

**Aclimação fotossintética e crescimento de mudas de Schizolobium parahybum e de Hymenaea stilbocarpa submetidas a variação do regime luminoso**

U.C. Malavasi<sup>1</sup> e M.M. Malavasi<sup>2</sup>

**Resumo:** Plântulas de Schizolobium parahybum (Vell) Blake e de Hymenaea stilbocarpa Haynes foram conduzidas no campo sob as condições de uma clareira, sob a proteção de uma floresta secundária adjacente e sob condições de transposição (clareira-floresta e floresta-clareira). Os resultados indicaram a inexistência de modificações nas concentrações de clorofila **b** nas folhas das duas espécies, assim como nas concentrações de clorofila **a** nas folhas de guapuruvú. As folhas de jatobá formadas sob as condições dos tratamentos de transposição clareira-floresta e floresta-clareira apresentaram concentrações de clorofilas **a+b**, **a** e **a/b** similares àquelas das condições anteriores a transposição, respectivamente.

**Palavras-chave:** Hymenaea, Schizolobium, mudas, clorofilas

<sup>1</sup> Dept.de Ciências Ambientais,UFRRJ,CEP 23851-970,Itaguaí,RJ.

<sup>2</sup> Pesquisadora FAPEMIG,Dept.Ciê.Ftais,UFLA,CEP 37200,Lavras,MG.

**Introdução**

A dinâmica do regime luminoso nos ecossistemas florestais impõe dificuldades para a sobrevivência e o estabelecimento da regeneração de espécies florestais; diversas adaptações, relacionadas como estratégias de crescimento, tem sido comparadas e discutidas em relação às características de espécies de crescimento rápido (pioneiras) e de crescimento lento (clímax).

As variações do estímulo luminoso na natureza são aquelas relativas à quantidade (fluxo), à qualidade (comprimento de onda) e à periodicidade. Com relação à dinâmica do regime luminoso verificado no sub-bosque de um sistema florestal, a disponibilidade luminosa na escala de semanas ou meses pode levar a diferenças em aclimação fotossintética, morfogênese e crescimento (Chazdon 1988).

A concentração e a proporção de pigmentos fotossintéticos foliares variam com a espécie, o meio, a idade da folha e o grau de poluição (Kramer e Kozlowski 1979; Popma e Bongers 1991). Quando submetidas a condições de estresse, as alterações em clorofila **a** e **b** não são, geralmente, proporcionais (Kramer e Kozlowski 1979); alguns tipos de estresse aumentam a fração de clorofila **a** em relação a de clorofila **b** enquanto outros tipos induzem a um decréscimo.

A concentração de clorofilas nas folhas dos vegetais não é constante; quando as folhas sombreadas de um vegetal são expostas a alta irradiância ocorre fotoinibição da fotossíntese

(Oberbauer e Strain 1985) bem como alterações anatômicas e qualitativas de seus constituintes (Lambers e Poorter 1992; Waller 1986).

Fetcher, Strain e Oberbauer (1983) compararam a aclimatação da pioneira Heliocarpus appendiculatus com a não-pioneira Dipteryx panamensis. Mudanças conduzidas sob exposição total (100 % RT), sombra parcial (20 % RT) e sombra total (2 % RT) foram transferidas entre ambientes; o crescimento da pioneira foi mais plástico do que o da não-pioneira em resposta às mudanças no meio luminoso. Com mudas da espécie clímax Pentaclethra macroloba, Oberbauer e Strain (1985) observaram que as mudas trocadas experimentalmente da condição de exposição total (100 % RT) e de 25 % de exposição total (25% RT) para uma outra de apenas 1 % de exposição total (1 % RT) tiveram uma troca de CO<sub>2</sub> negativa e sofreram abscisão foliar resultando em crescimento negativo; por outro lado, as mudas trocadas de 1 % RT para a condição de 100% RT mostraram severa fotoinibição e danos foliares. Os autores concluíram que houve pouca aclimatação fotossintética com as mudanças no regime luminoso.

O objetivo deste experimento foi o de comparar e quantificar as alterações em alguns parâmetros de crescimento e nas concentrações de clorofilas em mudas de duas espécies florestais, uma de crescimento rápido (Schyzolobium parahybum (Vell) Blake) e outra de crescimento lento (Hymenaea stilbocarpa

Haynes), oriundas do sistema Mata Atlântica, expostas a variação no regime luminoso sob condições de campo.

