



# FENOLOGIA DA AROEIRA - DO - SERTÃO (*MYRACRODRUON URUNDEUVA* ALLEMÃO) (ANACARDIACEAE) EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS DE UMA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL DO NORTE DE MINAS GERAIS

J.C. Santos<sup>1</sup>

L.G. Sousa<sup>1</sup>; D. O. Brandão<sup>1</sup>; F. F. Pezzini<sup>1</sup>; M.M. Espírito - Santo<sup>1</sup>; J.O. Silva<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Montes Claros, Departamento de Biologia Geral. Av. Dr. Rui Braga, s/n, Vila Mauricéia, 39401 - 089, Montes Claros, MG. Tel: 38 3229 8190- joselandiosantos@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A fenologia é um ramo da ecologia que se preocupa em estudar a ocorrência de eventos biológicos repetitivos e sua relação com a variação do meio biótico e abiótico (D'Eça Neves & Morellato, 2004; Lieth, 1974; IBGE, 2004). Assim, a época de brotamento e queda de folhas, surgimento de botões e flores e a frutificação está diretamente ligada a condições como temperatura, presença de polinizadores e de dispersores, umidade, luminosidade, precipitação e o estado de sucessão em que os indivíduos estão submetidos (Barbosa *et al.*, 2005; Bellefontaine, 2000; Brandão, 2008). Portanto, estudos que buscam registrar a alteração das características fenológicas são de grande importância para compreensão da dinâmica das populações e comunidades e das respostas destes organismos às condições climáticas e edáficas de um local (Fournier, 1974).

De uma forma geral, as regiões ocupadas por florestas estacionais decíduais no norte de Minas Gerais são desmatadas para o estabelecimento de pastagens e frequentemente abandonadas após alguns anos de uso (Espírito - Santo *et al.*, 2009). Normalmente, segue - se o processo de regeneração natural da área, através da sucessão secundária. Assim, ocorrem mudanças na qualidade do solo, na penetração de luz, na complexidade estrutural do ambiente, na intensidade da competição interespecífica e na disponibilidade de agentes polinizadores e dispersores (Quesada *et al.*, 2009). Assim, é provável que o comportamento fenológico das espécies vegetais também se altere ao longo de um gradiente sucessional.

*Myracrodruon unruanduva* Allemão, a aroeira - do - sertão, é uma espécie arbórea comumente encontrada em florestas estacionais do norte de Minas Gerais, tanto em estágios iniciais como avançados de sucessão (Madeira *et al.*, 2008). No passado, sua madeira foi intensamente explorada, para utilização como postes, mouros, estacas, dormentes, assoalhos, vigas, ripas e na construção civil (Lorenzi, 1992). Devido a esses múltiplos usos, a aroeira sofreu e ainda sofre um processo predatório intenso, levando a destruição das

suas populações naturais (Nunes *et al.*, 2008) e à sua inclusão na lista vermelha das espécies ameaçadas da flora de Minas Gerais (Brandão, 2000). Desta forma, estudos sobre as variações nos padrões fenológicos de *M. unruanduva* ao longo de gradientes sucessionais são importantes para sua preservação e manejo, pois fornecem informações sobre diferenças na época de floração, alterando a disponibilidade de recursos para agentes polinizadores. Além disso, a determinação de épocas de frutificação é fundamental para coleta de sementes e posterior maximização na produção de mudas, para estratégias de restauração ambiental. Finalmente, conhecimentos sistematizados sobre a dinâmica foliar de dessa espécie também têm importância etnobotânica, uma vez que tais recursos podem ser utilizados como cicatrizantes, antiinflamatórios e antiulcerativos por sua grande quantidade de polifenóis (Lorenzi, 1992; Queiroz *et al.*, 2002).

## OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo descrever os padrões fenológicos vegetativos e reprodutivos de *Myracrodruon unruanduva* em uma floresta estacional decidual e determinar os efeitos do processo de sucessão ecológica sobre esses padrões. Com isso, serão obtidas informações a respeito desta espécie para futuros projetos de restauração ambiental desses ecossistemas no norte de Minas Gerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

Este estudo foi realizado no Parque Estadual da Mata Seca (PEMS), que possui uma área de 10.281,44 hectares e está localizado no Vale do Médio São Francisco, entre as coordenadas 14°09'02" S - 43°09'02" W e 14°53'08" S - 44°00'05" W. Esta região possui clima tropical semi - árido, de acordo com a classificação de Köppen, com precipitação anual média de 871 mm e temperatura média de 24,4°C (Antunes, 1994).

