

Influência da Adubação no Crescimento de Mudanças de Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.)

FRANCISMAR F. A. AGUIAR¹; MARCOS M. PINTO²;
JOÃO DEL GIUDICE NETO² e CLAUDIO J. BARBEDO³

Instituto de Botânica, Caixa Postal 4005, CEP 01061-970, São Paulo (SP).
¹ Seção de Ornamentais; ² Seção de Ecologia; ³ Seção de Sementes e Melhoramento Vegetal.

RESUMO

Foram conduzidos dois experimentos, um em casa de vegetação e outro no campo, para avaliar os efeitos de diferentes formas de adubação para o crescimento de mudas de pau-brasil. No primeiro experimento, em casa de vegetação, as mudas foram transplantadas aos 18 meses de idade para sacos plásticos com capacidade para 7,5 l, nos quais foram testadas, em confronto com a testemunha, cinco combinações de adubação: 1) terra de mata (testemunha); 2) terra de mata + 30 g de uréia; 3) terra de mata + 30 g de superfosfato simples; 4) terra de mata + 30 g de cloreto de potássio; 5) terra de mata + 30 g da fórmula 10:10:10 e 6) terra de mata + 30 g de calcário dolomítico. No segundo experimento, conduzido no campo, as mudas foram transplantadas para o local definitivo obedecendo a um fatorial 2³, constituído pela combinação da existência ou ausência de adubação com N, P e K, nas dosagens de, respectivamente, 117 g de uréia, 333 g de superfosfato simples e 50 g de cloreto de potássio por planta, totalizando 8 tratamentos. As aduba-

ções nitrogenada e potássica foram repetidas, para este experimento, após um ano e um ano e meio. No primeiro experimento, a adubação nitrogenada promoveu maior altura das plantas em relação à aplicação de fósforo, quando as mudas apresentavam 48 meses de idade. No segundo experimento, mudas que não receberam adubação nitrogenada apresentaram altura inferior a 1,0 m e diâmetro do caule inferior a 1,8 cm, enquanto as adubadas com nitrogênio apresentaram altura superior a 1,2 m, chegando a 1,5 m, e diâmetro superior a 2 cm. As demais combinações de adubação não corresponderam a aumentos em crescimento das mudas.

Palavras-chaves: pau-brasil, adubação, nitrogênio.

ABSTRACT

Influence of fertilization on growth of seedlings of *Caesalpinia echinata* Lam.

Two trials were carried out, at field and at greenhouse to evaluate the effect of different fertilization types on the growth of seedlings of *Caesalpinia echinata* Lam. At

greenhouse, eighteen-month-old seedlings were transplanted to plastic containers (7.5 l) with five fertilization forms: 1) forest soil (control); 2) forest soil + 30 g of urea; 3) forest soil + 30 g of simple superphosphate; 4) forest soil + 30 g of potassium chloride; 5) forest soil + 30 g of 10:10:10 fertilizer and 6) forest soil + 30 g of dolomitic lime. At field, the treatments were eight combinations of NPK fertilization (117 g of urea, 333 g of superphosphate and 50 g of potassium chloride per plant), at a factorial design (2^3) with and without each element. The potassium and nitrogen fertilizations were applied twice after 12 and 18 months from the beginning of this trial. At greenhouse, after 48 months nitrogen fertilization improved both height and diameter growth. At field, seedlings with nitrogen were, at least, 1.2-1.5 m high and than 2 cm of diameter and others without nitrogen had only up to 1.0 cm and 1.8 cm of diameter. Another combinations of fertilization did not enhance the growth of these seedlings.

Key words: *Caesalpinia echinata*, fertilization, substrates.

INTRODUÇÃO

O pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam., Leguminosae-Caesalpinioideae) é uma espécie ocorrente na costa brasileira, desde o Rio de Janeiro até o Rio Grande do Norte (AGUIAR & AOKI, 1983). É a árvore nacional, de acordo com a Lei 6.607 de 07/12/1978 (BRASIL, 1978). Na época do descobrimento do Brasil, a ocorrência da espécie era abundante no litoral brasileiro (AGUIAR, 1992), mas até 1875 foi intensamente explorada e empregada na fabricação de tinta de escrever e, principalmente, no tingimento de tecidos (AGUIAR & PINHO, 1986).

