesso reprodutivo e na diversidade genética de *Psychotria hastisepala* Müll. Arg. (Rubiaceae). Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais.
- Talora, D.C. & Morellato, L.P.C. 2000.** Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23:13 - 26.
- Teixeira, L. A. G. & Machado, I. C. 2004.** Biologia da polinização e sistema reprodutivo de *Psychotria barbiflora* DC. (Rubiaceae) *Acta Botânica Brasilica*. 18: 853 - 862.
- Van Rossum, F.; DE SOUSA, S.C. & TRIEST, L. 2006.** Morph - specific differences in reproductive success in the distylous *Prímula veris* in a context of habitat fragmentation. *Acta Oecologica* 30:426 - 433.