

Efeito de Fatores Ambientais no Crescimento de Mudanças de Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.)

FRANCISMAR F. A. AGUIAR¹ e CLAUDIO J. BARBEDO²

¹Instituto de Botânica, Seção de Ornamentais, Caixa Postal 4005, CEP 01061-970, São Paulo (SP).

²Instituto de Botânica, Seção de Sementes e Melhoramento Vegetal.

RESUMO

Em experimento conduzido no Instituto de Botânica, em São Paulo (SP), foram observados os efeitos de condições ambientais sobre o crescimento de mudas de pau-brasil. Três níveis de luminosidade e dois de temperatura foram combinados para obter os ambientes de crescimento dessas mudas. Os tratamentos constituíram-se de quatro ambientes: a) casa de vegetação, com sombreamento de 50%; b) pleno-sol, em ambiente aberto; c) ripado, com 50% de sombreamento e d) telado, com 80% de sombreamento. Em cada ambiente foram colocadas mudas de *C. echinata* com 17 meses de idade e, nessa época e após 12 e 24 meses, avaliaram-se a altura das plantas, o diâmetro do caule à altura do colo e o número de folhas por planta. Os resultados mostraram aumento na velocidade de crescimento de mudas sombreadas, quando o sombreamento foi de até 50%. Entretanto, as mudas sombreadas em ambiente aberto (ripado) cresceram mais rapidamente em altura, não tendo o mesmo aumento na velocidade de crescimento para diâmetro do caule e para número de folhas. Já nas mudas em casa de vegetação, também sombreadas em 50%, o aumento na velocidade de crescimento foi mais equilibrado. O sombreamento de 80% mostrou-se prejudicial ao crescimento das mudas, diminuindo a velocidade de crescimento dos três parâmetros avaliados.

Palavras-chaves: *Caesalpinia echinata*, crescimento de mudas, condições ambientais.

ABSTRACT

Effect of environmental conditions on the growth of pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) seedlings.

The effects of different conditions of light and temperature on the initial growth of "pau-brasil" plants were observed at Botanical Institute, in São Paulo, SP. Four environmental conditions were tested with an arrangement of three light levels (0%, 50%, and 80% of shade) and two temperature levels (ambient and greenhouse conditions). Seedlings were grown under the following conditions: a) in a greenhouse covered by a 50% shade screen; b) direct sunlight, outdoors; c) outdoors covered by a 50% shade screen and d) outdoors covered by a 80% shade screen. Plant height, stem diameter and number of leaves per plant were evaluated at 17 (initial), 29 and 41 months of age. The results showed that seedling growth was accelerated by both shading (up to 50%) and increased temperature (greenhouse conditions). However, growth was more equally distributed among the evaluated characteristics for seedlings growing under 50% shading at greenhouse conditions. Seedlings growing under 50% shading at ambient temperatures (outdoors) showed an increase in plant height greater than in other structures as stem diameter and number of leaves per plant. Seedlings growing under 80% screen shading experienced the slowest growth rates for all three parameters measured.

Key words: *Caesalpinia echinata*, seedling growth, environmental conditions.

1. INTRODUÇÃO

Na época do descobrimento do Brasil, *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) era abundante no litoral brasileiro entre o Rio de Janeiro e Rio Grande do Norte. Da sua madeira extraía-se um corante vermelho (brasilina), empregado pelos europeus para tingir tecidos e fabricar tinta de escrever. Além de sua importância histórica, o pau-brasil apresenta ainda um potencial econômico, associado à produção de madeira, e uma utilização ornamental e paisagística. Ainda hoje, embora em pequena escala, ocorre exportação de pau-brasil para a Alemanha, onde é utilizado na confecção de arcos de violinos. No Brasil, é utilizado tanto para confecção de arcos de violinos como em paisagismo (RAMALHO, 1978; AGUIAR & AOKI, 1983; AGUIAR & GURGEL FILHO, 1986; AGUIAR & PINHO, 1986 e AGUIAR, 1992).