### **Materiais e Métodos**

As mudas, produzidas com sementes coletadas de matrizes locais, foram conduzidas em Itaguaí, RJ (22° 34' S e 42° 19' W). Após os procedimentos devidos para a quebra de dormência, as sementes foram semeadas diretamente em sacos plásticos com volume de 2,5 l preenchidos com substrato oriundo de matas secundárias locais. Após o desenvolvimento do primeiro par de folhas definitivas, 60 mudas de jatobá e 60 de guapuruvú foram colocadas no centro de uma clareira com raio de 8 m e vegetação herbácea sob 100% de radiação direta total ao nível do solo (tratamento T<sub>100%</sub>) e igual número sob a copa de uma floresta secundária adjacente cujo fluxo de radiação ao nível do solo era, em média, de 44% daquele na clareira (tratamento T<sub>44%</sub>). As medições de radiação direta foram executadas com um radiômetro em dias de céu claro (sem nuvens) ao redor do meio dia. Após noventa dias, 30 mudas de jatobá e 30 de guapuruvú foram transportadas do tratamento T<sub>100%</sub> para o tratamento T<sub>44%</sub> e, reciprocamente, do tratamento T<sub>44%</sub> para o tratamento T<sub>100%</sub>, mudas estas que passam a ser designadas de tratamento T<sub>100%/44%</sub> e de tratamento T<sub>44%/100%</sub>, respectivamente.

Ao final de mais 90 dias, 60 discos foliares (0,5 cm<sup>2</sup> cada) por espécie e tratamento, 2 discos foliares por muda, foram coletados com um perfurador da parte central das folhas completamente expandidas do terço superior da copa de cada muda. Foram tomadas medidas da altura total e o peso total do vegetal seco foi determinado em estufa a 70 °C até peso constante. A determinação de clorofilas, segundo a metodologia de Witham, Blaydes e Devlin (1971), foi executada em 30 discos foliares enquanto a outra metade (30 discos) foi colocada em estufa para determinação de peso seco e do peso da folha por unidade de área foliar. Cada disco foliar foi macerado em 5 ml de acetona 80 % (v/v); o extrato foi homogeneizado com um agitador de bancada por 3 minutos, diluído em 15 ml de acetona e as concentrações de clorofilas determinadas com espectrofotômetro marca Micronal modelo B34211 nas bandas de 663 nm e 645 nm. Dos dados finais foram derivadas a taxa de área foliar (área foliar/peso da planta inteira seca) e a área foliar específica (área foliar/peso foliar seco). A área foliar específica foi determinada através da relação entre área foliar do disco e o peso da matéria seca do disco foliar. De posse deste dado, a área foliar por planta pode ser estimada através da relação área foliar específica e peso total da matéria foliar seca (Pereira e Machado 1987).

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2 ( 4 tratamentos e 2

espécies) com 30 mudas por espécie para cada um dos 4 regimes experimentais. As diferenças entre médias foram comparadas com o teste LSD.

### **Resultados e Discussão**

A maior ou menor facilidade em utilizar as variações no fluxo de radiação incidente é um dos fatores determinantes no pleno estabelecimento e sobrevivência de jovens indivíduos florestais. Ao final do período experimental, mudas de Schizolobium apresentaram maiores dimensões (peso total, altura e área foliar) do que as mudas de Hymenaea como esperado quando da comparação do crescimento inicial entre organismos vegetais de crescimento rápido e de crescimento lento (Tabela 1). Os maiores valores de peso total seco foram obtidos com mudas de guapuruvú e jatobá sob 44 % de radiação total. Ferreira et al. (1977) obtiveram, sob condições constantes de sombreamento, maior produção de matéria seca total em mudas de jatobá sob 0 % de sombreamento em relação a 50 % de sombreamento enquanto que para mudas de guapuruvú não foram detectadas alterações. Como as condições de crescimento não foram controladas, a irregularidade na precipitação e a redução no déficit de saturação sob a proteção das copas da floresta secundária podem ter amenizado os estresses ambientais impostos as mudas durante o experimento resultando em um maior acúmulo de biomassa. Os dados climáticos do ano de 1994 para a região, segundo Mattos et al. (1995),

indicaram que a evapotranspiração potencial foi 7 % superior e que a deficiência hídrica foi 3 vezes maior que os valores normais.

