



Revista Eletrônica Multidisciplinar Pindorama
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Eunápolis – BA
ISSN 2179-2984

ANÁLISE ESTOMÁTICA DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DE MATA ATLÂNTICA

Luísa Costa Barbosa * - e-mail: barbosaluisa7@gmail.com.

Sâmara Menezes Porto ** - e-mail: samaraporto11@gmail.com.

Fabiana Zanelato Bertolde *** - e-mail: fabiana.bertolde@ifba.edu.br .

* Discente do curso técnico em meio Ambiente – IFBA. Bolsista PIBIC-EM/IFBA.

** Discente do curso técnico em Edificações - IFBA. Bolsista PIBIC-EM/IFBA.

*** Professora de Ciências Biológicas – IFBA.

Resumo. A floresta tropical é o bioma com enorme biodiversidade, servindo de habitat para maior parte das espécies vegetais. A adaptação das árvores ao ambiente está relacionada com aspectos genotípicos e com plasticidade fenotípica. *Cariniana legalis* e *Cordia trichotoma* estendem-se desde o sul da Bahia até o Rio Grande do Sul e até as bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai, respectivamente. Objetivou-se avaliar as características estomáticas e foliares de *C. legalis* e *C. trichomota*. Dados de área, comprimento, largura e espessura foliar foram obtidas de dez folhas de cada espécie. Lâminas para análise do tamanho e densidade estomática foram preparadas usando a técnica de esmalte incolor. Os resultados foram submetidos à ANOVA e teste de médias. Verificou-se diferenças entre os valores de área, de comprimento, de largura e de espessura foliar entre as espécies estudadas. Constatou-se que as duas espécies são anfiestomáticas. Observou-se diferenças comparando-se o tamanho e a densidade dos estômatos entre as superfícies adaxial e abaxial das folhas dentro de cada espécie, bem como, entre as espécies. Nas duas espécies foram encontrados maiores valores de tamanho de estômato na superfície adaxial das folhas, ao passo que, as maiores densidades estomáticas foram verificadas na superfície abaxial. Portanto, há uma relação inversa entre o tamanho das folhas e dos estômatos.

Palavras-Chave: *Cariniana legalis*, *Cordia trichotoma*, Densidade estomática.

STOMATIC ANALYSIS OF TWO NATIVE ARBOREAL SPECIES OF ATLANTIC FOREST

Abstract: The rainforest is the biome most biodiverse in the world, serving as a habitat for almost all plant species. The adaptation of trees to the environment is related to aspects genotypic and phenotypic plasticity. *Cariniana legalis* and *Cordia trichotoma* extend from the south of Bahia to Rio Grande do Sul and to the basins of the rivers Parana, Paraguay and Uruguay, respectively. This study aimed to evaluate the stomata and leaf characteristics of *C. legalis* and *C. trichomota*. Data of leaf area, length, width

and thickness were obtained from ten leaves of each species. Blades to analysis of stomatal density and size were prepared using the colorless enamel technique. The results were submitted to ANOVA and mean test. There are differences between the values of foliar area, length, width and thickness of the species studied. It was found that the two species are amphistomatic with stomata on both sides of the sheet. There were differences comparing the size and density of stomata between the adaxial and abaxial leaf within species and between species. In both species were found larger stoma size values on the adaxial leaf surface, whereas the larger stomatal densities were observed on the abaxial surface. So there is an inverse relationship between the size of leaves and stomata.

Keywords: *Cariniana legalis*, *Cordia trichotoma*, stomatal density.

