



# FENOLOGIA E SUCESSO REPRODUTIVO DE SEIS ESPÉCIES NATIVAS DO CERRADO *SENSU STRICTO*.

Morgana Maria Arcanjo Bruno

John Du Vall Hay; Carla Oliveira de Andrade

Universidade de Brasília. morganabruno@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

Muitas comunidades de plantas tropicais mostram um padrão sazonal na fenologia reprodutiva e vegetativa, tanto no nível de comunidade como de indivíduo (Frankie *et al.*, 1974; Monasterio & Sarmiento 1976). Nas palmeiras diversos padrões de floração são observados, sugerindo a ausência de condicionalismos específicos no desenvolvimento da arquitetura de crescimento sob o grau de sazonalidade, sincronia e previsibilidade da estação de floração (De Steven 1987). Devido seu padrão de crescimento essencialmente uniforme as palmeiras oferecem uma oportunidade de avaliação das características morfológicas na fenologia reprodutiva (De Steven 1987). Os estipes monopodiais crescem continuamente de um único meristema e produz novas folhas seqüencialmente, com uma também seqüencial morte e queda das folhas velhas (Corner 1966). Uma simples gema de inflorescência axilar pode ser iniciada a cada nó da folha no mesmo tempo de formação da folha, e as inflorescências surgem através de um rápido crescimento e expansão da gema pré - formada (De Steven 1987). Esse padrão de crescimento dividido pode limitar uma série de possibilidades de padrões fenológicos reprodutivos entre as espécies de palmeiras, e uma contínua fenologia das folhas pode prover o potencial para a atividade reprodutiva não sazonal através do ano devido à direta associação entre as gemas das inflorescências e o desenvolvimento de folhas (De Steven 1987).

Como um importante foco para pesquisas ecológicas, a fenologia de espécies tropicais tem emergido não somente por sua relevância para estrutura e funcionamento dos sistemas, mas principalmente devido seu potencial no que diz respeito a críticas as questões globais de modelagem, monitoramento e mudanças climáticas (Singh & Kushwaha 2005). Apesar da importância ecológica e econômica das palmeiras, a biologia de muitas de suas espécies é ainda desconhecida (Scariot *et al.*, 1995). A maioria dos estudos com palmeiras têm sido conduzidos, principalmente, com relação à biologia reprodutiva (Scariot *et al.*, 1995; Rosa *et al.*, 1998), mortalidade de plântulas, predação e dispersão de sementes (Scariot *et al.*, 1998, 2000).

## OBJETIVOS

Sendo a compreensão dos padrões fenológicos uma importante ferramenta para a avaliação da oferta de recursos, manejo e conservação das espécies o presente trabalho visou estudar os componentes da reprodução sexuada e o sucesso reprodutivo, de seis espécies de palmeiras nativas de cerrado *sensu stricto*, analisando em particular o efeito da predação dos frutos sobre o sucesso reprodutivo. Foram levantadas algumas questões, como: existe uma diferença no período de ocorrência das fenofases das espécies de palmeira? Há relação entre o sucesso reprodutivo e a estrutura da planta, altura e número de inflorescências produzidas? O número de frutos iniciados depende do número de flores femininas produzidas? O o sucesso reprodutivo está relacionado ao número de flores femininas? Os frutos das espécies estudadas amadurecem no mesmo período?

## MATERIAL E MÉTODOS

As coletas de campo foram realizadas em cerrado *sensu stricto* da Estação Experimental Fazenda Água Limpa (FAL - 15°56' - 15°59'S e 47°55'-47°58'W), a qual se encontra situada no Distrito Federal (DF), possui uma área de 4.500 ha. com altitude média de 1.100 m a.n.m. O solo é do tipo latossolo distrófico com alta saturação de alumínio. Clima tipicamente sazonal, com duas estações bem definidas: uma chuvosa e outra seca. A precipitação média anual é de 1.453 mm. Os meses mais chuvosos são os de novembro a março. Os meses mais quentes são setembro e outubro, com temperaturas médias mensais de até 25,6°C. A umidade relativa do ar de junho a setembro varia entre 61% e 50%, mas com períodos abaixo de 20% (<http://www.recor.org.br/cerrado/clima.html>). Durante o ano de estudo a estação chuvosa, ocorreu de outubro a abril. O período de menor precipitação, com uma precipitação mensal inferior a 50 mm de chuva, ocorreu de maio a setembro.