As mudas de jatobá submetidas à mudança de regime luminoso apresentaram menor peso total seco do que as mudas dos tratamentos T<sub>100%</sub> e T<sub>44%</sub> enquanto que as mudas de guapuruvú mostraram pesos intermediários àqueles. Em relação ao crescimento primário (altura), as mudas de jatobá dos tratamentos T<sub>44%/100%</sub> e T<sub>100%/44%</sub> apresentaram alturas finais inferiores aquelas dos tratamentos T<sub>100%</sub> e T<sub>44%</sub> enquanto que nas mudas de guapuruvú dos tratamentos T<sub>44%/100%</sub> e T<sub>100%/44%</sub> as alturas foram similares as obtidas no tratamento T<sub>100%</sub>. Em geral, as espécies de crescimento lento são mais susceptíveis a taxa vermelho/vermelho longo (Hutchings e de Kroon 1994).

As áreas foliares das mudas de jatobá submetidas aos vários tratamentos não diferiram estatisticamente entre si; já as mudas de guapuruvú transportadas do tratamento de alta para o de baixa irradiância (tratamento T<sub>100%/44%</sub>) apresentaram as menores áreas foliares. Estas observações podem ser interpretadas como resultado das intrínsecas diferenças entre as estratégias de crescimento dos vegetais (crescimento lento comparado com crescimento lento). As taxas de área foliar por tratamento, por outro lado, não demonstraram modificações estatisticamente significativas nas mudas das duas espécies, apesar de não ter havido anotações referentes à abscisão foliar com a transposição

das mudas. A área foliar específica nas mudas de guapuruvú dos tratamentos  $T_{44\%/100\%}$  e  $T_{100\%/44\%}$  foram similares, estatisticamente, àquelas dos tratamentos  $T_{44\%}$  e  $T_{100\%}$ , respectivamente. Nas mudas de jatobá, a maior área foliar específica  $0,0305 \text{ m}^2/\text{g}$  foi obtida em mudas sob a proteção da floresta (tratamento  $T_{44\%}$ ) enquanto que a menor  $0,0088 \text{ m}^2/\text{g}$  foi calculada sob condições de alta irradiância (Tabela 2).

A análise dos dados dos teores de clorofila revelou que houve uma significativa interação ( $P=0,003$ ) entre tratamentos e espécies. As concentrações de clorofilas (Tabela 3) detectadas indicaram que, em mudas de guapuruvú, as alterações não foram estatisticamente significantes, exceto na relação **a/b**. Já as mudas de jatobá mostraram uma maior variabilidade; nestas, as folhas desenvolvidas sob condições do tratamento  $T_{44\%/100\%}$  apresentaram maior concentração de clorofilas do que sob condições do tratamento  $T_{100\%/44\%}$ . Por outro lado, clorofila **b** não apresentou alterações significativas nas folhas de mudas das duas espécies. As concentrações de clorofilas das folhas novas de jatobá formadas sob as condições dos tratamentos  $T_{44\%/100\%}$  e  $T_{100\%/44\%}$  se mostraram estatisticamente diferentes daquelas dos tratamentos  $T_{44\%}$  e  $T_{100\%}$ , respectivamente.

Poucos são os estudos relacionados a aclimação fotossintética em mudas de espécies florestais tropicais. De modo geral, Boardman (1977) sugeriu que folhas cultivadas sob baixas intensidades de luz apresentam mais clorofila por unidade



de peso ou unidade de volume da folha mas que os teores de clorofilas por unidade de área são frequentemente mais baixos em comparação às folhas das plantas cultivadas sob maior intensidades de luz. Os resultados obtidos neste experimento contrastam com aqueles publicados por Fetcher, Strain e Oberbauer (1983) que apontaram maior plasticidade na espécie pioneira do que a da não-pioneira e concordam com os obtidos por Naves (1993) com espécies do cerrado Sesbania e Cyristax ( de crescimento rápido) e Copaifera (de crescimento lento) assim como com os da espécie tolerante à sombra da Ásia tropical Bischofia javanica reportados por Kamadullin e Grace (1993).

As folhas de jatobá, desenvolvidas após a transferência das mudas para os novos regimes luminosos, apresentaram concentrações de clorofila equivalentes aquelas das folhas formadas sob os regimes de radiação inicial enquanto que, nas folhas de guapuruvú, as alterações foram mínimas. Com base nas diferenças em área foliar específica e nas em clorofila (**a+b**, **a** e **a/b**) das mudas de jatobá submetidas a mudanças no regime luminoso, assim como na ausência de modificações nas folhas de guapuruvú, pode ser concluído que as mudas de jatobá apresentaram mais facilidade à aclimação do aparelho fotossintético em relação a alterações do estímulo luminoso do que as mudas de guapuruvú, em condições de campo.

