

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E FISIOLÓGICAS DAS FOLHAS DE SOL E DE SOMBRA DE *Mangifera indica* var. espada

Flávio Santos Lopes¹, Natiélia Oliveira Nogueira¹, Maria José Reis Rocha¹, Camila Aparecida da Silva Martins¹, Carolina de Oliveira Bernardes¹

¹Mestrando em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias - UFES / Departamento de Produção Vegetal; Cx Postal 16, CEP 29500-000, Alegre-ES; lopes.fs@ig.com.br, natelia@hotmail.com, zezerocha2004@yahoo.com.br, camila.cca@hotmail.com, carolinabernardes84@yahoo.com.br

Resumo- A manga (*Mangifera indica*), originária da Índia é uma árvore tropical que pertence a família Anacardiaceae. A radiação solar é um importante fator para o estabelecimento e produção desta cultura, por isso o presente trabalho teve o objetivo de estudar a densidade estomática e o teor de clorofila a e b em folhas de sombra e de sol em *Mangifera indica* var. espada, em função da radiação interceptada. Os resultados obtidos mostraram diferenças entre as folhas de sol e de sombra quanto às características estruturais, concentração de pigmentos e capacidade fotossintética. Além disso, as folhas de sol apresentaram maior capacidade fotossintética, mas que nem sempre é traduzido em acúmulo de matéria seca para a planta. Observou-se também que folhas de sombra apresentam um maior número de estômatos, entretanto apresentam baixos valores da relação clorofila a/b.

Palavras-chave: *Mangifera indica*, clorofila, estômato, parênquima.

Área do Conhecimento: Agronomia

Introdução

A manga (*Mangifera indica*), originária da Índia é uma árvore tropical que pertence à família Anacardiaceae. Dentre as muitas variedades cultivadas no Brasil, uma das variedades brasileiras mais antigas e comuns é a manga espada (GALAN, 1993).

Segundo Teixeira & Lima Filho (acesso em 15 de out. 2007) a radiação solar absorvida pela cultura da manga, interfere no seu ciclo vegetativo e no período de desenvolvimento do fruto, sendo de grande importância para o crescimento, floração e frutificação, daí a importância do manejo cultural, principalmente em plantios muito adensados. Em decorrência do hábito de crescimento vigoroso da árvore, existe, geralmente, uma porcentagem relativamente alta de folhas sombreadas, em comparação com as folhas ensolaradas.

Um dos fatores ligados à eficiência fotossintética das plantas e conseqüentemente ao crescimento e adaptabilidade a diversos ambientes é a clorofila, presente em todos os vegetais (LARCHER, 2004). Não só a concentração total de clorofila, mas também a proporção entre os diversos tipos desta mudam em função da intensidade luminosa. Uma proporção relativa de clorofila b maior em plantas sombreadas é uma característica importante, pois possibilita a captação de energia de outros comprimentos de onda e transferência para uma molécula específica de clorofila a, que efetivamente toma parte das reações fotoquímicas da fotossíntese (WHATLEY & WATLEY, 1982). Este aumento relativo pode

estar ligado a um aumento da proporção do complexo coletor clorofila a/b proteína, associado ao fotossistema I nos "grana", em relação ao complexo P 700 (que contém somente clorofila a - proteína) do fotossistema II nos tilacóides e que é facilmente foto-oxidado (THORNER, 1975). Outro fator, pode ser a maior proporção de "grana" em cloroplastos de folhas de sombra (MITCHELL, 1979).

Numa floresta a variável ambiental que provoca mudança instantânea na resposta fisiológica a nível de: espaço intracelular, densidade estomática, espessura foliar, espessura do tecido paliçádico e clorofila total das plantas é a radiação solar, principalmente na faixa espectral do visível (400 a 700 nm). Esta radiação é conhecida como radiação fotossinteticamente ativa (PAR), expressa em densidade de fótons por unidade de área tempo (por exemplo, $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) de acordo com Pezzopane (2003).

Portanto, o presente trabalho teve o objetivo de estudar a anatomia, a densidade estomática e o teor de clorofila a e b em folhas de sombra de *Mangifera indica* var. espada, em função da radiação interceptada.

Metodologia

O trabalho foi realizado no laboratório do Núcleo de Estudo e Difusão de Tecnologia (NEDTEC) do Centro de Ciências Agrárias da UFES, localizado no município de Jerônimo Monteiro (ES), com coordenadas geográficas -20° 47' 20"S e - 41° 23' 42"W.

Para o estudo dos teores de clorofila, a extração foi realizada em acetona 80% e a

quantificação por espectrofotometria de acordo com a leitura em absorvância com a utilização de cubete de quartzo feita em um espectrofotômetro 600 S nos comprimentos de onda 645nm e 663nm.