Espécies estudadas - A família Arecaceae possui aproximadamente 3000 espécies distribuídas em 190 - 240 gêneros

(Souza & Lorenzi 2005; Lorenzi *et al.*, 2004), representando a terceira maior família em riqueza dentre as monocotiledôneas tropicais (Uhl & Drainsfield 1987). De acordo com Henderson (2002), esta pode ser subdividida em 15 grandes grupos representando linhas evolutivas distintas. O grupo dos cocosóides não - espinhosos, ao qual pertencem os gêneros *Allagoptera*, *Butia* e *Syagrus*, é constituído de 14 gêneros, dos quais 10 são de distribuição neotropical (Henderson 2002). Para esse estudo foram selecionadas as seis espécies que ocorrem no cerrado sensu stricto do Distrito Federal: *Allagoptera campestris* (Mart.) Kuntze; *Allagoptera leucocalyx* (Drude) Kuntze; *Butia archeri* (Glassman) Glassman; *Syagrus comosa* (Mart.) Mart.; *Syagrus flexuosa* (Mart.) Becc.; e *Syagrus petraea* (Mart.) Becc. Ver descrição das espécies em Martins & Filgueiras (2006).

Fenologia reprodutiva - Foram feitas visitas quinzenais no período de outubro de 2007 a setembro de 2008 a área de cerrado sensu stricto na Fazenda Água Limpa (FAL), para acompanhamento do estado fenológico reprodutivo de 30 indivíduos de cada espécie, totalizando 180 indivíduos de palmeiras. Os indivíduos foram devidamente etiquetados utilizando plaquetas de alumínio. Para acompanhamento da fenologia reprodutiva foram consideradas quatro fenofases: Pré - floração-caracterizada pelo período de produção e desenvolvimento da espata; Floração-caracterizada pela abertura das flores estaminadas e pistiladas; Frutos jovens-caracterizado pela produção e desenvolvimento dos frutos, tendo início com a observação do aumento ovariano ou de frutos jovens recém produzidos; Frutos desenvolvidos-caracterizado pelo momento no qual o fruto atinge seu tamanho máximo, ocorre uma mudança em sua coloração indicando o processo de maturação, a qual segue até dispersão do mesmo.

Na análise estatística dos dados fenológicos, foram empregados métodos apropriados para dados com distribuição circular. As datas das observações foram convertidas em dias do ano, numerados de um a 365. Em seguida, estes foram convertidos em ângulos, sendo que cada dia representa  $0.9863^{\circ}$  do ciclo anual e que o dia 1 de janeiro foi considerado como o ângulo  $0^{\circ}$ . Foi aplicado teste de Rayleigh para verificar se uma população está distribuída uniformemente em torno da circunferência. Como o teste não permite a análise de medidas repetidas, para que cada fenofase e indivíduo fossem observados somente uma vez, consideramos a data de entrada da fenofase. A análise circular também foi empregada através do teste de Watson - Williams, para observar se havia sincronia entre o pico de atividade das fenofases entre as espécies, sendo considerado como pico, o ângulo médio obtido no teste de Rayleigh. Para testar a influência da precipitação na intensidade de ocorrência de cada fenofase observada, foram realizados testes de Correlação por postos de Spearman, utilizando - se a média da precipitação dos dez dias que precediam as datas de coleta.

Sucesso reprodutivo - Para análise das taxas de sucesso reprodutivo das espécies, os 180 indivíduos marcados foram acompanhados em sua atividade reprodutiva, sendo feita a observação de cada espata produzida durante o período de estudo, as quais tiveram suas infrutescências coletadas ao final do desenvolvimento dos frutos, quando estes haviam atingido a maturidade e estavam sendo dispersos. Apenas

os frutos das infrutescências coletadas foram utilizados para a observação do sucesso reprodutivo e classificados quanto ao estágio em que foram abortados.

Após coletadas as infrutescências, foram contabilizados: Unidades reprodutivas-equivalem ao número de infrutescências produzidas; Número de ráquulas-ramificações que partem da raque, sendo o sustentáculo das estruturas florais femininas e masculinas; Frutos iniciados-considerados todo vestígio de fruto produzido, estivessem estes secos, jovens ou maduros; Frutos abortados - são aqueles frutos que não se desenvolveram; Frutos desenvolvidos-todos aqueles que atingiram a maturidade e encontravam - se em período de dispersão; Frutos predados-presença de larva de parasitóide dentro do fruto. As observações citadas visaram à determinação de algumas taxas de interesse ecológico: Taxa de iniciação de frutos = Número total de frutos contabilizados (incluídos os abortados)/ Número de flores femininas produzidas; Taxa de maturação de frutos = Número de frutos desenvolvidos contabilizados (excluídos os abortados)/Número de flores femininas produzidas; Sucesso reprodutivo = Número de frutos sadios contabilizados (excluídos os abortados e predados)/Número de flores femininas produzidas; Taxa de predação de frutos = Número de frutos desenvolvidos e predados contabilizados/Número total de frutos contabilizados; Taxa de abortamento total de frutos = Número total de frutos abortados (precoce ou tardiamente)/Número total de frutos contabilizados.