Muito cuidado deve ser tomado na formação de mudas de pau-brasil, por apresentarem crescimento bastante lento. AGUIAR (1984) observou uma altura média, para plantas dessa espécie, de 0,63 m sete meses após o plantio, em cerrado. Após essa fase inicial, o crescimento passa a ser mais rápido, atingindo um incremento médio anual em altura, após cinco anos, de 0,75 a 0,90 m e, em diâmetro do caule, de 1,4 a 1,84 cm (AGUIAR, 1992).

Além disso, o crescimento inicial de plantas de *C. echinata* é muito afetado por condições adversas do ambiente. Assim, mudas de pau-brasil, que aos dois anos após o plantio podem atingir 3,5m de altura (MARINHO, 1985), quando passam por uma geada (AGUIAR, 1984) ou geada seguida de estiagem (SILVA, 1978), reduzem a velocidade de crescimento, atingindo altura de 2,3 m aos dois anos e meio e 1,55m aos três anos.

Vários fatores ambientais podem afetar o desenvolvimento inicial de plantas de *C. echinata*, dentre os quais destacam-se a temperatura, o regime e a intensidade de luz. Quanto à necessidade de luz da espécie, pode-se avaliar sua magnitude através de sombreamento artificial no viveiro, o que confere uniformidade de iluminação e permite isolar o efeito da luz, mantendo a facilidade de operacionalização das práticas culturais (ENGEL, 1989). POGGIANI et al. (1992) destacaram a importância da luz para as essências florestais, por possuírem a faculdade de desenvolver diferentes estruturas anatômicas e morfológicas quando crescem em diferentes situações de luminosidade. Casos extremos de luminosidade, por exemplo, podem diminuir o crescimento devido ao aumento da temperatura e conseqüentemente da respiração das plantas, causando diminuição da produção líquida da fotossíntese (LAURIE et al., 1979). POGGIANI et al. (1992) relataram, ainda, que dentre os vários parâmetros usados para avaliar as respostas de crescimento de plantas florestais à intensidade luminosa, a altura e o diâmetro do caule à altura do colo assumem grande importância.

Neste contexto, objetivou-se investigar a influência do ambiente sobre o desenvolvimento de mudas de *C. echinata* em viveiro, principalmente quanto a mudanças nas condições de luz e temperatura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se mudas de *C. echinata* produzidas em casa de vegetação, onde permaneceram pelo período de dezessete meses, sendo então levadas para os ambientes programados. As mudas, com altura média de 40 cm, foram acondicionadas em sacos plásticos pretos, com capacidade para sete litros, contendo como substrato a mistura de

solo de barranco e terra vegetal em partes iguais. Foram testados três níveis de luminosidade: plena luz e sombreamentos de 50 e 80%.

Para se verificar alterações no crescimento das mudas em função da elevação na temperatura, foram colocadas mudas em casa de vegetação com sombreamento de 50%, oriundo de sombrite colocado pelo lado externo do teto. Fora da casa de vegetação, para esse mesmo sombreamento (50%), utilizouse cobertura de ripado, a quatro metros de altura do solo. O sombreamento de 80% foi utilizado apenas fora da casa de vegetação, empregando-se sombrite, colocado três metros acima do solo. Dessa forma, os tratamentos ficaram distribuídos em: T1 = mudas em casa de vegetação (sombreamento de 50% e com temperaturas acima das externas à casa de vegetação); T2 = mudas a pleno sol (sem sombreamento ou elevação na temperatura); T3 = mudas sob ripado (com 50% de sombreamento, sem elevação na temperatura) e T4 = mudas sob telado (com 80 % de sombreamento, sem elevação na temperatura). As mudas foram mantidas nessas condições por dois anos.

Aos doze meses de idade, todas as mudas receberam 25 g de superfosfato simples e aos 24 meses de idade, aplicou-se mais 25 g de NPK (10:10:10) que foram incorporados ao solo através de três furos com 5 cm de profundidade. Foram realizadas regas diárias de acordo com a necessidade das plantas. Não houve incidência visível de insetos ou microrganismos durante o período do experimento.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições e quatro tratamentos, com dezesseis plantas por parcela, sendo consideradas todas úteis. As mudas foram distribuídas em vários pontos no interior da casa de vegetação e do ripado. O efeito ambiental sobre o cresci-

