



FENOLOGIA E SÍNDROMES DE DISPERSÃO EM UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA, ESTADO DE ALAGOAS, BRASIL.

Washington Soares Ferreira Júnior (1,2)

Flávia de Barros Prado Moura (2,3)

1-Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq. E - mail: kba.bio@hotmail.com. 2-Setor de Ecologia, Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas (MHN/UFAL), Av. Aristeu de Andrade, 452, Farol, Maceió, AL, CEP 57021 - 90. 3-Departamento de Botânica, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Alagoas (ICBS/UFAL).

INTRODUÇÃO

Fenologia se refere ao estudo dos padrões sazonais que ocorrem nos eventos do ciclo de vida de plantas, marcando as fases de dormência e os estágios ativos, em resposta a condições ambientais adversas (Lieberman 1982; Kramer *et al.*, 2000), buscando compreender as adaptações vegetais frente a fatores externos bióticos e abióticos que influenciam a disponibilidade de recursos para consumidores e garantem a estabilidade da comunidade (Bawa 1990; Schaik *et al.*, 1993).

Os estudos direcionados às interações planta - animal fornecem informações importantes sobre o ciclo reprodutivo vegetal, indicando, por exemplo, períodos de frutificação quando há uma maior disponibilidade de dispersores (Frankie *et al.*, 1974; Howe & Smallwood 1982; Reys *et al.*, 2005). As estratégias de dispersão em florestas tropicais explicam a distribuição de sementes em locais apropriados à germinação, garantindo a estrutura genética de populações de plantas, considerando que uma alteração no padrão de dispersão pode alterar a comunidade vegetal (Pijl 1969; Bawa 1990; Wenny 2001; Galetti *et al.*, 2003).

As florestas tropicais úmidas, conhecidas pelo grande número de espécies que abrigam, estão distribuídas de acordo com as condições climáticas, principalmente a umidade. No Brasil, a floresta tropical localizada ao longo da costa com alguns avanços para o interior, conhecida como Mata Atlântica, abriga uma grande riqueza de espécies mesmo sendo pouco estudada (Moore 1998; Furlan & Nucci 1999; Morellato & Haddad 2000). Desse modo, a histórica destruição desta floresta, por sua vez gerando um grande número de fragmentos, pode ser vista como uma das maiores perdas da biodiversidade do planeta, gerando padrões microclimáticos diferentes dentro destes fragmentos, alterando o comportamento dos vegetais e animais frente a novas condições (Bawa 1990; Bierregaard *et al.*, 1992; Turner & Corlett 1996; Ranta *et al.*, 1998; Stevens & Husband 1998; Galetti *et al.*, 2003).

No Estado de Alagoas, não são encontrados trabalhos pub-

licados sobre estudos fenológicos de comunidades vegetais localizadas em fragmentos de Mata Atlântica, com exceção de trabalhos monográficos em algumas áreas. Considerando o desmatamento da Mata Atlântica no Estado de Alagoas, tornam-se necessários estudos ecológicos nos fragmentos remanescentes.

OBJETIVOS

Este trabalho tem o objetivo de estudar o comportamento fenológico reprodutivo e vegetativo, incluindo sua relação com fatores abióticos e bióticos, de espécies de plantas existentes no fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Boa Vista, Estado de Alagoas, contribuindo à ampliação do conhecimento ecológico de fragmentos florestais da Mata Atlântica alagoana, através do estabelecimento das épocas de floração, frutificação e queda/produção de folhas, além do registro das síndromes de dispersão apresentadas pelas espécies de plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de Dados

Foram marcadas vinte parcelas de 10 x 10 m ao longo do fragmento (09°25'S-09°26'S e 35°42'W-35°41'W), totalizando 0,2 ha, onde todas as plantas com um perímetro de base acima ou igual a 10 cm e com uma copa visível foram etiquetadas e com placas numeradas. Nestas plantas, as observações fenológicas foram efetuadas mensalmente dentro de cada parcela, através de binóculo e caderno de campo, no período de novembro/2007 a outubro/2008, com observações também no mês de dezembro/2008 para fechar o ciclo anual de observações.

As fenofases acompanhadas no estudo foram mudanças foliares, formação de folhas novas e queda foliar; floração, através da observação de botões florais ou flores abertas; frutificação, através da observação de frutos maduros e

imaturos. Através da observação dos frutos em campo, as espécies foram agrupadas de acordo com modos de dispersão, tais como zoocórica, dispersão por animais, apresentando frutos carnosos, com cores vibrantes ou com a presença de ganchos; anemocóricas, dispersão pelo vento, apresentando frutos pequenos, leves e com a presença de alas e autocóricas, representada pela auto - dispersão (Pijl 1982).