Os testes de Pearson e de Spearman foram aplicados para observação de correlações: número de unidades reprodutivas (flores femininas) x taxa de sucesso reprodutivo; número de ráquulas x taxa de sucesso reprodutivo; flores femininas x número de ráquulas; altura dos indivíduos x taxa de sucesso reprodutivo; altura dos indivíduos x número de espatas produzidas. Todas as análises deste estudo foram feitas utilizando os programas Bio - Estat 5.0, Oriana 3 e Programa - R.

## RESULTADOS

Dos 180 indivíduos acompanhados, nem todos apresentaram evento reprodutivo durante o período de outubro de 2007 a setembro de 2008. A porcentagem de indivíduos das espécies estudadas que apresentaram eventos reprodutivos durante o ano do estudo foi de 80% dos indivíduos de *Butia archeri*, 75,8% de *Syagrus flexuosa*, 73,3% *S. petraea*, 33,3% e *S. comosa*, 23,3% de *A. leucocalyx* e 21,4% de *A. campestris*. As análises de distribuição circular não mostraram uma agregação significativa das fenofases de floração, frutificação e maturação para as espécies de *A. campestris*, *A. leucocalyx* e *S. comosa* ( $p < 0.05$ ). Apenas *S. comosa* e *S. petraea* apresentaram uma agregação significativa do período das fenofases pré - floração e floração, respectivamente ( $p < 0,05$ ). Em contra partida *B. archeri* e *S. flexuosa* apresentaram uma agregação significativa em todas as fenofases estudadas, indicando que existe um padrão sazonal na fenologia reprodutiva das espécies citadas. O teste de Watson - Williams mostrou que as espécies *S. flexuosa* e *S. petraea*, apresentaram semelhança no período de ocorrência da fenofase de maturação, e que *S. petraea* e *B.*

*archeri*, floram na mesma época ( $p < 0,05$ ). As demais combinações entre os períodos de ocorrência das fenofases das espécies mostraram - se diferentes.

As seis espécies iniciaram a maioria das fenofases reprodutivas na época chuvosa, porém em meses diferentes. Um comportamento sazonal foi observado para cada fenofase das espécies de palmeiras estudadas, com pico de floração da maioria das seis espécies ocorrendo durante a estação seca. As espécies *A. leucocalyx*, *B. archeri* e *S. petraea*, tiveram pico de floração ao final da estação seca, em setembro.

Mamede (2008) também observou uma tendência de agregação em todas as fenofases, com a pré-floração tendo início em novembro e se estendendo até o início de fevereiro, com pico em dezembro. O comportamento sazonal observado em todas as fenofases, com pico de floração das espécies *A. leucocalyx*, *B. archeri*, *S. comosa* e *S. petraea* ocorrendo durante a estação seca, e somente *S. flexuosa* apresentando pico de floração durante o período chuvoso.

Estudos fenológicos da vegetação arbórea das savanas mostram que espécies em flor podem ser encontradas durante todo o ano, com a maioria florescendo na estação seca (Frankie *et al.*, 1974; Monastério & Sarmiento, 1976; Miranda, 1995), ou no início da estação chuvosa (Oliveira 1998; Batalha & Mantovani 2000). A aparente correlação entre atividade e disponibilidade de água sugere que a seca sazonal, atuando como um fator limitante para o crescimento, seja um dos principais fatores ambientais determinantes dos padrões fenológicos. Contudo se a reprodução não for limitada pela disponibilidade de água na seca, sua periodicidade pode ser modulada por outros fatores ambientais como o termo - periodismo ou o fogo, que também variam sazonalmente (Seghierie *et al.*, 1995). Em comunidade de palmeiras na Amazônia, Henderson *et al.*, (2000) observou que não houve correlação entre chuva e floração, os padrões de gênero, espécie e indivíduo tendem a florar tanto na estação seca como chuvosa. Todavia observou que os de mesmo gênero e espécies tendem a ter o mesmo momento de floração, ou melhor, na mesma estação, o que também foi observado para a comunidade de palmeiras do cerrado estudado.