**Growth and photosynthetic acclimation on Schyzolobium parahybum (Vell) Blake and Hymenaea stilbocarpa Haynes seedlings submitted to different light regimes**

**Summary:** Seedlings of Schyzolobium parahybum (Vell) Blake and Hymenaea stilbocarpa L. were potted grown for 90 days in a gap under full sunlight and in a naturally semi shaded secondary forest, with approximately 44% of full sunlight, located at Itaguaí, RJ, Brazil. Half of the seedlings from each species grown under full radiation where moved under the forest canopy and vice versa, for another 90 days.

The results indicated that changes in leaf chlorophylls ( $a+b$ ,  $a$  e  $a/b$ ) of the slow growing Hymenaea seedlings where more plastic than those obtained from the rapid growing Schyzolobium seedlings. Leaf chlorophylls of newly formed leaves of Hymenaea in the 44%/100% treatment and the 100%/44% treatments seedlings were not significantly different from those of the controls, respectively.

Key- words: Hymenaea, Schizolobium, seedling, chlorophyll

### **Referências bibliográficas**

- BOARDMAN, N.K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. Annual Review Plant Physiology 28:355-355.1977.
- CHAZDON, R.L. Sunflecks and their importance to forest understory plants. Advances in Ecological Research.18:2-54.1988.
- FERREIRA, M das G., M.; CÂNDIDO, J.F.; CANO, M.A.O.e A.R. CONDÉ. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas.Revista Árvore 1(2):121-133.1977
- FETCHER, N.; STRAIN, B.R. e S.F. OBERBAUER. Effects of light regimes on the growth, leaf morphology and water relations of seedlings of tree species of tropical trees. Oecologia 58:314-319.1983.
- HUTCHINGS, M.J. e H. de KRONN. Foraging in plants: the role of morphological plasticity in resource aquisition. Advances in Ecological Research 25:160-238.1994.
- KAMADULLIN, M. e J. GRACE. Growth and photosynthesis of tropical forest tree seedlings (Bischofia javanica Blume) as

- influenced by change in light availability. Tree Physiology 13:189-201.1993.
- KRAMER, P.J. e T. KOZLOWSKI. Physiology of Woody Plants. New York, Academic Press. 811 p.1979.
- LAMBERS, H. e H. POORTER. Physiology and ecology of growth rate variation. Advances in Ecological Research 23:188-261.1992.
- MATTOS, C.C.L.V.; SILVA, M.A.O.; OLIVEIRA, M.N. e I.B. COMBAT. Boletim Agrometeorológico-UFRRJ - 1994. Floresta e Ambiente 3,no prelo.1995.
- NAVES, V.L. Crescimento, distribuição de matéria seca, concentração de clorofilas e comportamento estomático de mudas de 3 espécies florestais submetidas a diferentes níveis de radiação ativa. Tese MSc, UFPA, Lavras. 76 p. 1993.
- OBERBAUER, S.F. e B.R. STRAIN. Effects of light regime on the growth and physiology of Pentaclethra macroloba (Mimosaceae) in Costa Rica. Journal of Applied Tropical Ecology 1:303-320.1985.
- PEREIRA, A.R. e E.C. MACHADO. Análise quantitativa do crescimento de comunidade vegetais. Boletim Instituto Agrônomo, Campinas, n.114.1987.
- POPMA, J. e F. BONGERS. Acclimation of seedlings of three Mexican rain forest species to a change in light availability. Journal of Tropical Ecology 7:85-97.1991.

WALLER, D.M. The dynamics of growth and form. **In** Plant Ecology,

M.J.CRAWLEY, ed.Oxford, London.496 p.1986.

WITHAM, F.H., D.F. BLAYDES e R.M. DEVLIN. Experiments in Plant

Physiology. New York. pg 55-58.1971.

**Tabela 1:** Area foliar (dm<sup>2</sup>), altura (cm) e peso total seco (g) médios em mudas de guapuruvú e jatobá 180 dias após a expansão das primeiras folhas definitivas sob diferentes regimes de radiação.