Os cálculos de clorofila em mg por grama de peso fresco de tecido foliar basearam-se nas equações 1, 2 e 3 a seguir, segundo Arnon, (1949):

- (1) Clorofila a = [(12,7 x A663) – (2,64 x A645)]
- (2) Clorofila b = [(22,9 x A645) – (4,68 x A 663)]
- (3) Clorofila total = Clorofila a + Clorofila b

As fórmulas acima expressam o conteúdo de clorofila em mg/L.

Onde:

- A645 – Leitura do aparelho em λ (645nm)
- A663 – Leitura do aparelho em λ (663nm)

Para a realização das medidas dos tecidos foliares e para a quantificação da densidade estomática, foram realizados três cortes, tanto transversais quanto superficiais, para folhas de sombra e folhas de sol respectivamente na porção abaxial das folhas. Todos os cortes foram manuais, sem coloração e preparados em lâminas descartáveis. 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 .

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com 2 tratamentos (T1 = folhas de sol e T2 = folhas de sombra) e 3 repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados

Os resultados da análise das concentrações de clorofila a e b em folhas de sol e de sombra de *Mangifera indica* estão apresentados na Tabela 1. Os valores médios do teor de clorofila b e da relação clorofila a/b estão representados nas figuras 1 e 2, os valores médios da densidade estomática, do comprimento do parênquima paliádico, da espessura das folhas e do número de estômatos estão expostos nas figuras 3, 4, 5 e 6, respectivamente.

Através da Análise de variância, foi possível verificar que os tratamentos apresentam diferenças significativas ao nível de 5 % de probabilidade entre o teor de clorofila b e a relação clorofila a/b.

Tabela 1- Análise das concentrações de clorofila em folhas de sol e de sombra em *Mangifera indica* var. espada

Tratamentos	Peso (mg)	Λ (645nm)	Λ (663nm)	C. a* (mg/l)	C. b* (mg/l)	P. C. a* (mg/g)	P. C. b* (mg/g)	C. T* (mg/g)	a /b
1 (Sol)	1,002	1,051	1,585	17,354	16,65	0,866	0,830	1,696	1,042
1 (Sol)	1,005	1,071	1,609	17,606	16,995	0,875	0,845	1,721	1,035
1 (Sol)	1,013	1,131	1,638	17,816	18,234	0,879	0,900	1,779	0,977
2 (Sombra)	1,069	1,385	1,697	17,895	23,774	0,837	1,111	1,949	0,752
2 (Sombra)	1,082	1,476	1,714	17,871	25,778	0,825	0,191	2,017	0,693
2 (Sombra)	1,025	1,527	1,724	17,863	26,899	0,871	1,312	2,183	0,664

* C. a = Clorofila a; C. b = Clorofila b; P. C. a = Peso da Clorofila a; P. C. b = Peso da Clorofila b; C. T = Clorofila Total; a/b = relação clorofila a e b

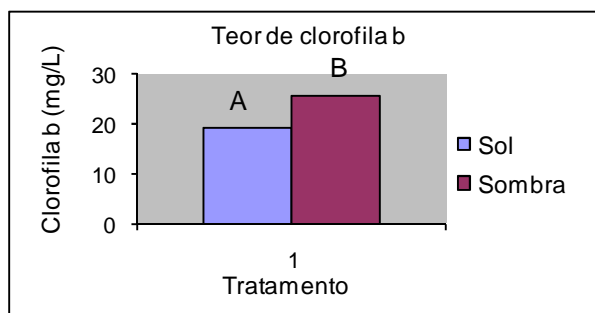


Figura 1- Teor de clorofila b em folhas de sol e sombra

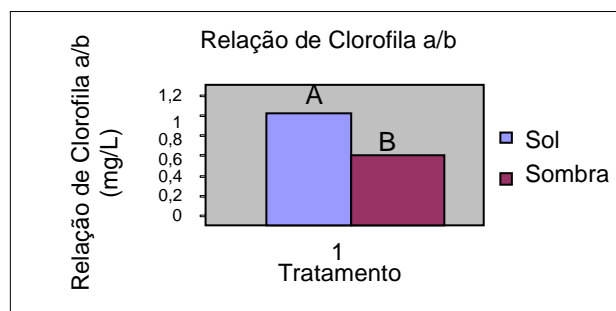


Figura 2- Relação clorofila a/b em folhas de sol e sombra

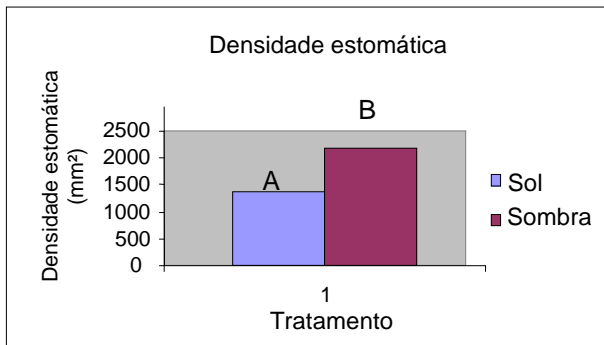


Figura 3- Densidade estomática das folhas de sol e de sombra da *Mangifera indica*

