



CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E O COMPORTAMENTO FENOLÓGICO DA ESPÉCIE *ACTINOSTEMON ESTRELLENSIS* (MÜLL. ARG.) PAX EM UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

¹Barros,H.H.D.

¹Silva,A.G.; ²Costa,M.P.; ³Pimentel,L.B.

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Florestal, Laboratório de Dendrologia e Sementes Florestais. ²Universidade Federal de Lavras, Msc.Engenharia Florestal. ³Universidade Federal do Espírito Santo, Msc. Ciências Florestais
Av.Gov.Lindemberg,316 - NEDTEC - Jeronimo Monteiro - ES, Centro - CEP: 29550 - 000 e - mail:heberton_floresta@terra.com.br

INTRODUÇÃO

A espécie *Actinostemon estrellensis* possui síndrome de dispersão autocórica com fruto tipo cápsula deiscente. Seu porte varia de pequeno a médio, as árvores apresentam altura entre 4 a 6 metros, na maturidade. É uma espécie esciófita, pois regenera preferencialmente no sub - bosque de Florestas Estacionais Semidecíduas, sendo classificada como Secundária inicial (Jesus & Rolim, 2005) e clímax tolerante a sombra (Nunes *et al.*, 003).

No Brasil, a Floresta Estacional Semidecidual (FES), conforme classificação da vegetação proposta por Veloso *et al.*, (1992), é uma formação representada por florestas variáveis fisionomicamente, constituídas por elementos arbóreos (perenifólios ou decíduos), além de elementos arbustivos, lianas e epífitas. Está relacionada em toda a sua área de ocorrência a um clima de duas estações definidas, uma chuvosa e outra seca, em latitudes menores, ou então a uma acentuada variação térmica, especialmente em latitudes maiores que 24^oS. Tais características climáticas são apontadas como fatores determinantes de uma forte estacionalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes, como resposta ao período de deficiência hídrica, ou à queda de temperatura nos meses mais frios (Veloso *et al.*, 1992).

A abordagem correlativa entre o clima e a fenologia permite fazer inferências acerca da influência das variáveis climáticas na duração e intensidade das diferentes fenofases observadas numa determinada população. Essa abordagem é baseada no início e na duração de alterações visíveis no ciclo de vida das plantas e procura correlações estatísticas entre fatores climáticos e estádios definidos do desenvolvimento de certas espécies indicadoras (Larcher, 2004).

Neste sentido, a observação fenológica, obtida de forma sistemática, reúne informações sobre o estabelecimento de espécies, o período de crescimento, o período de reprodução e a disponibilidade de recursos alimentares

(Morellato,1992).

OBJETIVOS

Perante o exposto acima, o presente trabalho teve como objetivo geral estudar a fenologia de espécies arbóreas em um fragmento florestal da bacia do Rio Itapemirm - ES.

Especificamente os objetivos do presente estudo foram:

- Coletar dados referentes ao padrão fenológico da espécie selecionada, incluindo detalhes da floração, frutificação, queda de folhas e brotamento de folhas, ramos e galhos;
- Coletar dados climatológicos durante todo o período do estudo, abordando principalmente a temperatura do ar, a precipitação e a evapotranspiração potencial;
- Análise de correlação entre as variáveis climáticas e as fases de desenvolvimento e crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Floresta Nacional de Pacotuba, Município de Cachoeiro de Itapemirim - ES, cujas coordenadas aproximadas são 20^o45' de latitude Sul e 41^o00' de longitude Oeste, apresenta altitude média de 150 m. O fragmento possui uma área aproximada de 450 hectares, sendo composto por vegetação secundária classificada como Floresta Estacional Semidecidual (Veloso, 1992).

O clima regional, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa - Tropical de Altitude Megatérmico, com duas estações bem definidas, sendo o inverno seco e as temperaturas do mês mais quente acima de 22^oC.

Os estudos fenológicos foram conduzidos em 10 parcelas permanentes de 40 x 50m, distribuídas aleatoriamente ao longo do fragmento florestal, totalizando uma área amostral de dois hectares.

