

ANATOMIA E ANÁLISE DE PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES DE FOLHAS DE SOL E DE SOMBRA DE *FICUS BENJAMINA* “VARIEGATA”

Hugo Roldi Guariz¹, Janaína Mauri¹, Tatiana da Silva Lopes¹, José Geraldo Lima de Oliveira¹, Laylla Nunes Moreira¹, Carlos Magno Ramos Oliveira¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo – Centro de Ciências Agrárias /Pós Graduação em Produção Vegetal, CP 16, 29500-000 Alegre-ES, e-mail: hroldig@hotmail.com, janamauri@gmail.com, tatilopes_bio@hotmail.com.

Resumo - O presente trabalho apresentou como objetivo mensurar as espessuras dos tecidos foliares, a quantificação dos estômatos e análise de pigmentos fotossintetizantes de *Ficus benjamina variegata*. O estudo foi realizado no Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologias em Florestas, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES). Foram utilizadas folhas de dois posicionamentos, no interior (Folhas de sombra) e exterior da copa (Folhas de sol). Conforme os resultados foi constatado que os tecidos foliares, que não houve diferença estatística para a espessura total da folha. Com relação à densidade estomática, as folhas do interior e do exterior da copa mostraram diferença estatística com um maior número de estômatos encontrados nas folhas de sol e pela análise de clorofila constatou-se que essa espécie de arbusto apresenta grande capacidade de absorção devido a quantidade diversificada de pigmentos foliares.

Palavras-chave: pigmentos fotossintetizantes, estômatos, parênquima.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

A parte aérea das plantas recebe radiação de vários tipos e por todos os lados; radiação solar direta, radiação que sofreu espalhamento na atmosfera, radiação difusa em dias nublados e radiação refletida da superfície do solo; e essa radiação chega ao interior da cobertura vegetal de diversas formas: diretamente pelas clareiras e pelas margens, como radiação refletida pelas folhas e pelo solo, e como radiação transmitida pelas folhas (LARCHER, 2000).

Uma cobertura vegetal fechada funciona como um sistema de assimilação, no qual as camadas de folhas estão sobrepostas e se sombreiam mutuamente. A cada profundidade da cobertura vegetal, a radiação que penetra é interceptada e utilizada gradualmente, estando quase totalmente absorvida próxima à superfície do solo. A partir da forte atenuação da radiação dentro da copa, realiza-se a fotohomeostase, que é um fino ajuste das folhas durante o crescimento e desenvolvimento da parte aérea, dessa forma estas folhas se protegem de injúrias causadas pelo superaquecimento e intensidades de radiação excessiva. A atenuação da radiação na cobertura vegetal depende principalmente da densidade da folhagem, do arranjo das folhas no interior da vegetação e do ângulo existente entre a folha e a radiação incidente.

O objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito da radiação em folhas de *Ficus benjamina*

variegata formadas no interior da copa (região mais sombreada) e no exterior da copa (região mais ensolarada).

Metodologia

O estudo foi realizado no Nedtec – Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologias em Florestas, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES) localizado no município de Jerônimo Monteiro cujas coordenadas geográficas são -20° 47' 20"S e - 41° 23'42"W.

Foram utilizadas folhas de dois posicionamentos, no interior (Folhas de sombra) e exterior da copa (Folhas de sol), da espécie *Ficus benjamina variegata*. Foram mensuradas as espessuras dos tecidos foliares a quantificação dos estômatos e análise de pigmentos fotossintetizantes.

Os estudos anatômicos foram efetuados nas folhas expandidas, e na região central da folha. Para a obtenção da medição dos tecidos foliares e para a quantificação da densidade estomática, foram realizados respectivamente cortes transversais e cortes superficiais na porção abaxial das folhas. Todos os cortes foram manuais, sem coloração e preparados em lâminas descartáveis. Foram realizados quatro cortes, tanto cortes transversais como superficiais, para folhas de sombra e folhas de sol, sendo

analisados estatisticamente pelo teste de media, teste t, utilizando o SAEG 9.0 (EUCLYDES, 2004) como ferramenta estatística.