A planta apresenta grande potencial ornamental devido à sua beleza e raridade

(SOUZA, 1982). Tem porte elegante, copa arredondada, folhas verde-brilhantes e flores em cachos amarelo-ouro, suavemente perfumadas (AGUIAR & PINHO, 1996). Seu uso atual restringe-se à arborização urbana e, em pequena escala, devido à escassez do produto, à fabricação de instrumentos musicais com sua madeira (AGUIAR & BARBOSA, 1985; RAMALHO, 1978; SOARES, 1985).

São escassos, na literatura, dados sobre as exigências nutricionais do pau-brasil. Dentre os existentes, observações de AGUIAR & PINHO (1986) levaram os autores a recomendar calagem com 500 g de calcário dolomítico e adubação com 500 g de farinha de osso e 500 g da fórmula 9-12-7 ($N-P_2O_5-K_2O$) nas covas de plantio.

É reconhecido que o desenvolvimento dendrométrico de essências florestais é maior quando recebem tratamento cultural adequado às condições de solo e clima. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da adubação mineral sobre o crescimento inicial do pau-brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento I - Adubação mineral e crescimento de mudas em casa de vegetação

Neste experimento, conduzido em casa de vegetação no Instituto de Botânica, São Paulo (SP), mudas de pau-brasil formadas em sacos plásticos, com capacidade para 2,5 l foram transplantadas, com 18 meses de idade e altura média de 30 cm, para sacos plásticos com capacidade para 7,5 l. Esses sacos foram preenchidos com substratos com diferentes níveis de adubação e calagem, na seguinte distribuição: 1) terra de mata (tm); 2) terra de mata + 30 g de uréia (45% de N), correspondendo a 1,8 g de N/dm^3 (tm + u); 3) terra de mata + 30 g de superfosfato simples (21% de P_2O_5), correspondendo a 0,84 g de

P_2O_5/dm^3 (tm + ss); 4) terra de mata + 30 g de cloreto de potássio (60% de K_2O), correspondendo a 2,4 g de K_2O/dm^3 (tm + KCl); 5) terra de mata + 30 g da fórmula 10:10:10, correspondendo a 0,4 g/ dm^3 de N, de P_2O_5 e de K_2O , respectivamente (tm + NPK) e 6) terra de mata + 30 g de calcário dolomítico, correspondendo a 4 g/ dm^3 (tm + calc). A terra de mata foi amostrada para realização de análise química; os resultados estão apresentados na tabela 1. O calcário dolomítico utilizado apresentava as seguintes especificações: granulometria de 100% peneira 10, 82% peneira 20, 53% peneira 50 (ABNT); PN de 82,5%; 24% de CaO; 16% de MgO; soma dos óxidos igual a 40%; PRNT de 61%.

Após 21 meses do transplante das mudas para os diferentes substratos, ou seja, quando as plantas tinham 39 meses de idade, avaliaram-se a altura das plantas, o diâmetro do caule à altura do coleto (DAC) e o número de folhas por planta. As avaliações de crescimento das mudas foram realizadas, também, após 24 e 30 meses, ou seja, quando as plantas tinham idades de, respectivamente, 42 e 48 meses, exceto para os tratamentos tm + KCl e tm + calc que foram eliminados após a primeira avaliação.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 repetições. Os resultados foram submetidos à análise de

variância pelo teste F e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% (CAMPOS, 1984).

Experimento II - Adubação mineral e crescimento de mudas no campo

Este experimento foi instalado e conduzido em 1991, no município de Ribeirão Preto (SP), em uma área de Latossolo Roxo de aproximadamente 5000 m², com mudas formadas na Reserva Biológica e Estação Experimental de Moji-Guaçu (SP). As mudas, por ocasião do transplante para a área experimental, apresentavam altura de 30 cm e foram espaçadas em 2,0 x 3,0 m, totalizando 30 mudas por parcela experimental. O solo do local do experimento foi amostrado para realização da análise química, cujos resultados estão apresentados na tabela 1. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2³, combinando-se adubações de N, P_2O_5 , e K_2O , doravante denominados apenas por N, P e K, nas dosagens, respectivamente, de 50, 60 e 30 g/planta (117 g de uréia, 333 g de superfosfato simples e 50 g de cloreto de potássio, respectivamente). Assim, obtiveram-se os seguintes tratamentos: $N_0P_0K_0$ (testemunha), $N_1P_0K_0$, $N_0P_1K_0$, $N_0P_0K_1$, $N_1P_1K_0$, $N_1P_0K_1$, $N_0P_1K_1$ e $N_1P_1K_1$, sendo que o índice zero indica ausência do adubo e índice 1 indica aplicação do adubo.