mento das mudas foi avaliado através de mensurações de altura total (Ht), diâmetro à altura do colo e número de folhas por planta tomados aos 17 (início), 29 e 41 meses de idade. Para medida de Ht utilizou-se régua graduada com precisão de 1 cm, medindo-se do colo ao ponto mais alto da planta. O diâmetro à altura do colo foi avaliado com paquímetro (precisão de 0,1 cm), colocado rente à superfície do solo. Para o número de folhas, realizou-se contagem de todas as folhas verdes em cada muda. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste F, sendo as médias dos tratamentos comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho estão apresentados na Tabela 1. Notou-se, nesses, que a altura das mudas foi afetada pelas modificações ambientais, principalmente da luminosidade. Verificou-se que um sombreamento de 50% resultou em maior velocidade de alongação das mudas, quando comparadas àquelas que permaneceram em pleno sol. As mudas que permaneceram sob ripado, com 50% de sombreamento, apresentaram altura inicial (aos 17 meses) inferior às colocadas em pleno sol. Ao final do primeiro ano de desenvolvimento (29 meses), a altura das mudas de ambas as condições já se equiparava e, ao final do segundo ano (41 meses), ocorreu inversão nos valores iniciais, com as mudas sob ripado apresentando altura média cerca de 25% mais elevada que as de pleno sol. Esse comportamento diferenciado entre as mudas refletiu-se no incremento médio anual (IMA), com as mudas sob ripado superando em aproximadamente 60% as de pleno sol. Entretanto, um aumento de 50 para 80%, no sombreamento dessas mudas, anulou essa diferença e as mudas desenvolvidas sob

Tabela 1. Médias obtidas para altura das plantas, diâmetro à altura do colo e número de folhas por planta, com seus respectivos incrementos médios anuais (IMA), de mudas de *Caesalpinia echinata* Lam., em diferentes ambientes de desenvolvimento. São Paulo, 1990.

Ambientes	ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO			
	17 meses	29 meses	41 meses	IMA
ALTURA DA PLANTA(cm)				
casa de vegetação				
(50% sombreamento)	40,76 ab ¹	88,31 a	147,62 a	53,43a
pleno sol (s/ sombreamento)	46,18 a	75,56 ab	107,06 b	30,44 b
ripado (50% sombreamento)	36,81b	79,81 ab	133,31a	48,25 a
telado (80% sombreamento)	39,31 ab	72,81 b	107,94b	34,31 b
C.V (%)	8,16	8,05	7,79	10,26
F	5,69*	4,52*	16,99**	26,50**
DIÂMETRO DO CAULE À ALTURA DO COLO (cm)				
casa de vegetação				
(50% sombreamento)	0,67	1,23 a	1,40 a	0,37 a
pleno sol (s/ sombreamento)	0,68	1,34 a	1,47 a	0,39 a
ripado (50% sombreamento)	0,65	1,03 b	1,20 b	0,27 b
telado (80% sombreamento)	0,64	0,95b	1,02 c	0,19 c
C.V (%)	6,78	5,52	5,32	9,17
F	0,89 ns ²	32,42**	36,16**	42,27**
NÚMERO DE FOLHAS				
casa de vegetação				
(50% sombreamento)	6	13,62 a	17,94 a	5,97 a
pleno sol (s/ sombreamento)	6	11,19 ab	12,56 bc	3,28 bc
ripado (50% sombreamento)	6	9,56 b	15,94 ab	4,97 ab
telado (80% sombreamento)	6	9,44 b	10,69 c	2,34 c
C.V (%)	-	15,30	14,57	25,12
F	-	5,42*	9,85**	9,85**

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas e dentro de cada característica, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

² não significativo pelo teste F.

* significativo ao nível de 5% pelo teste F.

** significativo ao nível de 1% pelo teste F.

esse maior sombreamento apresentaram crescimento em altura com valores próximos aos das desenvolvidas com luminosidade total, conforme pode ser verificado pela comparação entre as mudas sob telado e as mudas a pleno sol. O aumento na altura de mudas de espécies arbóreas, com um sombreamento de até 50%, foi também constatado por DRUMOND & LIMA (1993) em *Leucaena leucocephala* (leucena - também uma leguminosa arbórea) e em *Amburana cearensis* (cumaru - espécie arbórea da região Nordeste do Brasil). Estes autores também verificaram que, para essas mudas, a partir de 50% o sombreamento não se reflete em aumento no crescimento em altura. A influência da luminosidade no crescimento em altura já foi também prevista e verificada por POGGIANI et al. (1992), que observaram aumento na altura de mudas de *Piptadenia rigida*, *Schizolobium parayba* e *Albizzia lebbbeck*, com o sombreamento.