Possui duas estações climáticas bem definidas, com a seca ocorrendo durante os meses de maio a outubro, quando ocorre quase total deciduidade foliar (Brandão, 2008). O PEMS é composto por um mosaico de vegetações, sendo sua maior parte floresta estacional decidual (matas secas). Devido ao fato da área do PEMS ter sido utilizada para diversas atividades antes de se tornarem uma área protegida, são encontradas florestas em diferentes idades. Neste estudo, foram utilizados fragmentos em estágio de sucessão inicial e tardio. O fragmento do estágio inicial foi utilizado como pastagem e está em regeneração desde a criação do parque, em 2000. Neste estágio, a mata é caracterizada pela predominância de plantas herbáceo - arbustiva com dossel aberto com cerca de 4m de altura. O estágio tardio de sucessão, sem registro de desmatamento a mais de 50 anos, possui estratificação vertical sendo que a parte superior (15 - 20m de altura) é composta por um dossel fechado e na parte inferior encontra-se um sub - bosque esparso com pouca ou limitada penetração de luz (Madeira, 2008).

#### *Registro dos dados fenológicos e climáticos*

O acompanhamento fenológico foi feito mensalmente durante 24 meses (abril - 2007 a março - 2009). Em seis parcelas de 20x50 m previamente marcadas em cada estágio, foram delimitados dois transectos de 2x50 m em cada parcela. Nestes transectos, todos os indivíduos de *M. urundeuva* com CAP (circunferência na altura do peito) maior que 15 cm foram marcados, totalizando 14 indivíduos no estágio tardio e 28 no estágio inicial. Foram observadas 6 manifestações fenológicas: 1) botões florais; 2) flores, representada pela abertura dos botões florais (flores abertas); 3) frutos imaturos, que se apresentavam com coloração ainda indiferenciada (verdes); 4) frutos maduros, aqueles com coloração característica de amadurecimento (marrom - preto); 5) folhas velhas, caracterizada pela queda das folhas com facilidade ao ventar, folhas caídas sob a copa das árvores, espaços vazios e/ou galhos e folhas amarelas na copa, 6) folhas verdes, folhas de cor característica (verde - escuro) só incluídas quando completamente diferenciadas.

Para quantificação dos eventos foram utilizados os índices de atividade e intensidade. O índice de atividade é determinado pela porcentagem de indivíduos que estão manifestando (presença e ausência) determinado evento (Benke & Morellato, 2002). Já no índice de intensidade, os valores são obtidos numa escala intervalar semi - quantitativa de 0 - 4, com intervalo de 25%, permitindo assim a o cálculo da porcentagem de intensidade do evento em cada indivíduo. Os valores obtidos foram somados e divididos pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro) e então multiplicados por cem para transformá-los em percentual (Fournier, 1974). Esse método também estima 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 desta população (Benke & Morellato, 2002).

Os valores de temperatura foram obtidos de uma estação meteorológica existente no PEMS e os dados de precipitação foram coletados no município de Manga e fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA).

#### *Análise dos dados*

Para verificar o efeito do estágio sucessional sobre a fenologia foram utilizados modelos lineares de efeitos mistos (LME) (Crawley, 2002). Como os dados fenológicos não apresentam distribuição normal, os valores percentuais da dinâmica de folhas, flores e as variáveis climáticas de precipitação e temperatura no mesmo período foram analisados por meio da correlação não - paramétrica de Spearman ( $r$ ) (ZAR, 1996). Todas as análises foram realizadas utilizando - se o software R 2.6.2 (R Development Core Team 2008).

## RESULTADOS

A intensidade da produção de folhas verdes *M. urundeuva* não diferiu entre estágios, mas o padrão de variação temporal deste evento diferiu entre os estágios sucessionais. O estágio inicial teve o maior incremento de folhas na copa entre os meses de setembro - outubro, o que ocorreu entre outubro - novembro no tardio. Os picos de atividade ocorreram também em meses diferentes: em outubro no estágio inicial e somente em janeiro no tardio. Houve uma correlação positiva significativa entre a intensidade de folhas verdes e a precipitação ( $r=0,78$ ;  $p < 0,01$ ), o que está de acordo com resultados obtidos para a mesma espécie por Nunes *et al.*, (2008), numa área de preservação em Juramento - MG. A intensidade da produção de folhas verdes não foi influenciada pela temperatura.

A intensidade de produção de folhas velhas foi afetada significativamente pelo estágio sucessional ( $p=0,02$ ), meses ( $p < 0,01$ ) e pela interação entre estes fatores ( $p < 0,01$ ). Houve maior incremento na intensidade deste evento para o estágio inicial no mês abril e em maio para o estágio maduro. O pico de produção de folhas velhas foi de 93% no mês de abril para o inicial e de apenas 35% no mês de maio para a mata. A intensidade deste evento foi negativamente influenciada pela temperatura ( $r = - 0,19$ ;  $p < 0,01$ ), uma vez que as folhas caem nos meses mais frios e secos de inverno, apesar de não haver correlação com a precipitação. Tal resultado já era esperado, uma vez que as plantas perdem as folhas para economizar água e conseguir passar pela estação seca.