1. INTRODUÇÃO

A floresta tropical é o bioma com maior biodiversidade do mundo, servindo de habitat para quase dois terços de todas as espécies vegetais (GENTRY, 1992). A enorme biomassa lenhosa das florestas tropicais pode ser manejada para a produção de madeira, de matéria-prima e para a geração de serviços e benefícios diretos e indiretos (MACIEL et al., 2003). A exploração desordenada destas florestas acabam por colocar em risco de extinção várias espécies nativas, sendo necessário estudos relacionados ao potencial de regeneração das espécies vegetais frente aos impactos antrópicos (OLIVEIRA et al., 2011), extremamente, importantes na manutenção da riqueza vegetal e na promoção de manejos florestais sustentáveis (MACIEL et al., 2003). Estudos com espécies arbóreas nativas têm sido realizados para avaliação do comportamento das espécies quando submetidas a condições ambientais diversas, a fim de gerarem propostas para execução de programas de recuperação de áreas degradadas (ALMEIDA et al., 2005; MENGARDA et al., 2009; LIMA et al., 2010). Fatores como luz, temperatura, disponibilidade hídrica, salinidade e condições edáficas podem atuar como limitantes para o estabelecimento e crescimento das diferentes espécies vegetais (MACHADO et al., 2005; GONÇALVES et al., 2007; SILVA et al., 2007). Estes fatores exercem grande influência nas características morfo-anatômicas das plantas (GIVNISH, 1984). A capacidade das árvores de adaptarem-se em relação à variação ambiental está relacionada tanto com aspectos genotípicos, quanto com a plasticidade fenotípica, expressando-se em termos de mudanças morfológicas e fisiológicas (ARANDA et. al., 2001).

Os estômatos são estruturas morfológicas bastante sensíveis às variações na intensidade luminosa e na concentração de gás carbônico. Estão relacionados a importantes processos fisiológicos das plantas, sendo os locais de trocas de oxigênio e gás carbônico, para a respiração e a fotossíntese, e ainda os locais de difusão de vapores d'água na transpiração (CUTTER, 1978). A natureza séssil das plantas exige que elas adaptem constantemente as variações em seu ambiente, e estômatos são vitais para essa função (CASSON; GRAY, 2008). Ao regular as trocas gasosas com o ambiente, principalmente vapor de água e dióxido de carbono, essas estruturas permitem à planta otimizar e balancear a performance fotossintética com a disponibilidade e uso de água (CHAERLE et al., 2005).

O estômato é composto por duas células-guarda pareadas as quais circundam um poro microscópico, o ostíolo. Abaixo do poro encontra-se a câmara subestomática. As

células-guarda podem ainda ser acompanhadas de células subsidiárias ou companheiras. De acordo com o número de células subsidiárias ou ausência das mesmas, os estômatos são classificados como anomocíticos, paracíticos, anisocíticos ou tetracíticos quando há ausência, duas, três ou quatro células subsidiárias, respectivamente. Essa estrutura apresenta um comportamento dinâmico, sendo capaz de aumentar ou diminuir a resistência à passagem dos gases através do controle do potencial hídrico (Ψ_w) das células-guarda (ROELFSEMA; HEDRICH, 2005).

Muitos estudos relacionam distribuição, densidade, condutância estomática, dimensões dos estômatos e taxa de transpiração com parâmetros ambientais, tais como umidade relativa, temperatura do ar e intensidade de luz (PARKHURST, 1978; MUCHOW; SINCLAIR, 1989; FERRIS; TAYLOR, 1993). Estudos sobre os padrões de densidade de estômatos têm encontrado uma maior densidade estomática quando as folhas são expostas à alta irradiação solar ou a baixa disponibilidade hídrica, que estaria relacionado a um melhor controle da condutância estomática, propiciando um aumento na capacidade de regular as perdas de água por transpiração (LLERAS, 1974). Os parâmetros morfológicos dos estômatos, incluindo tamanho, frequência e distribuição variam enormemente entre as diferentes espécies arbóreas de um mesmo ambiente e também entre ambientes (PEARCE et al., 2006), mostrando assim que as plantas possuem a capacidade de ajustar estas características em resposta às pressões ambientais presentes no momento em que a folha está em formação (ABRAMS et al. 1994).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características estomáticas de duas espécies arbóreas nativas de Mata Atlântica com potencial para a produção de madeira estrutural utilizada nas construções civis.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no IFBA, campus Eunápolis, localizado no município de Eunápolis, BA, região da Costa do Descobrimento, com as coordenadas geográficas, latitude 16° 20' 55,6 "S, Longitude 39° 34' 43,2" W e altitude de 191 m., em uma área onde são cultivadas seis espécies arbóreas nativas de Mata Atlântica, Peroba, Ipê-felpudo e Louro, espécies "madeira dura". O plantio das mudas foi realizado em Março/2014, utilizando espaçamento entre plantas de 3 x 3 m, adubação de cobertura, compostagem, tratos culturais periódicos e irrigação nos primeiros meses após o plantio.