Ainda quanto à altura das mudas, apesar de ter sido observado maior incremento médio anual em mudas que permaneceram na casa de vegetação, esse foi estatisticamente diferente do das mudas a pleno sol, mas não do das mudas sob ripado. Assim, não se pode concluir, pelos dados apresentados, sobre o efeito da temperatura nessa característica, pois o efeito do sombreamento foi muito mais expressivo. Deve-se salientar, ainda, que o mais elevado valor de IMA (53 cm) observado no presente trabalho está aquém dos valores verificados para plantas de pau-brasil com idade um pouco mais avançada, que podem chegar à ordem de 75 a 90 cm dos 5 aos 7 anos (AGUIAR, 1992), ou seja, aproximadamente um ano e meio após o último período de estudo do presente trabalho.

Se o sombreamento proporcionou, nas mudas de *C. echinata*, um aumento na velocidade de crescimento em altura, o mesmo não

se verificou para o crescimento em diâmetro (Tabela 1). A redução da luminosidade ocasionou menor crescimento no diâmetro à altura do colo, tanto menor quanto mais intenso o sombreamento. Essa redução no crescimento foi mais pronunciada após um ano, quando as mudas deixadas a pleno sol aumentaram seu diâmetro em aproximadamente 97%, ao passo que as sombreadas em 50% (ripado) cresceram apenas 58% e as submetidas a 80% de sombreamento (telado) ficaram em 48%. Entretanto, do primeiro ao segundo ano houve uma tendência de reversão nessa perda de crescimento, pois as mudas deixadas a pleno sol aumentaram seu diâmetro a altura do colo em 10%, no período, enquanto as sob ripado chegaram aos 17%, ficando as mudas sob telado com um aumento de 7% no seu diâmetro. Em mudas de *Piptadenia rigida*, *Schizolobium parayba* e *Albizzia lebbbeck*, a redução na luminosidade também resultou em diminuição no crescimento do diâmetro do colo (POGGIANI et al., 1992).

Ainda com relação a essa característica, observou-se que o incremento médio anual ficou bem abaixo dos valores a que pode chegar a espécie dos cinco aos sete anos (AGUIAR, 1992). Enquanto no presente trabalho esse valor, de um e meio a três anos e meio, ficou próximo de 0,4 cm, dos cinco aos sete anos AGUIAR (1992) obteve até 1,8 cm, podendo-se supor, então, e em função da velocidade de recuperação no crescimento do diâmetro à altura do colo das mudas sombreadas, que essas poderiam rapidamente eliminar a diferença de diâmetro em relação às produzidas a pleno sol. Ainda com relação ao diâmetro do colo, a elevação na temperatura não alterou a velocidade de seu crescimento, conforme pode-se verificar entre as mudas desenvolvidas a pleno sol e as produzidas em casa de vegetação (Tabela 1). Entretanto, deve-se lembrar que as mudas em casa de vegetação também estavam sombrea-

das em 50%. Assim, quando comparadas às mudas sob ripado, nota-se que a elevação na temperatura eliminou o efeito negativo do sombreamento. Portanto, apesar de não se terem diferenciado quanto à altura, as mudas em casa de vegetação apresentaram aumento na velocidade de crescimento de forma mais equilibrada que as mudas sob ripado, onde houve apenas sombreamento.

As mudas de todos os tratamentos iniciaram o experimento com o mesmo número de folhas, ou seja, seis.