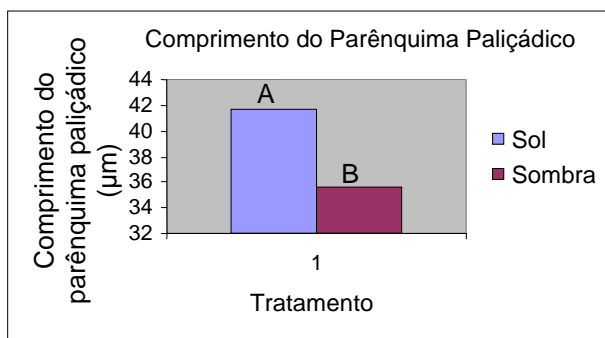


Figura 4- Comprimento do parênquima palicádico das folhas de sol e de sombra da *Mangifera indica*

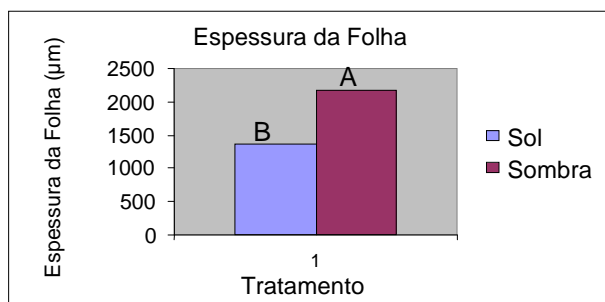


Figura 5- Espessura das folhas de sol e de sombra da *Mangifera indica*

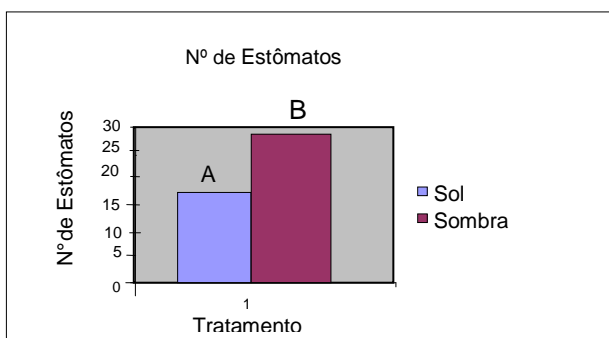


Figura 6- Número de estômatos das folhas de sol e de sombra da *Mangifera indica*

Discussão

Observando as Figuras 3, 4, 5 e 6, nota-se que há diferença significativa entre as folhas de sol e

de sombra quanto à estrutura foliar, o número total de estômatos, a densidade estomática, a espessura da folha, o comprimento do parênquima palicádico.

De acordo com o teste F, o teor de clorofila b das folhas de sol difere significativamente do teor das folhas de sombra. Isto se deve as características estruturais, concentração de pigmentos e capacidade fotossintética.

Uma maior proporção relativa de clorofila b em plantas sombreadas é uma característica importante, pois possibilita a captação de energia de outros comprimentos de onda e transferência para uma molécula específica de clorofila a, que efetivamente toma parte das reações fotoquímicas da fotossíntese (WHATLEY & WHATLEY, 1982). Este aumento relativo pode estar ligado a um aumento da proporção do complexo coletor clorofila a/b proteína, associado ao fotossistema I nos "grana", em relação ao complexo P 700 (que contém somente clorofila a - proteína) do fotossistema II nos tilacóides e que é facilmente fotooxidado (THORNBERRY, 1975). Um outro fator pode ser a maior proporção de "grana" em cloroplastos de folhas de sombra (MITCHELL, 1979).

Um aspecto que tem sido pouco estudado é a relação entre conteúdo de clorofila nas folhas e sua absorção de luz. Segundo Larcher (2004), a proporção de luz incidente que é refletida, é maior quando a concentração de pigmentos na folha é baixa, porque a luz refletida de uma camada mais interna terá uma menor chance de ser recapturada no seu caminho de volta à superfície. Ainda para o mesmo autor, quanto menor a concentração de clorofila na folha, maior será o aumento relativo da absorção de luz devido a um aumento nesta concentração inicial. Esta relação pode ser observada também para a clorofila extraída, embora as propriedades óticas das folhas não sejam as mesmas que a da clorofila em solução.