Tabela 1. Resultados das análises químicas dos solos, retirados da terra de mata (tm), no Experimento I, e da área experimental de Ribeirão Preto, no Experimento II.

Amostra	pH	M.O.	P_{resina}	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	CaCl ₂	(g/kg)	(mg/dm ³)			mmol _c /dm ³			(%)	
tm										
(Experimento I)	2,9	139	19	429	1,2	13,0	3,0	17	446	4
Ribeirão Preto										
(Experimento II)	4,4	32	28	93	1,3	8,9	6,8	17	110	15

O adubo fosfatado foi aplicado nas covas de plantio, enquanto os demais foram aplicados em cobertura após o pegamento das mudas e replantio das falhas (três meses após o plantio). As adubações nitrogenada e potássica foram repetidas um ano após a instalação do experimento com a aplicação de 100 e 60 kg/ha de N e K₂O, respectivamente, parcelada em duas vezes, com intervalo de seis meses entre as aplicações.

Aproximadamente quatro meses antes do plantio das mudas, foi realizada a calagem para elevação da saturação por bases para 70%, empregando-se 4 toneladas de calcário dolomítico na área toda (8t/ha), aplicado a lanço e incorporado por gradagem.

Nas parcelas experimentais, as plantas das bordaduras não foram utilizadas para as avaliações. Desse modo, a parcela útil constituiu-se de 12 plantas. Na data do plantio e após dois anos e meio foram avaliados a altura das plantas e o diâmetro do caule à altura do colo. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F (CAMPOS, 1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I - Adubação mineral e crescimento de mudas, em casa de vegetação

Os tratamentos que envolveram aplicação de calcário dolomítico (tm+calc) ou cloreto de potássio (tm+KCl) apresentaram, até os primeiros 21 meses (mudas com 39 meses de idade), menor crescimento das plantas de pau-brasil (Tabela 2), tanto no que se refere ao número de folhas quanto à altura das plantas e diâmetro do caule. Esses foram, inclusive, os tratamentos que mais prejudicaram as mudas sendo, por esse motivo, descartados do experimento após a primeira avaliação. Os resultados negativos para crescimento das mudas de pau-brasil, obtidos com a aplica-

ção de calcáreo, podem ser, em parte, atribuídos ao fato da espécie ser oriunda da mata atlântica, onde os solos geralmente são ricos em matéria orgânica e apresentam baixo pH.

Os demais tratamentos de adubação (tm+u, tm+ss e tm+NPK) não demonstraram efeito benéfico ao desenvolvimento das mudas, quando comparados à testemunha (tm), desde os 39 meses até os 48 meses de idade. Além disso, o tratamento que envolveu aplicação de superfosfato simples (tm+ss) resultou, 30 meses após o plantio, em menor altura de plantas.

Experimento II - Adubação mineral e crescimento de mudas no campo

A análise de variância para altura de plantas de pau-brasil resultou em efeito significativo apenas para a adubação com nitrogênio (Tabela 3). Efeitos isolados de P e de K não foram significativos, bem como as interações envolvendo o P (Tabela, 3). A interação NxK (nitrogênio x potássio), apesar de significativa ao nível de 5%, após desdobramento mostrou efeito do N tanto na ausência quanto na presença do potássio, com valores sempre maiores para altura em mudas que receberam adubação nitrogenada (Figura 1). Portanto, a altura das plantas de pau-brasil foi influenciada, apenas, pela adição de N. Em geral, o nitrogênio promoveu aumento de, aproximadamente, 50% na altura das mudas, durante os 30 primeiros meses após o plantio (Figura 1).

Em relação ao diâmetro do caule à altura do colo (Tabela 4), a aplicação de nitrogênio e de potássio resultaram em maior crescimento; o fósforo e as interações não apresentaram efeito sobre esta variável. O aumento no crescimento em diâmetro do caule com a aplicação do nitrogênio foi próximo a 40%; já o potássio promoveu incremento de apenas 16% nos 30 primeiros meses estudados (Figura 1).