A espécie em estudo apresentou um dos maiores índices de valor de importância no estrato arbóreo que compõe a floresta, sendo este o critério adotado na sua escolha.

A espécie estudada foi *Actinostemon estrellensis* (Müll. Arg.) Pax (n = 34), sendo as observações fenológicas realizadas mensalmente durante o período de janeiro de 2006 a dezembro de 2007.

Adotou - se a metodologia proposta por Fournier (1974) para quantificar as fenofases, a qual avalia individualmente as fenofases utilizando uma escala de zero a quatro que expressa a intensidade de ocorrência de um evento em classes (0, 1, 2, 3 e 4), dentro de um intervalo percentual (0, 0 - 25, 26 - 50, 51 - 75, 75 - 100).

$$\% \text{ de Fournier} = \left(\sum \text{Fournier} \times 100 \right) / 4N$$

Onde, \sum Fournier é a somatória das categorias de Fournier dos indivíduos dividido pelo máximo de Fournier que pode ser alcançado por todos os indivíduos (N) na amostra (Fournier 1974).

Os dados utilizados para a estimativa das variáveis climáticas foram obtidos no Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos CPTEC, o qual recebe por transmissão de satélite as leituras realizadas pela estação automática instalada na Fazenda Experimental de Bananal do Norte.

Para o cálculo das temperaturas médias do ar adotou - se a fórmula utilizada pelo Instituto Nacional de Meteorologia-INMET. Sua fórmula baseia - se em duas medidas feitas em horários padronizados, que correspondem às 12h e às 24h GMT (Horário do meridiano de Greenwich), completada por outras duas medidas correspondentes aos valores extremos do dia, T_{máx} e T_{mín} (Pereira, 2002).

$$\text{INMET: } T_{\text{méd}} = (T_{9h} + T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}} + 2 \cdot T_{21h}) / 5$$

O cálculo da precipitação foi feito pela somatória da precipitação diária, representando a precipitação mensal acumulada e da mesma forma, a precipitação acumulada anual. O fotoperíodo foi estimado com base no 15^o dia de cada mês, onde:

$$N = 2h_n / 15^0$$

Onde:

$$h_n = \arccos(-\text{tg } \Phi \cdot \text{tg } \delta)$$

Φ = Latitude

δ = Declinação solar

Para tanto, foi necessário realizar o cálculo da declinação solar, dado pela expressão:

$$\delta = 23,45 \cdot \text{sen} [360 \cdot (NDA - 80 / 365)]$$

NDA = dia juliano para o 15^o dia de cada mês.

O cálculo da evapotranspiração potencial foi feito através do Método de Thornthwaite (1948), onde correlaciona dados de evapotranspiração potencial com dados de temperatura média mensal e comprimento do dia.

Thornthwaite estabeleceu a seguinte equação para um mês de 30 dias.

$$E = (10t / I)^a$$

onde E é a evapotranspiração potencial não ajustada (cm); t a temperatura média mensal (°C); I um índice de calor, correspondente à soma de 12 índices mensais.

$$I = \sum i$$

Onde,

$$i = (t / 5)^{1,514}$$

a = equação cúbica da forma:

$$a = 0,675 \cdot 10^{-6} I^3 - 0,771 \cdot 10^{-4} I^2 + 1,792 \cdot 10^{-2} I + 0,49$$

Optou - se por utilizar a correlação entre postos de Spearman a 0,05 de probabilidade (Martin Gajardo & Morellato, 2003), devido à adequação dos resultados, pois nos casos em que os dados não formam uma nuvem comportada, com alguns pontos bem distantes dos demais, ou em que parece existir uma relação crescente ou decrescente num formato de curva, o coeficiente de correlação por postos de Spearman é bem adequado (Ferraz, 1999). Com os cálculos da intensidade de Fournier e das variáveis climáticas, foi possível realizar a análise de correlação, mês a mês.