O estudo da espessura dos tecidos foliares bem como a quantificação de estômatos foi feita a partir do programa Image Pro-Plus for Windows (Ipwin), versão 1.1. Para tal as lâminas foram observadas com o auxílio do microscópio óptico e a partir de uma câmera acoplada ao microscópio as imagens foram salvas para posterior contagem. A espessura dos tecidos foliares foi mensurada em micrômetros (μm) e a quantificação dos estômatos foi pela razão de estômatos/ mm^2 .

A análise de clorofila foi estudada a partir do método de Arnon (1949), o qual se fundamenta na extração das clorofilas *a* e *b* a partir da concentração de acetona. Para a realização da extração de clorofila foram coletados 50 discos foliares de 0,5 cm de diâmetro da região mediana das folhas. Estes foram devidamente pesados em balança de alta precisão. Após a pesagem os discos foliares foram macerados junto à acetona até a obtenção de uma massa uniforme. Terminada a maceração o estrato foi filtrado em papel de filtro especial com auxílio de funis de vidro em balões volumétricos de 50 ml. A quantificação dos teores de clorofila *a* e *b* foi procedida por espectrofotometria de emissão a 645 e 663 nm.

Para o cálculo das concentrações de clorofila (mg/l) foram utilizadas as fórmulas propostas por Arnon (1949):

$$\begin{aligned} \text{Clorofila } a &= 12,7 \times A_{663 \text{ nm}} - 2,64 \times A_{645 \text{ nm}} \\ \text{Clorofila } b &= 22,9 \times A_{645 \text{ nm}} - 4,68 \times A_{663 \text{ nm}} \\ \text{Clorofila Total} &= \text{Clorofila } a + \text{Clorofila } b \end{aligned}$$

Resultados

De uma maneira geral pode-se dizer que as folhas de sol, em relação às folhas de sombra, são menores, com maior espessura, podendo apresentar pêlos e uma maior quantidade de cera na superfície.

Quanto à estrutura interna, as folhas de sol têm a epiderme superior coberta por uma espessa cutícula, além de apresentarem um maior número de células, e as células do tecido paliçádico serem mais alongadas e mais próximas umas das outras. As folhas de sol apresentam ainda pequeno espaço intercelular entre as células da camada inferior do mesófilo. Este tipo de estrutura interna observada nas folhas de sol visa um melhor aproveitamento dos altos fluxos de energia incidente, com também a reflexão do excesso de radiação e um melhor controle da transpiração. Numa mesma árvore, já foram encontradas folhas consideravelmente modificadas de acordo com a quantidade de sombra (GLÓRIA, 2003); variações

na estrutura de folhas de Angiospermas são em grande parte relacionadas com o hábitat, e a disponibilidade de água é um fator importante que afeta sua forma e estrutura (RAVEN *et al.*, 2001).

No estudo foram analisadas as espessuras dos seguintes tecidos: Cutícula, Epiderme Inferior e Superior, Parênquima Paliçádico inferior e Superior e Parênquima Lacunoso.

De acordo com os resultados estatísticos é possível concluir que apenas a espessura da Cutícula, Epiderme Inferior e Parênquima Paliçádico Inferior foram significativamente diferentes, ao nível de 10% de significância pelo teste t, conforme pode ser observado na figura 1.

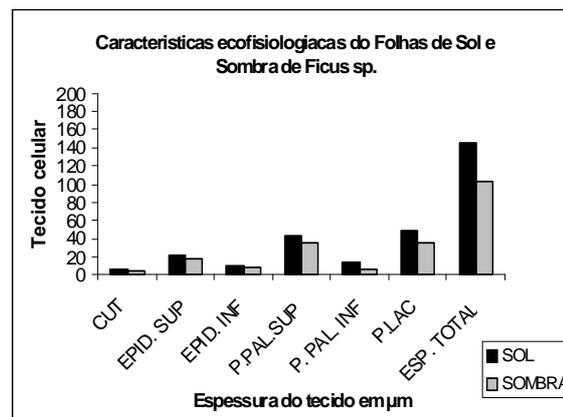


Figura 1. Espessura do tecido celular em μm em folhas de sol e sombra de *Ficus benjamina variegata*.