As estruturas reprodutivas botões florais e flores variaram significativamente com mês, estágio sucessional e a interação entre mês e estágio ( $p < 0,01$  para todos). Houve um pico de produção de botões no mês de junho para o estágio inicial e em maio no estágio tardio. Tanto a temperatura quanto a precipitação se correlacionaram negativamente com ambos os eventos (botões x precipitação:  $r = - 0,21$   $p = < 0,01$ ; botões x temperatura:  $r = - 0,27$   $p < 0,01$ ; flores x precipitação:  $r = - 0,30$   $p < 0,01$ ; flores x temperatura:  $r = - 0,19$   $p < 0,01$ ), indicando que a reprodução ocorre nos meses mais frios e secos do ano. Este comportamento pode estar relacionado a uma maior proteção para os órgãos reprodutivos, já que chuvas intensas e insetos florívoros poderiam danificar peças florais, diminuindo assim o fitness da planta (Jackson, 1978).

Durante o estudo, verificamos - se dois eventos de frutificação com intervalo de nove meses entre eles. Foram encontradas diferenças significativas na produção de frutos imaturos e maduros entre estágios sucessionais ( $p < 0,01$  para ambos). Além disso, o padrão temporal de produção de frutos variou entre estágios (imaturos e maduros:  $p < 0,01$ ).

O pico de produção de frutos imaturos ocorreu para ambos os estágios em junho, evidenciando certa sincronia, mas a intensidade foi cinco vezes maior no estágio tardio do que no inicial em 2007. Em 2008, observou-se pouca diferença na intensidade deste evento entre estágios, mas os picos ocorreram em meses diferentes: no tardio, ocorreu em junho e no inicial somente um mês depois. Os indivíduos de *M. urundeuva* produziram consistentemente mais frutos maduros no estágio tardio, apesar do pico de atividade ter ocorrido em agosto em ambos os anos e estágios. A precipitação se correlacionou negativamente com a produção de frutos imaturos e maduros, enquanto a temperatura se correlacionou negativamente com a produção de frutos imaturos e positivamente com a produção de frutos maduros. Desse modo, é possível afirmar que a frutificação desta espécie ocorre nos meses frios e secos, enquanto a maturação é dependente do aumento da temperatura. Em ambientes onde a sazonalidade é evidente, a frutificação em época anterior à estação úmida possibilita uma melhor dispersão das sementes pelo vento. Assim, a germinação das sementes de *M. urundeuva* ocorreria na época úmida, período propício ao desenvolvimento da plântula (Foster, 1990; Morellato *et al.*, 1989).

## CONCLUSÃO

*Myracrodruon urundeuva* apresenta padrões fenológicos bastante característicos de outras espécies das florestas estacionais decíduais do Parque Estadual da Mata Seca e de outros locais. Esta espécie perde as folhas no período seco e as produz no início da época chuvosa, florescendo logo depois do fim da estação chuvosa. A frutificação ocorre no meio da estação seca, quando a dispersão de sementes pelo vento é mais propícia. Nestes ambientes fortemente sazonais, a fenologia é fortemente afetada por fatores climáticos. Algumas manifestações fenológicas desta espécie variam com o estágio sucessional em que ela é encontrada, isso deve ocorrer pelo fato de que em florestas mais avançadas a diminuição da quantidade de água no solo ocorre de maneira mais gradual que em florestas pouco fechadas.

(Agradecimentos: Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF) pelo suporte logístico e ao Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq (processo 474508 - 07), Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG (processos CRA - 2288/07 e CRA APQ - 3042 - 5.03/07) e ao Inter - American Institute for Global Change Research (IAI - CRN II - 021) pelo suporte financeiro concedido a este estudo).

## REFERÊNCIAS

Antunes, F. Z. Caracterização Climática-Caatinga do Estado de Minas Gerais. Informe Agropecuário, 17:15 - 19. 1994.

Barbosa, R.I., Mourão Jr., M., Casadio, G.M.L., & Silva, S.J.R. Bioecologia do caimbé [*Curatella americana* L. (DILLENACEAE)] II: Estudos fenológicos. EMBRAPA: Comunicado técnico, 15. 6p. 2005.

Bellefontaine, R., Gastón, A., & Petrucci, Y. State of the art and tools-biology of forest species. *Em: Bellefontaine, R.,*

Gastón, A., & Petrucci, Y. *Management of natural forests of dry tropical zones*. FAO. Roma, 2000. 71 - 83p.