Foram coletadas amostras de folhas em 3 plantas de cada espécie (Louro Pardo e Jequitibá Rosa), sendo 2 folhas por indivíduo. Foi padronizada a coleta da primeira folha completamente expandida a partir do ápice do ramo. Folhas com sinais de ataque de herbívoros e/ou patógenos foram excluídas. O material foi usado ainda fresco. Lâminas para a análise do tamanho de estômatos e o número por unidade de área foliar superficial (densidade estomática) foram preparadas pela técnica de impressão da epiderme utilizando esmalte incolor. Em seguida, foram observadas em fotomicroscópio para obtenção das fotos. As imagens obtidas foram processadas no software Image J (<http://rsbweb.nih.gov/ij/>) para obtenção da área e contagem dos estômatos. Um total de 100 estômatos foram medidos.

Dados de área, comprimento e largura das folhas foram obtidas a partir de dez folhas de plantas de cada espécie estudada. As imagens das folhas foram digitalizadas e analisadas no programa ImageJ (<http://rsbweb.nih.gov/ij/>). A espessura da folha foi medida usando paquímetro (dez repetições por genótipo).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Foram realizadas comparações entre as médias por meio do teste-t ($P < 0,05$) e comparação entre as duas espécies, por meio do teste Tukey ($P < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Louro, *Cordia trichotoma*, encontra-se classificado na família Boraginácea, ordem Lamiales, classe Magnoliopsida (Dicotiledônea), e divisão Magnoliophyta (Angiosperma). Constitui-se em uma planta de tronco reto, de seção ovalada a cilíndrica; base normal nas árvores jovens e reforçadas nas árvores adultas. Apresenta fuste bem definido com até 15 m de altura, folhas simples, alternas, espiraladas, oblongo-agudas, subcoriáceas, com base aguda, ápice acuminado; lâmina do limbo com 7 a 17 cm de comprimento e 3 a 8 cm de largura, distintamente discolor, áspera e rica em pelos estrelados difusos na face dorsal e tomentosa, com pelos estrelados e entrelaçados na face ventral; margem fracamente sinuada, ondulada; pecíolo com 1 a 4,5 cm de comprimento, delgado, cilíndrico, superiormente leve sulcado, tomentoso e esbranquiçado. *C. trichotoma* apresenta folhas polimorfas e é extremamente variável na densidade do indumento, havendo formas quase glabras e fortemente pilosas, estas com tonalidade fulva (Rizzini, 1971).

Cariniana legalis (Martius) (Lecythidaceae), conhecida como jequitibá-rosa, é uma árvore semicaducifólia, comumente com 30 m a 50 m de altura e 70 a 100 cm de DAP. Espécie com característica de floresta secundária tardia, ocorre na sua maioria nas baixadas e encostas úmidas, sendo encontradas em pequenos grupos, no estrato superior da Floresta Ombrófila Densa. Dada a sua importância e as potencialidades de uso, esta espécie foi agrupada na lista das “espécies madeireiras promissoras”, por apresentar valor econômico comprovado, com produção de madeira valiosa e aptidão para programas de regeneração artificial (LORENZI, 1992).

No presente trabalho ao realizarem-se análises foliares em plantas de Louro e Jequitibá-rosa, verificaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os valores de área, de comprimento, de largura e de espessura foliar entre essas espécies, sendo que Louro apresentou os maiores valores (Tabela 1).

Tabela 1. Área, comprimento, largura e espessura de folhas de Louro e Jequitibá-rosa. Valores (média \pm erro padrão) seguidos de asterisco são significativamente diferentes ($P < 0,05$). (n=10).