Na avaliação da densidade estomática foi observado que os estômatos eram presentes nas partes aéreas das plantas, embora são mais abundantes nas folhas; e em consequência, controlam o movimento dos gases, incluindo o vapor d'água, possibilitando a sua entrada ou saída da planta (Raven *et al.*, 2001).

Raven *et al.* (2001) descrevem também que o número de estômatos pode ser grande, por exemplo, existem aproximadamente 12000 estômatos por centímetro quadrado em folhas de fumo (*Nicotiana tabacum*). Segundo Ferri (1985) os estômatos variam enormemente em número nas diferentes espécies vegetais, podendo encontrar mais de 100000 estômatos por centímetro quadrado, enquanto que em gramíneas o número pode ser inferior a 10000 estômatos por centímetro quadrado. A quantidade, distribuição, forma e mobilidade do aparato estomático são características de uma espécie, as quais podem se alterar em função de adaptações às condições locais podendo variar de indivíduo para indivíduo (LARCHER, 2000). LARCHER (2000) descreve ainda que em folhas que crescem sob condição de deficiência hídrica apresentam os estômatos menores, mas uma densidade estomática maior. No estudo da epiderme abaxial ou inferior percebe-se que o número de estômatos foi

estatisticamente significativo, ao nível de 10%, pelo teste t, conforme o Figura 2. A espécie revela possuir estômatos do tipo ciclocítico, segundo classificação de Metcalfe e Chalk (1950), citado por Glória et al. (2003).

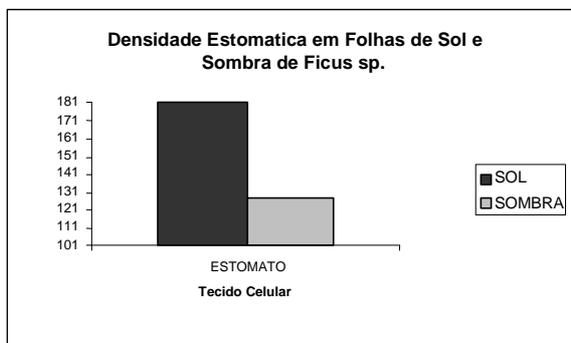


Figura 2: Espesura do tecido em μm em folhas de sol e sombra de *Ficus benjamina variegata*.

No processamento da extração e quantificação do teor de clorofila os tecidos verdes apresentam diversos tipos de clorofila, que diferem entre si na sua estrutura e nas suas propriedades específicas de absorção juntamente com outros pigmentos carotenóides. Neste trabalho utilizamos a metodologia proposta por Arnon (1949), o qual se fundamenta na concentração de acetona usada para a extração das clorofilas *a* e *b*. Segundo Raven (2001) a clorofila é o pigmento que torna as folhas verdes, absorve luz principalmente nos comprimentos de onda azul, violeta e também no vermelho; como reflete a luz verde, sua aparência é de cor verde. A estrutura das clorofilas *a* e *b* é basicamente a mesma; a clorofila *a* é de coloração verde-azulada (FERRI, 1985) ocorre em todos os eucariontes fotossintetizantes e está diretamente envolvida na transdução da energia da fotossíntese (RAVEN, 2001).

Discussão

O parênquima paliçádico é encontrado tanto na porção adaxial, como na porção abaxial da folha, sendo denominado de isolateral ou isobilateral (HERBÁRIO, 2007). A estrutura da folha pode ser grandemente influenciada pelo nível de luz durante o crescimento. O aumento do nível de luz proporciona aumentos na espessura da folha, na massa foliar específica, no desenvolvimento da epiderme e do parênquima, e no número total de células das folhas (VOLTAN, 1992). No entanto, as espessuras totais das folhas (sol e sombra) não apresentaram diferença significativa. A capacidade de alterar a estrutura das folhas em resposta a diferentes níveis de luz é um atributo comum das espécies que apresentam amplo potencial de aclimação, ou seja, pode-se dizer que as plantas possuem uma considerável plasticidade, quanto à estrutura foliar em relação à variação do regime de