Espécies	Parâmetros	Tratamentos			
		T <sub>100%</sub>	T <sub>44%</sub>	T <sub>44%/100%</sub>	T <sub>100%/44%</sub>
<u>Schyzolobium</u>	área foliar	12,98 <sub>a</sub>	10,01 <sub>b</sub>	11,54 <sub>b</sub>	9,34 <sub>c</sub>
	altura	70,55 <sub>b</sub>	80,17 <sub>a</sub>	72,81 <sub>b</sub>	74,72 <sub>b</sub>
	peso total seco	21,90 <sub>c</sub>	24,50 <sub>a</sub>	23,90 <sub>b</sub>	22,80 <sub>b</sub>
<u>Hymenaea</u>	área foliar	2,88 <sub>a</sub>	2,79 <sub>a</sub>	2,61 <sub>a</sub>	2,70 <sub>a</sub>
	altura	16,78 <sub>a</sub>	17,95 <sub>a</sub>	14,33 <sub>b</sub>	14,54 <sub>b</sub>
	peso total seco	4,50 <sub>b</sub>	4,90 <sub>a</sub>	3,91 <sub>c</sub>	3,89 <sub>c</sub>

(médias, na horizontal, seguidas de letras iguais não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade)

**Tabela 2:** Area foliar específica (m<sup>2</sup>/g) e taxa área foliar (m<sup>2</sup>/g) médias em mudas de guapuruvú e jatobá 180 dias após a expansão das primeiras folhas definitivas em diferentes condições de radiação.

Espécies	Parâmetros	Tratamentos			
		T <sub>100%</sub>	T <sub>44%</sub>	T <sub>44%/100%</sub>	T <sub>100%/44%</sub>
<u>Schyzolobium</u>	área foliar específica	0,0396 <sub>a</sub>	0,0305 <sub>b</sub>	0,0352 <sub>a</sub>	0,0285 <sub>b</sub>
	taxa área foliar	0,059 <sub>a</sub>	0,041 <sub>b</sub>	0,048 <sub>b</sub>	0,041 <sub>b</sub>
<u>Hymenaea</u>	área foliar específica	0,0088 <sub>d</sub>	0,0305 <sub>a</sub>	0,0123 <sub>c</sub>	0,0198 <sub>b</sub>
	taxa área foliar	0,064 <sub>a</sub>	0,057 <sub>b</sub>	0,066 <sub>a</sub>	0,069 <sub>a</sub>

(médias, na horizontal, seguidas de letras iguais não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade)

**Tabela 3:** Concentração média de clorofilas (mg/m<sup>2</sup>) em folhas de mudas de guapuruvú e jatobá submetidas a diferentes regimes de radiação.

Espécie	Clorofila	T <sub>100%</sub>	T <sub>44%</sub>	T <sub>44%/100%</sub>	T <sub>100%/44%</sub>	F	P
<u>Schyzolobium</u>	a + b	408 <sub>a</sub> ±28	427 <sub>a</sub> ±26	419 <sub>a</sub> ±19	456 <sub>a</sub> ±27	0,5	0,350
	a	312 <sub>a</sub> ±20	327 <sub>a</sub> ±19	320 <sub>a</sub> ±22	346 <sub>a</sub> ±17	0,9	0,630
	b	96 <sub>a</sub> ±6	100 <sub>a</sub> ±9	99 <sub>a</sub> ±4	110 <sub>a</sub> ±8	0,8	0,570
	a/b	3,25 <sub>a</sub> ±0.4	3,27 <sub>a</sub> ±0.2	3,23 <sub>a</sub> ±0.2	3,14 <sub>b</sub> ±0.2	8,5	0,004*
<u>Hymenaea</u>	a + b	432 <sub>a</sub> ±25	308 <sub>b</sub> ±15	427 <sub>a</sub> ±22a	338 <sub>b</sub> ±28	7,3	0,003*
	a	351 <sub>a</sub> ±19	240 <sub>b</sub> ±12	356 <sub>a</sub> ±18	263 <sub>b</sub> ±20	11,3	0,0001**
	b	111 <sub>a</sub> ±7	109 <sub>a</sub> ±3	113 <sub>a</sub> ±4	116 <sub>a</sub> ±8	0,8	0,520
	a/b	3,16 <sub>a</sub> ±0,3	2,20 <sub>b</sub> ±0,1	3,15 <sub>a</sub> ±0,2	2,26 <sub>b</sub> ±0,1	31,9	0,0001**

(médias, na horizontal, seguidas de letras iguais não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade)

\* significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

\*\* significativo ao nível de 1 % de probabilidade.