	Jequitibá-rosa	Louro
Área (cm ²)	9,03 \pm 0,63*	42,32 \pm 6,42*
Comprimento (cm)	8,07 \pm 0,27*	42,72 \pm 2,11*

Largura (cm)	$3,09 \pm 0,06^*$	$13,01 \pm 0,14^*$
Espessura (mm)	$0,11 \pm 0,01^*$	$0,32 \pm 0,02^*$

Em relação às análises estomáticas observou-se que as duas espécies estudadas apresentam estômatos nas duas faces da folha, sendo chamadas de anfiestomáticas (Figuras 1- 4). Segundo Purkhust (1978) folhas anfiestomáticas apresentam vantagens quando a concentração de CO₂ interna limita a fotossíntese, como pode ocorrer em plantas de ambientes ensolarados, ou seja, com alta demanda evaporativa e alta irradiância. Os estômatos facilitam as trocas gasosas diminuindo a resistência da folha para a difusão dos gases. Através dos poros estomáticos o CO₂ e o vapor de água atravessam a barreira imposta pela camada limítrofe e o tecido epidérmico. Assim a localização dos estômatos nas folhas (um ou ambos os lados) afeta a resistência do mesofilo para a difusão do CO₂ (PURKHUST,1978).

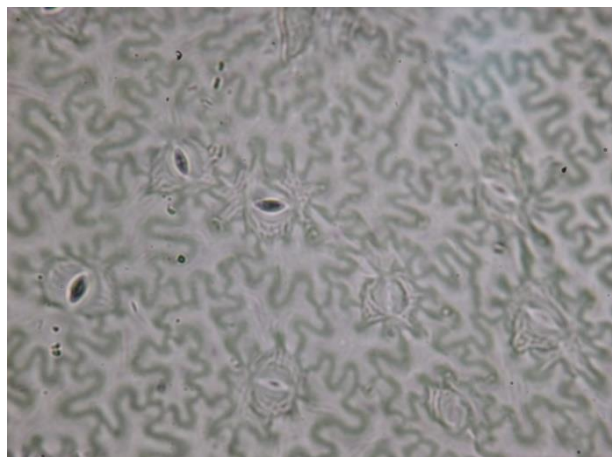


Figura 1. Superfície abaxial de folhas de Jequitibá-rosa. Objetiva de 40x. IFBA,2015.

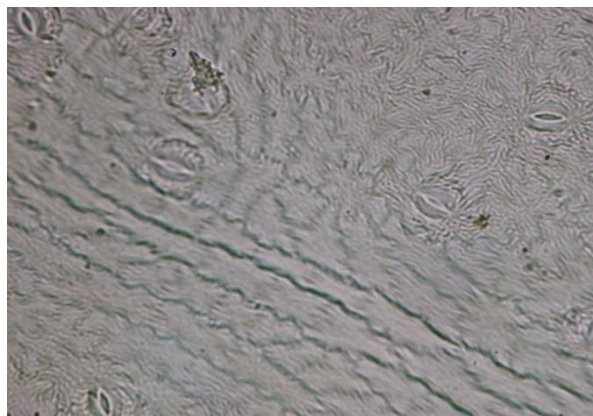


Figura 2. Superfície adaxial de folhas de Jequitibá-rosa. Objetiva de 40x.

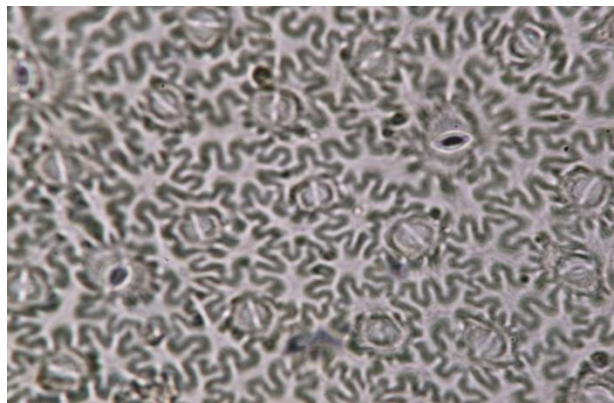


Figura 3. Superfície abaxial de folhas de Louro. Objetiva de 40x.