luz. De uma maneira geral pode-se dizer que as folhas de sol, em relação às folhas de sombra, são menores, com maior espessura, podendo apresentar pêlos e uma maior quantidade de cera na superfície. Quanto à estrutura interna, as folhas de sol têm a epiderme superior coberta por uma espessa cutícula, além de apresentarem um maior número de células, e as células do tecido paliçádico serem mais alongadas e mais próximas umas das outras. As folhas de sol apresentam ainda pequeno espaço intercelular entre as células da camada inferior do mesófilo. Este tipo de estrutura interna observada nas folhas de sol visa um melhor aproveitamento dos altos fluxos de energia incidente, como também a reflexão do excesso de radiação e um melhor controle da transpiração. Numa mesma árvore, já foram encontradas folhas consideravelmente modificadas de acordo com a quantidade de sombra (GLÓRIA, 2003); variações na estrutura de folhas de Angiospermas são em grande parte relacionadas com o hábitat, e a disponibilidade de água é um fator importante que afeta sua forma e estrutura (RAVEN *et al.*, 2001). A folha é constituída por uma epiderme adaxial e abaxial, formada por células compactas e cobertas por uma cutícula que reduz a perda de água, pode também estar recoberta por pêlos epidérmicos que podem também retardar a perda de água pelas folhas; o mesófilo é diferenciado em parênquima paliçádico e lacunoso ou esponjoso. A maior parte da fotossíntese na folha tem lugar no parênquima paliçádico. O número total de estômatos sofreu grande influência pelos níveis de radiação. O aumento da densidade estomática conforme o aumento da luminosidade também é relatada em Voltan et al. (1992) e Duz et al. (2004).

Conclusão

Na copa de árvores ou arbustos isolados forma-se um gradiente de radiação entre o exterior e o interior da copa. A atenuação da radiação na copa depende da arquitetura característica, do desenvolvimento da ramificação, da folhagem e da idade da planta. Numa mesma árvore de *Ficus benjamina*, foram encontradas folhas consideravelmente modificadas de acordo com a quantidade de radiação incidente. Com relação aos tecidos foliares, somente mostraram diferença estatística a epiderme inferior e o parênquima paliçádico inferior, no entanto, não houve diferença estatística para a espessura total da folha. Com relação à densidade estomática, as folhas do interior e do exterior da copa mostraram diferença estatística pelo teste t, com um maior número de estômatos encontrados nas folhas de sol.

Quanto a classificação dos pigmentos de clorofila, pode-se citar que a capacidade de

absorção é ampliada pela presença diversificada de vários pigmentos permitindo que o tecido foliar se desenvolva devido as suas capacidades fotossintéticas.

Referências

- EUCLYDES, R.F. **Sistema para análises estatísticas** (SAEG 9.0). Viçosa: FUNARBE, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2004.
- FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA- EPU, v. 1, 385p., 1985.
- LARCHER, W., **Ecofisiologia Vegetal**. Rima Artes & textos, 2000.
- VOLTAN, R.B.Q. *et al.* Variação na Anatomia Foliar de Cafeeiros Submetidos a Diferentes Intensidades Luminosas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. 1992.
- PEZZOPANE, J.E.M. Ecologia Florestal (Notas de Aula). Universidade Federal do Espírito-Santo – Centro de Ciências Agrárias. Alegre – ES. 2003.
- GLÓRIA, B.A.; GUERREIRO, S.M.C. **Anatomia Vegetal**. Editora UFV. Viçosa –MG, 2003.
- RAVEN, P.H., EVERT, R.F., EICHHORN, S.E., **Biologia Vegetal**. Editora Guanabara Koogan S.A..2001.
- HERBÁRIO. Disponível em:
<<http://www.herbario.com.br/cie/universi/folha.htm>
>. Acesso em: 1 jul. 2007.
- DUZ, S R.; SIMINSKI, A.; SANTOS, M.; PAULILO, M. T. S. Crescimento Inicial de Três Espécies Arbóreas da Floresta Atlântica em Resposta à Variação na Quantidade de Luz. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 27, n. 3, pág. 587-596, jul-set.2004.