A relação clorofila a/b apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, sendo a maior relação encontrada nas folhas de sol. A proporção entre as clorofilas a/b tende a diminuir com a redução da luz devido a uma maior proporção relativa da clorofila b em ambiente sombreado (ATROCH et al., 2001). Resultados semelhantes foram obtidos por Castro et al., 1996; Lee et al., 2000, contudo outros autores não encontraram diferenças significativas entre a relação clorofila a/b em folhas de sol e de sombra (MENDES et al., 2001).

Analisando os valores do conteúdo de clorofila a e b das folhas de sol e de sombra (Tabela 1), verifica-se que as folhas de sol possuem uma quantidade de clorofila a semelhante às folhas de sombra, fato este que pode ser explicado em função da idade da planta, da intensidade e

duração de exposição à radiação solar no seu habitat e da adaptação modificativa da *Mangifera indica* neste local. Com relação a clorofila *b*, foi observado que as folhas de sol apresentam um teor de clorofila menor que as folhas de sombra porque em ambientes sombreados a degradação da clorofila *b* é mais lenta do que a clorofila *a*. Os maiores teores de clorofila total foram observados em condições sombreadas, resultados semelhantes foram observados por Almeida et al., (2005).

Este maior acúmulo de clorofila no nível de sombreamento pode ser devido à compensação da espécie a menor quantidade de radiação disponível. Os resultados são semelhantes aos citados por Mendes et al., (2001). Diversos pesquisadores afirmam que folhas cultivadas sob baixas intensidades de radiação, apresentam maiores teores de clorofilas por unidade de massa. A maior relação clorofila *a/b* foi encontrada nas folhas de sol, pois a proporção entre as clorofilas *a* e *b*, de uma maneira geral, tende a diminuir com a redução da intensidade luminosa (KOZLOWSKI et al., 1991, apud ATROCH et al., 2001).

Conclusão

Conclui-se que as diferenças observadas entre folhas de sol e de sombra são claras quanto às características estruturais, concentração de pigmentos e capacidade fotossintética.

As diferenças apresentadas demonstram que as folhas de sol têm maior capacidade fotossintética, mas nem sempre é traduzido em acúmulo de matéria seca para a planta.

As folhas de sombra apresentam um maior número de estômatos e baixos valores da relação clorofila *a/b*.

Referências

- ALMEIDA, S. M. Z., SOARES, A. M., CASTRO, E. M. de., VIEIRA, C. V., GAJEGO, E. B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**. Santa Maria, vol. 35, n. 1, p. 61-68, jan-fev/2005.
- ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A. de.; CASTRO, E. M. de. **Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* submetidas à diferentes condições de sombreamento**. *Ciência agrotécnica*, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853-862, jul-ago, 2001.
- CASTRO, E. M. de. et al. Crescimento distribuição de matéria seca de mudas de calabura (*Muntingia calabura* L.) submetidas a três diferentes níveis de irradiância. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.20, n.3, p.357-365, 1996.
- GALAN, V. The situations of mango culture in the world. *Acta Horticulture*, v.241, p.31-41, 1993.
- KOZLOWSKI, T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. The physiological ecology of wood plants. In: ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A. de.; CASTRO, E. M. de. **Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* submetidas à diferentes condições de sombreamento**. **Ciência agrotécnica**. Lavras, v. 25, n. 4, p. 859, jul-ago, 2001.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Rima. 2004. 531p
- LEE, D.W. Simulating forest shade to study the development ecology of tropical plants: Juvenile growth in three vines in India. **Journal of Tropical Ecology**. Cambridge, v.4, p. 281-92, 1988.
- MENDES, M. M. et al. Acclimation of *Myrtus communis* to contrasting Mediterranean light environments – effects on structure and chemical composition of foliage and plant water relations. **Environmental and Experimental Botany**. Elmsford, v.45, n.2, p. 165-178, 2001.
- MITCHELL, R.L. **Crop Growth and Culture**. Ames, the Iowa State University Press, 1979, 349p.
- PEZZOPANE, J. E. M. **Ecofisiologia de espécies florestais**. Alegre, CCA-UFES, 2003. 1-21 p.
- TEIXEIRA, A. H. de C.; LIMA FILHO, J. M. P. **Cultivo da mangueira**. Sistema de Produção, 2. Versão Eletrônica. EMBRAPA SEMI-ÁRIDO. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Fon tesHTML/Manga/CultivodaMangueira/clima.htm>. Acesso em: 04 de setembro de 2007.
- THORNER, J. P. Chlorophyll-proteins: light-harvesting and reaction center components of plants. **Annual Review of Plant Physiology**. California, v.26, p.127-58, 1975.
- WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F.R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo, EPU-EDUSP, 1982. 101p.