O material coletado foi devidamente processado segundo as técnicas usuais para coleta de material botânico (Fidalgo & Bononi 1989) e identificado no Instituto do Meio Ambiente (IMA), sendo depositado no herbário MAC - IMA, com cópia para o herbário do Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas (MHN/UFAL).

Métodos de Análise

Foram utilizados dois métodos de análise. Um método semi - quantitativo, conhecido como percentual de intensidade de Fournier, que avalia a intensidade de cada fenofase em cinco categorias: 0 - ausência de fenofase; 1-1 - 25% de ocorrência da fenofase; 2-26 - 50% de ocorrência da fenofase; 3 - 51 - 75% de ocorrência da fenofase e 4-76 - 100% de ocorrência da fenofase (Fournier 1974). Um segundo método, qualitativo, conhecido como índice de atividade, constata a presença ou ausência da fenofase no indivíduo. Atualmente, as pesquisas com dados fenológicos têm sido realizadas na tendência de combinar os métodos quantitativos e qualitativos, o que revelam mais informações e facilitam a descrição, comparação e análise dos padrões encontrados (d'Eça - Neves & Morellato 2004; Bencke & Morellato 2002).

Análise dos Dados

Foram realizados testes de correlação de Spearman (rs) para buscar relações entre os padrões climáticos e as variáveis fenológicas, utilizando o programa estatístico STATISTICA, versão 5.5. O número de espécies em cada fenofase (floração, frutificação, queda de folhas e produção de folhas novas) por mês foi correlacionado com a temperatura média mensal e a precipitação total mensal, através da metodologia adaptada de Morellato *et al.*, (2000).

RESULTADOS

Floração e Frutificação

Nas parcelas, foram registradas 31 espécies botânicas distribuídas em 26 gêneros e 21 famílias. As famílias com maior número de espécies foram Melastomataceae e Myrtaceae, com quatro espécies cada; Euphorbiaceae, Mimosoideae, Sapindaceae e Sapotaceae, com duas espécies cada. As espécies com maior número de indivíduos foram *Bactris ferruginea* Burret. (n = 27); *Myrcia fallax* (A. Rich.) DC. (n = 26), *Pogonophora schomburgkiana* Miers ex. Benth. (n = 21) e *Paypayrola blanchetiana* Tull. (n = 11).

A maioria das espécies floresceu no final do período seco e no início do período chuvoso, com picos de atividade no mês de janeiro (35,4% das espécies), no final do período seco e em maio (32,2%), no período chuvoso e picos de intensidade em dezembro/2007 (16,4% de intensidade), no período seco e em março (15,7%) no início do período chuvoso. Seguiu - se uma queda na porcentagem de espécies em floração a partir da metade para o final do período chuvoso, com cerca

de 13% a 16% de espécies nesta fenofase, seguindo - se um aumento em setembro (29%) no início do período seco.

Os períodos de ocorrência de floração para o fragmento da Boa Vista, no final da estação seca e no início da estação úmida, foram semelhantes aos encontrados para outros trabalhos, como Opler *et al.*, (1980) e Reich & Borchert (1984) em floresta decídua e floresta seca tropicais na Costa Rica, respectivamente, e Reys *et al.*, (2005) em uma mata ciliar, Mato Grosso do Sul. Para Griz & Machado (2001), a umidade pode desempenhar um importante papel no controle da floração em árvores tropicais. Porém, outros fatores como a temperatura e o fotoperíodo podem também influenciar o comportamento de floração de espécies tropicais (Talora & Morellato 2000; Reich & Borchert 1984; Reys *et al.*, 2005) e justificar a queda na porcentagem de espécies em floração no final do período chuvoso, quando foi observada uma diminuição dos valores de temperatura (de 23,5°C para 20,5°C).

Não só fatores abióticos podem estar atuando nos períodos de floração como também fatores bióticos, como a interação planta - animal através da polinização. Para muitos autores, a polinização pode influenciar o comportamento da floração para florestas tropicais (Gentry 1974; Bawa 1990), e até influenciar a estabilidade da floresta, contribuindo com a riqueza de espécies (Gentry 1974; Bawa 1990; Kearns *et al.*, 1998).

A maioria das espécies frutificou no início do período chuvoso, com picos de atividade no mês de maio (32,2% de espécies) e de intensidade em abril e maio (10,5% e 10,3%, respectivamente), seguindo - se uma queda na porcentagem de espécies em frutificação no final do período chuvoso para 9,6% em agosto e setembro, com aumento no início do período seco, atingindo 25,8% de espécies nesta fenofase em dezembro de 2008.

Mesmo com a importância do fator precipitação para o pico de frutificação (Lieberman 1982), alguns autores sugerem que as interações planta - animal, como a dispersão, também estejam envolvidas (Frankie *et al.*, 1974; Howe & Smallwood 1982; Reys *et al.*, 2005).