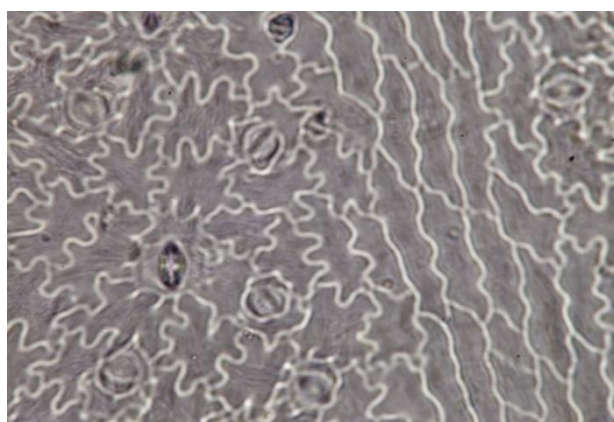


Figura 4. Superfície adaxial de folhas Louro. Objetiva de 40x. IFBA, 2015.

Observaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) comparando-se a área e a densidade dos estômatos entre as superfícies adaxial e abaxial das folhas dentro de cada espécie, bem como, entre as espécies, com exceção do tamanho dos estômatos na superfície abaxial entre as duas espécies (Tabela 2). Nas duas espécies foram encontrados maiores valores de tamanho de estômato na superfície adaxial das folhas, ao passo que, as maiores densidades estomáticas foram verificadas na superfície abaxial. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (1989), Tari (2003) e Al Afas et al. (2006), que observaram que nas folhas anfiestomáticas, o número de estômatos por unidade de área (densidade estomática) é comumente maior na epiderme abaxial do que na adaxial.

O Jequitibá-rosa possui estômatos maiores e maior densidade na superfície adaxial em relação ao Louro, que apresenta maior densidade na superfície abaxial (Tabela 2). Além disso, os maiores estômatos foram verificados nas folhas de jequitibá-rosa que apresentou os menores valores de área foliar.

Tabela 2. Área e densidade estomática de folhas de Jequitibá-rosa e Louro. Valores (média \pm erro padrão)

seguidas de asterisco são significativamente diferentes ($P < 0,05$). (n=100).

Estômato	Superfície	Jequitibá-rosa	Louro
Área (μm^2)	Adaxial	193 \pm 6,35*	165 \pm 5,67*
	Abaxial	160 \pm 6,97*	144 \pm 4,31*
Densidade (estômatos. mm^{-2})	Adaxial	142 \pm 8,21*	108,7 \pm 5,73*
	Abaxial	203,0 \pm 7,18*	298,7 \pm 10,97*

Muitos estudos relacionam distribuição, densidade, condutância estomática, dimensões dos estômatos e taxa de transpiração com parâmetros ambientais, tais como umidade relativa, temperatura do ar e intensidade de luz (PARKHURST, 1978; MUCHOW; SINCLAIR, 1989; FERRIS; TAYLOR, 1993). Os parâmetros morfológicos dos estômatos, incluindo tamanho, frequência e distribuição variam enormemente entre as diferentes espécies arbóreas de um mesmo ambiente e também entre ambientes (PEARCE et al., 2006), mostrando assim que as plantas possuem a capacidade de ajustar estas características em resposta às pressões ambientais presentes no momento em que a folha está em formação (ABRAMS et al. 1994).

4. CONCLUSÕES

Portanto há diferenças entre dimensões de folhas e estômatos entre as espécies estudadas e há uma relação inversa entre o tamanho das folhas e dos estômatos.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFBA pelas bolsas de iniciação científica e de pesquisador.

Referências

ABRAMS, M.D.; KUBISKE, M.E. & MOSTOLLER, S.A. Relating wet and dry year ecophysiology to leaf structure in contrasting temperate tree species. **Ecology**, v. 75, p. 123-133, 1994.

ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; GAJEGO, E. B.

Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Revista Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 63, 2005.

ARANDA, I; BERGASA, L.; GIL, L.; PARDOS, J. Effects of relative irradiance on the leaf structure of *Fagus sylvatica* L. seedlings planted in the understory of a *Pinus sylvestris* L. stand after thinning. **Annals Forestry Sciences**, v. 58, n. 6, p. 673-680, 2001.

CAMARGO, M.A.B. **Características Estomáticas Em Espécies Arbóreas Da Amazônia Central**. 2009, 53 f. Dissertação - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

CASSON, S.; GRAY, J. E. Influence of environmental factors on stomatal development. **New Phytologist**, Cambridge, v. 178, n. 1, p. 9-23, Feb. 2008.

CHAERLE, L.; SAIBO, N.; VAN DER STRAETEN, D. Tuning the pores: towards engineering plants for improved water use efficiency. **Trends in Biotechnology**, Cambridge, v. 23, n. 6, p. 308-315, June. 2005.

CUTTER, E.G. **Plant Anatomy. Part 1: Cells and tissues**. 2 ed. London: William Clowes & Sons, Limited, 1978. 315 p.

FERRIS, R. & TAYLOR, G. Stomatal Characteristics of four Native Herbs Following Exposure to Elevated CO₂. **Annals of Botany**, v. 73, p. 447-453, 1994.

GENTRY, A. H. Tropical Forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. **Oikos**, v. 63, n. 1, p. 19-28, 1992.

GIVNISH, T.J. Leaf and canopy adaptations in tropical forests. In: MEDINA, E.; MOONEY, H.A.; VAZQUEZ-YANES, C. (Eds.). **Physiological ecology of plants in the wet tropics**. Netherlands: Springer, 1984. p. 51-84.

LLERAS, E. Differences in stomatal number per unit are within the same species under different micro-environmental conditions: A working hypothesis. **Acta Amazonica**, v. 7, p. 473-476, 1974.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v. 2. Nova Odessa: Plantarum, 1992. p. 352.

MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1161-1170, 2005

MACIEL, M.N.M.; WATZLAWICK, L.F.; SCHOENINGER, E.R.; YAMAJI, F.M. Classificação ecológica das espécies arbóreas. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, v. 1, n. 2, p. 69-78, 2003.

MENGARDA, L. H. G.; SOUZA, R. L. F.; CAMPOSTRINI, E.; REIS, F. O.;

VENDRAME, W. A.; CUZZUOL, R. F. C. Light as an indicator of ecological succession in brazilwood (*Caesalpinia echinata* Lam.). **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 21, n. 1, p. 55-64, 2009.

MUCHOW, R.C.; SINCLAIR, T.R. Epidermal conductance, stomatal density and stomatal size among genotypes of *Sorghum-bicolor* (L.) Moench. **Plant, Cell and Environment**, v. 12, p. 425-431, 1989.

OLIVEIRA, W. L.; MEDEIROS, M. B.; MOSER, P.; PINHEIRO, R.; OLSEN, L. B.

Regeneração e estrutura populacional de jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril* L.), em dois fragmentos com diferentes graus de perturbação antrópica. **Acta Botanica Brasílica**, v. 25, n. 4, p. 876-884, 2011.

PARKHURST, D.F. Adaptive significance of stomatal occurrence on one or both surfaces of leaves. **Journal of Ecology**, v. 66, p. 367-383, 1978.

PEARCE, D.W.; MILLARD, S.; BRAY, D.F.; ROOD, S.B. Stomatal characteristics of riparian poplar species in a semi-arid environment. **Tree Physiology**, v. 26, p. 211-218, 2006.

ROELFSEMA, M. R.; HEDRICH, R. In the light of stomatal opening: new insights into “ghe Watergate”. **New Phytologist**, Cambridge, v. 167, n. 3, p. 665-691, Sept. 2005.

RIZZINI, C.T. **Plantas do Brasil. Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 294p.

SILVA, B. M. S; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. S.; SABONARO, D. Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1019-1026, 2007.