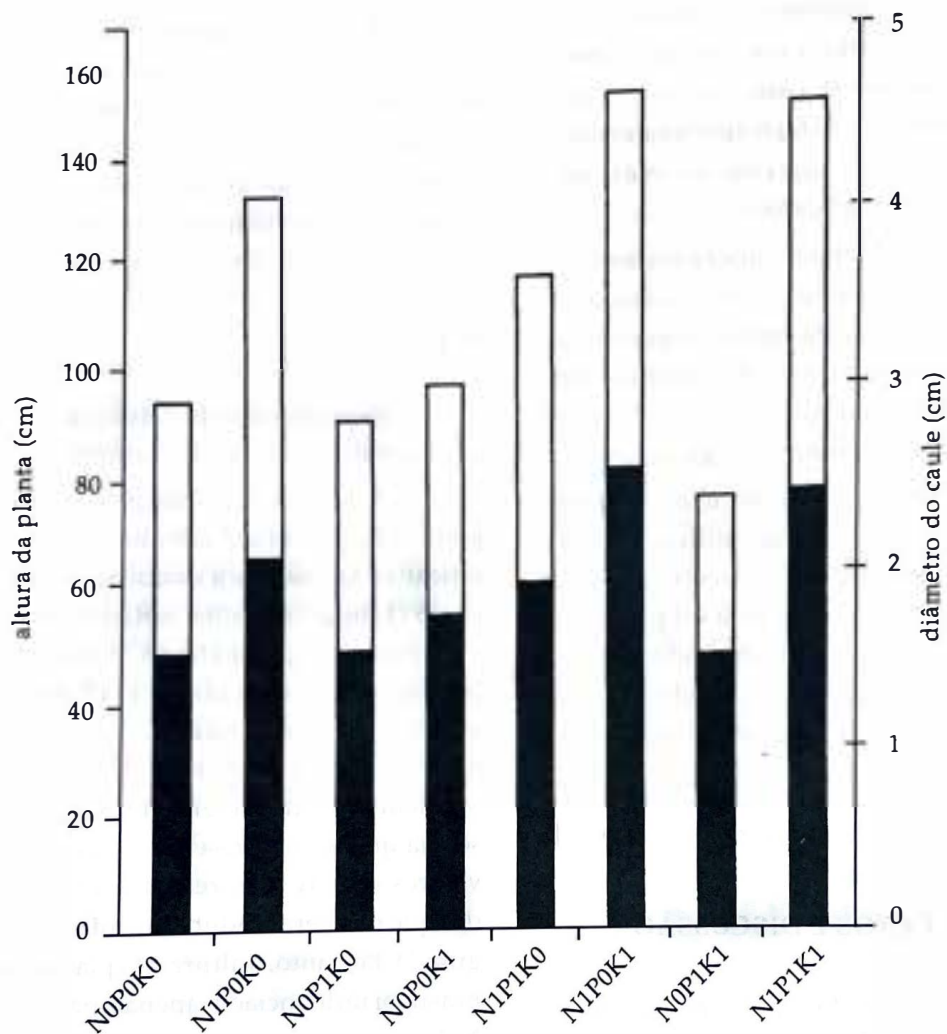


Figura 1. Resultados obtidos, no Experimento II, para altura da planta (barras vazias) e diâmetro do caule à altura do colo (barras cheias), de planta de pau-brasil, com 48 meses de idade em função do tipo de adubação utilizada.

Tabela 2. Altura da planta, diâmetro do caule à altura do colo e número de folhas por planta de pau-brasil, com 39, 42 e 48 meses de idade, em função do tipo de adubação utilizada no transplante das mudas. Experimento I.

Adubações utilizadas no transplante das mudas ¹	Idade das Plantas								
	39 meses			42 meses			48 meses		
	altura das plantas (cm)	DAC ² (cm)	nº de folhas/planta	altura das plantas (cm)	DAC ² (cm)	nº de folhas/planta	altura das plantas (cm)	DAC ² (cm)	nº de folhas/planta
tm	150,50 a	1,12 a	19,4 a	186,00 a	1,38 a	21,4 a	251,8 ab	1,46 a	28,7 a
tm + u	137,25 a	1,11 ab	18,0 ab	193,60 a	1,34 a	22,9 a	285,0 a	1,46 a	35,6 a
tm + ss	161,75 a	1,18 a	22,4 a	187,00 a	1,35 a	22,9 a	242,8 b	1,43 a	29,7 a
tm + KCl	74,00 b	0,86 bc	9,2 c	-	-	-	-	-	-
tm + NPK	160,00 a	1,14 a	20,4 a	201,60 a	1,37 a	23,6 a	268,4 ab	1,39 a	33,1 a
tm + calc	98,50 b	0,76 c	11,2 bc	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	11,34	11,18	18,26	9,47	6,25	12,23	8,19	6,53	14,05

