



# CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E O COMPORTAMENTO FENOLÓGICO DA ESPÉCIE *ANADENANTHERA PEREGRINA* (L.) SPEG. EM UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

<sup>1</sup>Barros, H.H.D.

<sup>1</sup>A.G. Silva; <sup>2</sup>M.P. Costa; <sup>3</sup>Pimentel, L.B.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Florestal, Laboratório de Dendrologia e Sementes Florestais. <sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras, Msc. Engenharia Florestal <sup>3</sup>Universidade Federal do Espírito Santo, Msc. Ciências Florestais

Av. Gov. Lindemberg, 316-NEDTEC - Jerônimo Monteiro-ES, Centro-CEP: 29550 - 000  
e - mail: heberton\_floresta@terra.com.br

## INTRODUÇÃO

A espécie *Anadenanthera peregrina* vegeta em Florestas Estacionais Semidecíduas e na transição para o Cerrado, sendo a sua madeira muito pesada, dura e de textura média, planta decídua, heliófita, apresenta frequência elevada, ocorrendo principalmente em formações primárias e secundárias (Lorenzi, 1998). Na floresta em estudo caracteriza-se pela ampla abundância na estrutura horizontal e dominância num dossel com altura média aproximada de 12 metros.

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<sup>o</sup>S. 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<sup>o</sup>45' de latitude Sul e 41<sup>o</sup>00' 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<sup>o</sup>C.

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 *Anadenathera peregrina* (L.) Speg (n = 17), 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<sub>máx</sub> e T<sub>mín</sub> (Pereira, 2002).

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

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<sup>o</sup> dia de cada mês, onde:

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

Onde:

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

$\Phi$  = Latitude

$\delta$  = 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<sup>o</sup> 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:

$$a = 0,675 I^3 - 0,771 I^2 + 1,792 I + 0,49$$

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. peregrina* apresentou correlação positiva significativa entre o lançamento de folhas novas e a precipitação ( $r_s = 0,69$ ), entre as temperaturas médias ( $r_s = 0,54$ ), mínimas ( $r_s = 0,58$ ) e máximas ( $r_s = 0,43$ ), fotoperíodo ( $r_s = 0,70$ ) e evapotranspiração potencial ( $r_s = 0,56$ ).

A copa completa com folhas novas apresentou correlação positiva significativa entre as temperaturas mínimas ( $r_s = 0,53$ ) e médias ( $r_s = 0,41$ ), com o fotoperíodo ( $r_s = 0,44$ ) e evapotranspiração ( $r_s = 0,45$ ).

A queda foliar apresentou correlação negativa significativa com a precipitação ( $r_s = -0,42$ ), entre as temperaturas médias ( $r_s = -0,67$ ), mínimas ( $r_s = -0,72$ ) e máximas ( $r_s = -0,61$ ) e evapotranspiração potencial ( $r_s = -0,73$ ).

A copa completa com folhas velhas não apresentou correlação significativa com as variáveis climáticas.

Quanto aos eventos fenológicos reprodutivos, a floração apresentou correlação positiva significativa apenas com o fotoperíodo ( $r_s = 0,43$ ). A maturação dos frutos novos apresentou correlação positiva significativa com as temperaturas mínimas ( $r_s = 0,55$ ), máximas ( $r_s = 0,57$ ) e médias ( $r_s = 0,59$ ). A dispersão dos frutos apresentou correlação positiva significativa com as temperaturas máximas ( $r_s = 0,59$ ), mínimas ( $r_s = 0,50$ ) e médias ( $r_s = 0,58$ ), e com a evapotranspiração ( $r_s = 0,60$ ).