Bencke, C.S.C & Morellato, L.P.C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasil. Bot.* , 3:269 - 275. 2002.

Brandão, D.O. Influência da precipitação, temperatura e do estágio sucessional na fenologia vegetativa de uma floresta tropical seca. Departamento de Biologia Geral, Montes Claros, MG, UNIMONTES. 2008.37p.

Brandão, M. Caatinga. *Em: Mendonça, M.P., Lins, L.V. Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas e Fundação Zôo - Botânica de Belo Horizonte, 2000. 75 - 85p.

Crawley M. *Statistical computing: An introduction to data analysis using S - Plus*. John Wiley & Sons Inc., Baffins Lane. 2002.

D'Eça Neves, F.F. & Morellato, L.P.C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. *Acta bot. bra*, 18(1): 99 - 108. 2004.

Espírito - Santo, M.M., Sevilha, A.C., Anaya, F.C., Barbosa, R., Fernandes, G.W., Sanchez - Azofeifa, G.A., Scarlot, A., Noronha, S.E. & Sampaio, C.A. Sustainability of tropical dry forests: Two case studies in southeastern and central Brazil. *Forest Ecology and Management. Article in press.*

Fournier, L.A. Um método quantitativo para la medición de características fenológicas em árboles. *Turrialba*, 24(4): 422 - 423. 1974.

Fournier, L.A. & Charpantier, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones em el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba*, 25(1): 45 - 48. 1975.

Foster, R.B. Ciclo estacional de caída de frutos en la isla de Barro Colorado. *Em: Leight, E.G.; Rand, A.S.; Windsor, D.M. Ecología de un bosque tropical: ciclos estacionales y cambios a largo plazo*. Balboa, Smithsonian Institution , p 219 - 241. 1990.

IBGE. Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente. 2 ed. IBGE, Rio de Janeiro, 332p. 2004.

Jackson, J.F. Seasonality of flowering and leaf fall in a Brazilian subtropical lower montane moist forest. *Biotropica*, 10:121 - 130. 1978.

Lieth, H. Purpose of a phenology book. *Em: Lieth, H. (ed.), Phenology and seasonality modeling*. Springer, Berlin. 1974. 3 - 19p.

Lorenzi, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Plantarum: Nova Odessa, 1992. 368p.

Lorenzi, H. *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Plantarum: Nova Odessa, 1998. 352 p.

Madeira, B.G., Espírito - Santo, M.M., D'Ângelo - Neto, S., Nunes, Y.R.F., Azofeifa, G.A.S., Fernandes, G.W., Quesada, M. Mudanças sucessionais nas comunidades arbórea e de liana em matas secas: entendendo o processo natural. *MG.Biota*, 1:28 - 36. 2008.

Morellato, L.P.C.; Rodrigues, R.R.; Leitão Filho, H.F. & Joly, C.A. Estudo comparativo da fenologia de espécies

arbóreas de floresta de altitude e floresta semidecídua na Serra do Japí, Jundiá, São Paulo. *Revista brasileira de Botânica*, 12: 85 - 98. 1989.

Morellato, L.P.C. & H.F. Leitão - Filho. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. Em: Morellato L. P. (Eds.), *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Unicamp, Campinas. 1992. p111 - 138.

Nunes, Y.R.F., Fagundes, M., Almeida, H.S., & Veloso, M.D.M. Aspectos ecológicos da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão - ANACARDIACEAE): fenologia e germinação de sementes. *R. Árvore*, 32:23 - 243. 2008.

Pezzini, F.F., Brandão, D.O., Ranieri, D.B., Espírito - Santo, Jacobi, C.M., Fernandes, G.W. Polinização, dis-

persão de sementes e fenologia das espécies arbóreas do Parque Estadual da Mata Seca. *MG.Biota*, 1:37 - 45. 2008.

Queiroz, C.R.A.A., Moraes, S.A.L., Nascimento, E.A. Caracterização dos taninos da aroeira - preta *Myracrodruon urundeuva*. *R. Árvore*, Viçosa - MG, v.26, 4:485 - 492. 2002.

Quesada, M., Sanchez - Azofeifa, G.A., Alvarez - Anorve, M., Stoner, K.E., Ávila - Cabadilla, L., Castillo, A., Espírito - Santo, M.M., Fagundes, M., Fernandes, G.W., Gamon, J., Lopezaraiza - Mikel, M., Lawrence, D., Morellato, P., Powers, J., Neves, F.S., Rosas - Gurrero, V., Sayago, R. & Sanchez - Montoya, G. Succession and Management of Tropical Dry Forests in the Americas: Review and new perspectives. *Forest Ecology and Management. No prelo*.

Zar, J.H. *Biostatistical analysis*, PrenticeHall, New Jersey. 1996.