Síndromes de Dispersão

Para as 31 espécies estudadas, 26 são zoocóricas (83,8%), duas são autocóricas (6,4%) e uma é anemocórica (3,2%). Os picos de frutificação para as espécies zoocóricas ocorreram em abril e maio no início do período chuvoso, com 29% e 25,8% de espécies, respectivamente. Muitos autores encontraram resultados semelhantes em florestas tropicais secas e chuvosas (Frankie *et al.*, 1974; Howe & Smallwood 1982; Lieberman 1982; Griz & Machado 2001), em brejo de altitude (Locatelli & Machado 2004) e também em mata ciliar (Reys *et al.*, 2005). Embora outros fatores possam estar presentes, sugere - se que as primeiras chuvas sejam importantes à disponibilidade de recursos para dispersores no fragmento da Boa Vista.

As espécies autocóricas *Eschweilera ovata* (Camb.) Miers e *Paypayrola blanchetiana* Tull. frutificaram juntas no período chuvoso, nos meses de maio e junho. A espécie *Paypayrola blanchetiana* Tull. frutificou também nos meses de dezembro/2007 e dezembro/2008. A única espécie anemocórica deste estudo não frutificou durante os meses de observação.

Formação de Folhas Novas e Queda Foliar

O pico de formação de folhas novas ocorreu nos meses de março e abril no início do período chuvoso, com 25,8% de espécies de atividade, mas com baixa intensidade (4% de intensidade), seguindo - se uma queda na porcentagem de espécies ao longo do período chuvoso restante para 9,6% em agosto e setembro, voltando a aumentar em outubro para 22,5% no início do período seco. O pico de queda foliar ocorreu no mês de junho em meados do período chuvoso, com 32,2%, mas com baixa intensidade, seguindo - se uma queda na porcentagem de espécies somente no fim do período chuvoso e no início do período seco em setembro e um sucessivo aumento nos meses seguintes, em outubro (25,8%) e dezembro (29%).

O aumento da precipitação após um período de seca pode ser o principal fator para o brotamento de espécies (Lieberman 1982; Kramer *et al.*, 2000; Locatelli & Machado 2004), enquanto outros fatores podem estar presentes, como o aumento do fotoperíodo e as altas temperaturas (Talora & Morellato 2000; Locatelli & Machado 2004), ou mesmo a queda de folhas como indutora do brotamento (Morellato 1991). Entretanto, a temperatura, o fotoperíodo e a queda de folhas exercem pouca influência no fragmento da Boa Vista, dado o pico de formação de folhas novas ter ocorrido no início do período chuvoso, logo no primeiro mês de alta precipitação. A queda do número de espécies em brotamento a partir da segunda metade do período chuvoso pode estar relacionada com a diminuição da temperatura e com uma maior disponibilidade de água no solo, assim como já discutido para a floração.

A maioria dos autores corrobora com a idéia de que a estação seca é crucial para a queda de folhas, através da diminuição da precipitação, o que favoreceria a fenofase (Frankie *et al.*, 1974; Lieberman 1982; Reich & Borchert 1984; Locatelli & Machado 2004). Embora o resultado com pico de queda de folhas no período seco tenha corroborado com muitos estudos em florestas tropicais, o pico em meados do período chuvoso corrobora com o estudo de Talora & Morellato (2000), em uma planície litorânea úmida, o que relaciona altas temperaturas em período úmido como favorecedores da fenofase.

Testes de Correlação

Os coeficientes de correlação de Spearman não foram significativos para as fenofases reprodutivas em relação com a precipitação e temperatura e entre a floração e as fenofases de mudança foliar, embora as fenofases de frutificação e produção de folhas novas tenham se mostrado pouco relacionadas. Do mesmo modo, não houve significância nos testes para a queda foliar e formação de folhas novas quando relacionadas com a precipitação e temperatura. A não significância também foi obtida quando as fenofases de mudança foliar foram correlacionadas entre si.

CONCLUSÃO

Este trabalho mostra que, para o fragmento de Mata Atlântica da Fazenda Boa Vista, a precipitação sazonal é um fator determinante dos padrões fenológicos, embora não seja o único, já que a temperatura pareceu exercer um efeito limitante nos períodos das fenofases.

Este trabalho faz parte de um projeto maior intitulado Biodiversidade e Estrutura de Fragmentos Florestais: Fenologia e Biologia Floral, do Setor de Ecologia do Museu de História Natural (MHN/UFAL). Os autores agradecem ao apoio logístico fornecido pelo CNPq, FAPEAL e pelo Grupo Caeté, bem como à equipe de campo de Ornitologia do MHN/UFAL.