*A. peregrina* apresentou comportamento fenológico de espécie semicaducifolia. A queda foliar da população estudada atingiu valores próximos a 95% durante a estação seca, com pico no mês de setembro, perdendo quase que totalmente suas folhas durante a época de déficit hídrico na região, comportamento fenológico característico da espécie (Lorenzi, 1992). O brotamento aumentou gradativamente com o início da estação chuvosa, até atingir um pico no mês de Novembro, época em que se observa a inversão da razão entre a presença de folhas velhas e folhas novas. O pico de presença de folhas novas ocorreu entre dezembro e janeiro, sendo que nos meses posteriores pode ser observado o crescimento das folhas, ocorrendo uma nova inversão na razão entre folhas velhas e folhas novas. Houve um período de estabilização da presença de folhas velhas nas copas, seguido de um período com aumento gradativo na queda

foliar concomitante ao início da estação seca, representando os efeitos do déficit hídrico, diminuição das temperaturas e fotoperíodo no ciclo de desenvolvimento da população.

A correlação negativa significativa encontrada entre a queda foliar, temperaturas mínimas, máximas e médias e evapotranspiração potencial sugerem que com a diminuição da temperatura, da precipitação e evapotranspiração potencial, ocorre um aumento na queda foliar, sendo estas variáveis climáticas os fatores indutores da senescência e queda foliar, ao passo que a correlação positiva significativa encontrada entre o brotamento e temperaturas mínimas, médias, precipitação, fotoperíodo e evapotranspiração potencial, sugere um ciclo sazonal de desenvolvimento estimulado pela variação destes eventos climáticos.

A floração pode ser observada durante os meses de dezembro e janeiro, e apresentou correlação significativa com o fotoperíodo, sugerindo ser o aumento do fotoperíodo o fator estimulante das gemas florais para a espécie.

A maturação dos frutos pode ser observada de dezembro a março, compreendendo todo o verão, época favorável para a maturação dos frutos e formação das sementes. A dispersão das sementes teve início entre os meses de janeiro e fevereiro, estendendo - se até o mês de maio. O pico da dispersão das sementes pode ser observado durante o mês de fevereiro, estendendo - se até o mês de maio, época com menores temperaturas, ocasionando o aumento na velocidade dos ventos, desta forma, favorecendo a dispersão dos propágulos (Pereira, 2002).

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos sugerem um padrão sazonal na ocorrência e intensidade das fases vegetativas de *A. peregrina*. O brotamento desta espécie foi sincronizado com a sazonalidade do fotoperíodo e precipitação, sendo ausente durante o período de déficit hídrico, e acentuando - se gradativamente com o aumento do fotoperíodo e precipitação. A queda foliar mostrou - se influenciada pela temperatura, coincidindo com a época seca. As folhas velhas foram repostas por folhas jovens em atividade repentina na época de transição entre a época seca e úmida, comportamento característico de espécies caducifólias ou decíduas (Larcher, 2004).

Esta espécie apresentou forte influência sobre a caracterização da tipologia florestal do fragmento, pois apresentou um comportamento característico de uma espécie de florestas estacionais semidecíduais. Tal expressão pode ser decorrente do fato de *A. peregrina* ocupar o estrato superior da floresta, desta forma apresentando respostas aos estímulos climáticos mais pronunciados do que as espécies que ocupam os estratos inferiores.

A floração e a frutificação de *A. peregrina* apresentaram maiores estímulos ao aumento da temperatura e fotoperíodo com a floração iniciada na primavera e a frutificação estendida por todo o verão. 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.

No presente estudo, a formação das flores e frutos ocorreu em sincronia com o desenvolvimento das fases vegetativas e ritmo climático.

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.
- Larcher, W. 2004. Ecofisiologia vegetal. São Carlos, RiMa, p.321 - 337.
- Lorenzi, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa, SP: Ed. Plantarum, 1998. 352p.
- 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.
- Pereira, A. R., Angelocci, L. R., Sentelhas, P.C. 2002. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.
- Thornthwaite, C.W. An approach toward a rational classification of climate. Geogr. Rev, v.38, p.55 - 94, 1948.
- 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.