Os cálculos da correlação entre postos de Spearman foram realizados utilizando o software STATISTICA 7.0.

RESULTADOS

A. estrellensis apresentou correlação positiva significativa entre o lançamento de folhas novas e a precipitação ($r_s = 0,73$), entre as temperaturas médias ($r_s = 0,55$), mínimas ($r_s = 0,58$) e máximas ($r_s = 0,43$), fotoperíodo ($r_s = 0,79$) e evapotranspiração potencial ($r_s = 0,58$).

A copa completa com folhas novas apresentou correlação positiva com a temperatura mínima ($r_s = 0,49$), enquanto a copa completa com folhas velhas apresentou correlação negativa significativa com o fotoperíodo ($r_s = -0,42$).

Quanto aos eventos fenológicos reprodutivos, a floração apresentou correlação positiva significativa com a precipitação ($r_s = 0,46$), a formação dos frutos novos e maturação apresentaram correlação positiva significativa com a precipitação ($r_s = 0,46$) e ($r_s = 0,42$), respectivamente e a dispersão dos frutos apresentou correlação positiva significativa com o fotoperíodo ($r_s = 0,59$).

A. estrellensis apresentou comportamento perene, pois a intensidade de queda foliar manteve - se em equilíbrio com o brotamento de novas folhas. Pode - se observar que houve um aumento na queda foliar com o aumento da precipitação, temperaturas, fotoperíodo e evapotranspiração potencial durante o verão, concomitante ao aumento na intensidade de lançamento de novas folhas, sugerindo ser uma época de mudança foliar para a espécie. Houve um aumento na intensidade da queda foliar durante a estação seca, este por sua vez é um fenômeno comum entre as plantas sempre verdes (perenifólias) dos trópicos e sub - trópicos (Larcher, 2004), em especial nas regiões que apresentam sazonalidade climática, com períodos chuvosos e secos intercalados.

A razão entre folhas velhas e novas diminuiu durante as estações chuvosas (primavera - verão), evidenciando a mudança foliar de uma parte de suas folhas velhas em um evento simultâneo ao aumento da precipitação, temperaturas, fotoperíodo e evapotranspiração. A correlação positiva significativa encontrada entre o brotamento foliar e o aumento na intensidade de folhas novas com o fotoperíodo, precipitação, temperaturas e evapotranspiração sugerem serem estes os fatores de estímulo e limitantes ao desenvolvimento das fases vegetativas de *A. estrellensis*.

A floração pode ser observada a partir de setembro, período de início da primavera, se estendendo até dezembro, a correlação significativa encontrada entre a floração e a precipitação sugere ser esta variável o principal estímulo ao desenvolvimento das gemas florais da espécie. A maturação das sementes foi observada durante os meses de novembro e dezembro, onde apresentou correlação significativa com a precipitação e o fotoperíodo, isto leva a conclusão que o aumento da precipitação e fotoperíodo induzem a maturação dos frutos e sementes da espécie. A dispersão das sementes pode ser observada durante o mês de dezembro, apresentando correlação significativa com o fotoperíodo. A época de dispersão das sementes coincidiu com a época de chuvas na região, época propícia para a germinação das sementes da espécie, a qual pode ser considerada recalcitrante, ou seja, necessita de rápida embebição de água para favorecer a germinação de suas sementes, uma vez que não podem perder umidade abaixo de um limite tolerado pelo embrião da espécie.

CONCLUSÃO

A espécie *A. estrellensis* apresentou padrão sazonal atenuado para as fases vegetativas, sendo consideradas perenifólia ou não decídua, pois apresentou queda foliar concomitante com o brotamento (Martin Gajardo & Morellato, 2003), apresentando picos de intensidade das fases vegetativas sincronizados aos estímulos sazonais do fotoperíodo, temperatura média e precipitação.

Embora esta espécie tenha apresentado um dos maiores índices de valor de importância em uma floresta estacional semidecidual, suas respostas aos estímulos e inibições ocorridos pela variação climática se apresentaram amenizados, pois no interior do fragmento, as condições climáticas são mais estáveis e sua sazonalidade pode ser menos expressiva nas espécies que ocupam os estratos inferiores.