REFERÊNCIAS

- Bawa, K. S. Plant - pollinator interactions in Tropical Rain Forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21: 399 - 422, 1990.
- Bencke, C. S. C.; Morellato, L. P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica*, 25: 269 - 275, 2002.
- Bierregaard, Jr. R. O.; Lovejoy, T. E.; Kapos, V.; Santos, A. A.; Hutchings, R. W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments: a prospective comparison of fragments and continuous forest. *BioScience*, 42: 859 - 866, 1992.
- D'Eça - Neves, F. F.; Morellato, L. P. C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. *Acta Botanica Brasilica*, 18: 99 - 108, 2004.
- Fidalgo, O.; Bononi, V. L. R. 1989. *Técnica de coleta, preservação e herborização de material botânico*. Série Documentos, São Paulo, 1989, 62p.
- Fournier, L. A. Um método quantitativo para la medición de características fenológicas em árboles. *Turrialba*, 24: 422 - 423, 1974.
- 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. *The Journal of Ecology*, 62: 881 - 919, 1974.
- Furlan, S. A.; Nucci, J. C. *A conservação das florestas tropicais*. Atual, São Paulo, 1999, 112p.
- Galetti, M.; Alves - Costa, C. P.; Gazetta, E. Effects of forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit colour on the consumption of ornithocoric fruits. *Biological Conservation*, 111: 269 - 273, 2003.
- Gentry, A. H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica*, 6: 64 - 68, 1974.
- Griz, L. M. S.; Machado, I. C. S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry Forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 17: 303 - 321, 2001.
- Howe, H. F.; Smallwood, J. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13: 201 - 228, 1982.
- Kearns, C. A.; Inouye, D. W.; Waser, N. M. Endangered mutualisms: the conservation of plant - pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29: 83 - 112, 1998.
- Kramer, K.; Leinonen, I.; Loustau, D. The importance of phenology for the evaluation of impact of climate change on growth of boreal, temperate and mediterranean forests ecosystems: an overview. *International Journal of Biometeorology*, 44: 67 - 75, 2000.

- Lieberman, D. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. *The Journal of Ecology*, 70: 791 - 806, 1982.
- Locatelli, E.; Machado, I. C. Fenologia das espécies arbóreas de uma Mata Serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil. In: K. C. Pôrto; J. J. Cabral; M. Tabarelli (Org.). *Brejos de altitude: história natural, ecologia e conservação*. MMA/PROBIO, Brasília, 2004, p. 255 - 276.
- Moore, P. D. Did forests survive the cold in a hotspot? *Nature*, 391: 124 - 125, 1998.
- Morellato, L. P. C. *Estudos da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil*. Campinas, SP, UNICAMP, 1991, 176p.
- Morellato, L. P. C.; Haddad, C. F. B. Introduction: The brazilian atlantic forest. *Biotropica*, 32: 786 - 792, 2000.
- Morellato, L. P. C.; Talora, D. C.; Takahasi, A.; Bencke, C. C.; Romera, E. C.; Zipparro, V. B. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica*, 32: 811 - 823, 2000.
- Opler, P. A.; Frankie, G. W.; Baker, H. G. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *The Journal of Ecology*, 68: 167 - 188, 1980.
- Pijl, L. van der. Evolutionary action of tropical animals on the reproduction of plants. *Biological Journal of the Linnean Society*, 1: 85 - 96, 1969.
- Pijl, van der. *Principles of dispersal in higher plants*. Springer Verlag, New York, 1982, 215p.
- Ranta, P.; Blom, T.; Niemelä, J.; Joensuu, E.; Siitonen, M. The fragmented atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of Forest fragments. *Biodiversity and Conservation*, 7: 385 - 403, 1998.
- Reich, B. P.; Borchert, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *The Journal of Ecology*, 72:61 - 74, 1984.
- Reys, P.; Galetti, M.; Morellato, L. P. C.; Sabino, E. J. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no Rio Formoso, Mato Grosso do Sul. *Biotropica*, 5: 1 - 10, 2005.
- Schaik, C. P. van; Terborgh, J. W.; Wright, S. J. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24: 353 - 377, 1993.
- Stevens, S. M.; Husband, T. P. The influence of edge on small mammals: evidence from brazilian atlantic forest fragments. *Biological Conservation*, 85: 1 - 8, 1998.
- Talora, D. C.; Morellato, P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 23: 13 - 26, 2000.
- Turner, I. M.; Corlett, R. T. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. *Trends in Ecology and Evolution*, 11: 330 - 333, 1996.
- Wenny, D. G. Advantages of seed dispersal: a re - evaluation of directed dispersal. *Evolutionary Ecology Research*, 3: 51 - 74, 2001.