Após um ano, enquanto as mudas produzidas em ripado ou em telado haviam aumentado em cerca de 50% o número de folhas iniciais, passando a nove, as mudas produzidas sem sombreamento ou com sombreamento acompanhado de elevação na temperatura praticamente dobraram esse número, passando a onze e a treze folhas, para pleno sol e casa de vegetação respectivamente. Entretanto, com mais um ano de desenvolvimento, as mudas sob 50% de sombreamento (ripado) conseguiram eliminar essa diferença, passando a praticamente 16 folhas contra 12 das desenvolvidas a pleno sol. Porém, a mesma recuperação não foi obtida para mudas com maior sombreamento (80%, em telado), que ainda ficaram com pouco mais de 10 folhas. As mudas desenvolvidas em casa de vegetação, para essa característica, foram sempre superiores aos demais tratamentos, apesar dos valores não significativos do teste de Tukey. Assim, reforça-se aqui o aspecto de maior equilíbrio no incremento do crescimento das mudas de *C. echinata* quando o sombreamento é acompanhado de elevação na temperatura, em contraste ao sombreamento isolado.

Analisando-se as três características estudadas no presente trabalho (altura da planta, diâmetro do caule à altura do colo e número de folhas por planta), pode-se inferir que,

durante o desenvolvimento inicial das mudas de *C. echinata*, tanto a elevação na temperatura quanto o sombreamento de 50% aumentam a velocidade de crescimento. Entretanto, o sombreamento acompanhado de elevação na temperatura proporciona tal crescimento de forma mais equilibrada, mantendo as proporções verificadas no crescimento a pleno sol, enquanto que o sombreamento sem elevação na temperatura desequilibra tal crescimento em prol da altura e em detrimento do diâmetro do caule. Entretanto, os dados coletados deram sinais de que esse desequilíbrio seria diminuído com um período um pouco maior que o estudado.

4. CONCLUSÕES

O crescimento de mudas de *C. echinata* é acelerado tanto pelo sombreamento sem elevação na temperatura (altura do caule), desde que o bloqueio da luz não ultrapasse 50%, como pelo sombreamento acompanhado por elevação na temperatura (altura e diâmetro do caule).

A maior velocidade de crescimento, proporcionada pelo sombreamento associado à elevação na temperatura, não compromete o equilíbrio entre as estruturas da planta, mas a maior velocidade de crescimento proporcionada pelo sombreamento, isoladamente, inicialmente resulta em redução no crescimento do diâmetro do caule.

LITERATURA CITADA

AGUIAR, F.F.A. Avaliação do comportamento inicial de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) em condições de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 4, Rio de Janeiro, 1983. Anais... Brasília, SBFP, EMBRAPA/DDT, 1984. p.151-159.

- AGUIAR, F.F.A. & AOKI, H. Regiões de ocorrência natural de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, Belo Horizonte, 1982. **Anais...** São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1983. p.1-5.
- AGUIAR, F.F.A. Comportamento ecológico de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), cultivado em arboreto experimental. I. **Revista Árvore**, Viçosa, v.16, n.3, p. 255-261, 1992.
- AGUIAR, F.F.A. & GURGEL FILHO, O.A. Estudo de ocorrência, diaspороlogia e cultivo de pau-brasil brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 5, São Paulo, 1985. **Anais...** Campinas, Associação dos Engenheiros Agrônomos do Estado de São Paulo/CATI, 1986. p.321-329.
- AGUIAR, F.F.A. & PINHO, R.A. **Pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.)**. São Paulo, Instituto de Botânica, 1986. 14p. (Folheto, 18).
- DRUMOND, M.A. & LIMA, P.C.F. Sombreamento na produção de mudas de leucena e cumaru. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. **Anais...** São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. p.309-311.
- ENGEL, V.L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1989. 202p., 1989. Tese Mestrado.
- LAURIE, A.; KIPLINGER, D.C. & NELSON, K. **Commercial flower forcing**. 8 ed. New York: McGraw-Hill, 1979.
- MARINHO, C. **Pau-brasil: a árvore nacional**. 2 ed. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1985. 38p.
- POGGIANI, F.; BRUNI, S. & BARBOSA, E.S.Q. Efeito do sombreamento sobre o crescimento das mudas de três espécies florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v.4, n.2, p. 564-569, 1992. Edição especial.
- RAMALHO, R.S. **Pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.)**. Universidade Federal de Viçosa, 1978. p.1-11. (Boletim de Extensão, 12)
- SILVA, L.B.X. **Avaliação do comportamento inicial de diversas essências nativas e exóticas**. Fundação Cultural de Curitiba, 1978. 34p. il.