A floração e a frutificação apresentaram sincronia com o início da época úmida (primavera) em *A. estrellensis*, sendo influenciados pelo balanço hídrico e estímulos do aumento do fotoperíodo.

Apesar de ser uma espécie de sub - bosque, apresenta forte correlação com fotoperíodo, tanto com a floração como com a brotação de folhas novas, devido a maior facilidade de penetração de luz pelo interior da Floresta, e uma provável incoerência entre as classificações de (Rolim & Jesus, 2005) e Yule *et al.*, (2003), ocorre devido ao evento de decidualidade recorrente nas fitofisionomias, que forma clareiras “virtuais” durante a perda de folhas das espécies do dossel na época seca (Gandolfi *et al.*, 009). Entretanto, a ausência de umidade nesta época não permite a brotação de flores, apenas à manutenção de suas folhas.

Morellato (1992) comentou que o aumento da temperatura, da precipitação e do fotoperíodo podem influenciar as espécies que florescem nessa época. Ferraz (1999), encontrou picos de floração para todas as espécies estudadas durante a época de transição entre o período seco e úmido, ainda acrescenta que a floração é induzida pela variação climática dos dois meses que antecedem a floração. Larcher (2002) propõem que, em florestas decíduas e semidecíduas,

a floração é induzida após um período de dormência vegetativa, antes mesmo do início do desenvolvimento das gemas vegetativas que formarão novas folhas, ramos e galhos.

Os resultados aqui obtidos reforçam a idéia de que a fenologia das espécies deve ser influenciada pela ação conjunta dos fatores climáticos, associados às características inerentes às espécies e indivíduos. Portanto, à medida que se considerar um maior número de fatores climáticos na análise, como, por exemplo, temperatura, precipitação, fotoperíodo, evapotranspiração, esperamos encontrar uma maior relação do clima com a fenologia das espécies. Assim como o crescimento e desenvolvimento sazonal das partes vegetativas da comunidade vegetal devem influenciar a quantidade e qualidade da radiação solar que flui sobre o sistema estudado.

Agradecimentos

Ao Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC) pelo banco de dados e infra - estrutura cedida para execução do trabalho, à Floresta Nacional de Pacotuba (IBAMA), por permitir a coleta de dados dentro da Unidade de Conservação.

REFERÊNCIAS

- Fournier, L. A. *Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles*. Turrialba 24:422 - 423. 1974.
- Ferraz, D. K., Artes, R., Mantovani, W. E Magalhães, I. M. 1999. *Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo*, SP. Rev. Brasil. Biol., 59(2): 305 - 317.
- GANDOLFI, S. ; JOLY, Carlos Alfredo ; LEITÃO FILHO, H. F. . Gaps of deciduousness : cyclical gaps in Tropical Forests.. *Scientia Agricola*, v. 66, p. 280 - 284, 2009.
- Jesus, R. M. ; Rolim, S. G. *Fitossociologia da Mata Atlântica de Tabuleiro*. Boletim Técnico SIF, v. 1, p. 1 - 149, 2005.
- Larcher, W. 2004. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos, RiMa, p.321 - 337.
- Martin - Gajardo I. S. & Morellato L. P. C. 2003. *Fenologia de Rubiaceae do sub - bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil*. *Revista Brasil. Bot.*, V.26, n.3, p.299 - 309.
- Morellato, L. P. C. 1992. *Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi*. In: L. P. C. Morellato (Org.), *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Editora da Unicamp, Campinas.
- Nunes, Y. R. F. ; Mendonça, A. V. R. ; Botezelli, L. ; Machado, E. L. M. ; Oliveira - Filho, A. T. *Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG*. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 213 - 229, 2003.
- Pereira, A. R., Angelocci, L. R., Sentelhas, P.C. 2002. *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.
- Veloso, H. P.; Rangel - Filho, A. L. R. & Lima, J. C. A. 1992. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.