A relação entre o tamanho e a capacidade reprodutiva foi testada através da correlação por Postos de Spearman ( $p < 0,05$ ) nas espécies que possuem estipe aéreo, *B. archeri*, *S. comosa* e *S. flexuosa*, não apresentando significância, assim como a relação entre tamanho e número de espatas produzidas. Em estudo com *Acrocomia aculeata* (Scariot *et al.*, 1995), foi observada uma correlação positiva entre o número de inflorescências produzidas e o tamanho dos indivíduos. Entretanto, segundo Scariot *et al.*, (1995), a estratégia das plantas mais altas de produzir mais inflorescências não aumentou do número de frutos formados, para tanto não existindo correlação entre os frutos formados e a altura das plantas.

A maioria dos frutos teve maturação intensificada no final da estação seca, tendo continuidade no período chuvoso. As espécies zoocóricas do cerrado produzem frutos predominantemente durante o período chuvoso (Batalha & Mantovani 2000), por este promover maior disponibilidade e regularidade dos recursos ambientais, favorecendo o desenvolvimento dos frutos, a dispersão das sementes e o es-

tabelecimento das plântulas, provavelmente em função da maior atividade dos dispersores neste período (Morellato & Leitão - Filho 1996). A maturação dos frutos ao longo do período chuvoso garante que estes se mantenham atrativos por períodos prolongados melhorando assim as chances de dispersão (Batalha & Mantovani 2000).

Somente três espécies foram consideradas para a avaliação das taxas de sucesso reprodutivo, iniciação, maturação, predação e abortamento dos frutos, foram elas *Butia archeri*, *Syagrus flexuosa* e *S. petraea*, das quais foram obtidas e analisadas 29, 12 e 12 infrutescências, respectivamente. A taxa de iniciação de frutos variou de zero a 66% na espécie *B. archeri*, 26 - 100% em *S. flexuosa* e de zero - 61% em *S. petraea*. A taxa de maturação de frutos variou de zero - 37%; 0,9-50% e zero-35%, para *B. archeri*, *S. flexuosa* e *S. petraea*, respectivamente. *Syagrus flexuosa* foi à espécie com maior taxa de predação dos frutos verificada (78%). A taxa de iniciação de frutos variou de zero a 66% na espécie *B. archeri*, 26 - 100% em *S. flexuosa* e de zero - 61% em *S. petraea*. A taxa de maturação variou de zero - 37%; 0,9-50% e zero-35%, para *B. archeri*, *S. flexuosa* e *S. petraea*, respectivamente. *Syagrus flexuosa* foi à espécie com maior taxa de predação verificada (78%). Das doze infrutescências analisadas, apenas três (25%) não apresentaram frutos predados. Contudo as espécies *B. archeri* e *S. petraea* apresentaram predação de 14,2% e 8,3% das infrutescências, respectivamente, com um valor máximo de 73% dos frutos de apenas uma infrutescência predados em *B. archeri*.

O teste de Correlação por postos de Spearman foi feito para analisar a correlação entre: (a) o número de flores femininas e o número de frutos iniciados, e entre (b) o número de flores femininas e a taxa de sucesso reprodutivo. Os resultados foram: para espécie *B. archeri* o teste de acusou uma correlação significativa para a primeira análise (a) ( $p = 0.04001$ ), entretanto não foi significativa para a segunda análise (b) ( $p = 0.3786$ ). Para *S. petraea* o teste mostrou que tanto a correlação para (a), quanto para (b) não foram significativos ( $p = 0.2641$  e  $p = 0.4181$ ). Para *S. flexuosa* foi utilizado o teste de Correlação de Pearson, o qual demonstrou que existe uma correlação significativa em (a) ( $p = 0.01626$ ), porém não significativa para (b) ( $p = 0.9485$ ). O sucesso reprodutivo teve média de apenas um fruto por infrutescência. A alta taxa de abortamento observada nas espécies *B. archeri* (48,64 %), *S. flexuosa* (66,23 %) e *S. petraea* (42,94 %), assim como a taxa de predação no caso de *S. flexuosa* (23,27 %), podem ser considerados como fatores que influenciaram o sucesso reprodutivo observado.

## CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido possibilitou a compreensão de alguns aspectos e padrões relativos à fenologia reprodutiva das espécies *Allagoptera campestris*, *A. leucocalyx*, *Butia archeri*, *Syarus comosa*, *S. flexuosa* e *S. petraea* em ambiente de cerrado *sensu stricto*. Podemos então afirmar que *B. archeri*, *S. flexuosa* e *S. petraea*, neste estudo as espécies apresentaram diferentes períodos de ocorrência das fenofases. Foi verificado que o sucesso reprodutivo e a altura do indivíduo, bem como a altura e o número de inflorescências

produzidas, não apresentaram correlação para as espécies com estipe aéreo. As espécies *B. archeri* e *S. flexuosa* apresentaram uma correlação positiva entre o número de frutos produzidos e o número de flores pistiladas. Não foi constatada correlação entre o número de flores femininas e o sucesso reprodutivo *B. archeri*, *S. flexuosa* e *S. petraea*. Foi observada a ocorrência de padrão temporal na produção e amadurecimento de frutos de *B. archeri* e *S. flexuosa*. Contudo, para *A. leucocalyx*, *S. comosa* e *S. petraea* a produção e o amadurecimento dos frutos aconteceu sem agregação temporal.

Agradecemos ao Centro de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPEs pela bolsa concedida.

## REFERÊNCIAS

- Batalha, M. A. & Mantovani, W. 2000. reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé - de - Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. *Rev. Brasil. de Biologia*. 60:129 - 145.
- Corner, E.J.H. 1966. The natural history of palms. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California.
- De Steven, D., Windsor, D.M. Putz, F.E. & De León, B. 1987. Vegetative and reproductive phenologies of a palm assemblage in Panama. *Biotropica*, 19(4): 342 - 356.
- Frankie, G.W., Herbert, H.G. & Opler, P.S. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, 62(3): 881 - 919.
- Henderson, A., Fischer, B., Scariot, A., Pacheco, M.A.W. & Pardini, R. 2000. Flowering phenology of a palm community in a central Amazon forest. *Brittonia*, 52(2): 149 - 159.
- Henderson, A. 2002. Evolution and ecology of Palms. The New York Botanical Garden Press. New York.
- IBGE. <http://recor.org.br/cerrado/clima/html>, acesso em: dez / 2008.
- Lorenzi, H.; Sousa, H. M.; Costa, J. T. M.; Cerqueira, L. S. C. & Ferreira, E. 2004. Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 416p.
- Mamede, M. A. 2008. Tese de doutorado. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasil.
- Martins, R. C. & Filgueiras, T. S. 2006. Arecaceae, In: Cavalcanti, T. B. (org.): Flora do Distrito Federal, Brasil. Volume 5. Brasília: EMBRAPA - Cenargen.
- Miranda, I. S. 1995. Fenologia do estrato arbóreo de uma comunidade de cerrado em Alter - do - Chão, Pará. *Rev. Brasil. de Bot.* 18:235 - 240.
- Monastério, M. & Sarmiento, G. 1976. Phenological strategies in species of seasonal savana and semideciduos forest in the Venezuelan Llanos. *Journal of Biogeography*. 3:325 - 355.
- Morellato, L. P. C. 1991. Estudo da fenologia da árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Morellato, L. P. C. & Leitão - Filho, H. F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. PP.112 - 140. In: Historia natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. (Morellato, L. P. C. Org.). Editora da UNICAMP/FASPESP, Campinas.
- Oliveira, P. E & Gibbs, P. E. 2000. Reproductive biology of Wood plants in cerrado community of the central Brazil. *Flora* 195:311 - 329.
- Opler, P. A.; Frankie, G. W. & Baker, H. B. 1976. Rainfall as factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *J. Biogeography*, 3: 231 - 236.
- Rathcke, B & Lacey, E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16:179 - 214.
- Rosa, L.; Castellani, T. T. & Reis, A. 1998. Biologia reprodutiva de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae) na restinga do município de Laguna, SC. *Rev. Bras. Bot.* vol. 21 n. 3 São Paulo Dec. 1998.
- Sarmiento, G. 1984. The ecology of neotropical savannas. Harvard University Press, Cambridge.
- Scariot, A., Lleras, E. & Hay, J.D. 1995. Flowering and fruiting phenology of the palm *Acrocomia aculeata*: patterns and consequences. *Biotropica*, 27(2): 168 - 173.
- Scariot, A., 1998. Seed dispersal and predation of the Palm *Acrocomia aculeata*. *Principes* 42:5 - 8.
- Scariot, A. 2000. Seedling mortality by litterfall in Amazonian forest fragments. *Biotropica* 32:662 - 669.
- Seghiere, J.; Floret, C. H. & Pontanier, R. 1995. Plant phenology in relation to water availability herbaceous and woody species in the savannas of northern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology* 11:237 - 254.
- Souza, V. C. & Lorenzi, H. 2005. Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias das Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 640p.
- Uhl, N.W.; Dransfield, J. 1987. Genera Palmarum. A Classification of Palms Based on the Work of Harold E. Moore, Jr. Allen Press, Lawrence, Kansas. 610 pp.