¹ tm = terra de mata; u = 30g/muda de uréia; ss = 30g/muda de superfosfato simples; KCl = 30g/muda de cloreto de potássio; NPK = 30g/muda da fórmula 10-10-10 (N-P₂O₅-K₂O); calc = 30g/muda de calcário dolomítico.

² Diâmetro do caule à altura do colo.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 3. Resultado da análise de variância dos efeitos isolados de elementos (N, P e K) e das interações, no Experimento II, para altura total da planta de pau-brasil, 30 meses após o plantio das mudas.

Causa da variação	GL	Quadrado Médio	F
Efeito de N	1	16.713,40	43,57**
Efeito de P	1	878,01	2,29
Efeito de K	1	597,72	1,56
Efeito de NxP	1	24,78	0,06
Efeito de NxK	1	1.707,03	4,45 *
Efeito de PxK	1	13,65	0,04
Efeito de NxPxK	1	448,80	1,17
(Tratamentos)	(7)	(2.911,91)	(7,59**)
Blocos	3	337,08	0,88
Resíduo	21	383,56	
Total	31		
CV (%)	26,96		
Desdobramento			
N na ausência de K	1	3.868,84	10,09**
N na presença de K	1	14.551,60	37,94**

* = significativo, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade;

** = significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade

Tabela 4. Resultado da análise de variância dos efeitos isolados de elementos (N, P e K) e das interações, no Experimento II, para diâmetro do caule à altura do colo, de plantas de pau-brasil, 30 meses após o plantio das mudas.

Causa da variação	GL	Quadrado Médio	F
Efeito de N	1	3,51	30,47 **
Efeito de P	1	0,14	1,22
Efeito de K	1	0,65	5,64 *
Efeito de NxP	1	0,01	0,01
Efeito de NxK	1	0,34	2,92
Efeito de PxK	1	0,03	0,25
Efeito de NxPxK	1	0,03	0,29
(Tratamentos)	(7)	(0,67)	(5,84 **)
Blocos	3	0,06	0,54
Resíduo	21	0,12	
Total	31		
CV (%)	24,79		

* = significativo, pelo teste F, a 5%

** = significativo, pelo teste F, a 1%

Analisando-se o crescimento das mudas de pau-brasil nos dois locais em que os experimentos foram conduzidos, nota-se o benefício proporcionado ao crescimento, em altura, pela casa de vegetação com 50% de sombreamento. Enquanto as maiores mudas do experimento II (pelo sol) atingiram altura pouco maior que 1,5m (Figura 1), as do experimento I (casa de vegetação), com a mesma idade (48 meses), superaram 2,4m, chegando a atingir 2,8m (Tabela 2). Estes resultados estão em concordância com AGUIAR & BARBEDO (1996) que observaram maior crescimento em altura de mudas de pau-brasil cultivadas em casa de vegetação, em relação às mantidas a pleno sol. Entretanto, assim como descrito por esses autores, observa-se que o benefício refere-se apenas ao crescimento em altura, já que diâmetro do caule à altura do colo, nos dois experimentos, foi próximo a 1,5cm.

Os resultados obtidos nos dois experimentos do presente trabalho permitem verificar, também, a importância do nitrogênio para o crescimento inicial das mudas de pau-brasil. O efeito do nitrogênio no experimento em casa de vegetação foi menos evidente que no experimento a pleno sol; isto, provavelmente, está relacionado ao fato de que o solo do experimento I continha quatro vezes mais matéria orgânica que o solo do experimento II. Considerando que o N presente na matéria orgânica constitui-se num reservatório, sendo liberado para as plantas de forma gradual e constante (KIEHL, 1985), a maior quantidade desse elemento presente no solo do experimento I deve ter sido responsável por esse fato.

A adubação fosfatada não resultou em aumento na altura ou no diâmetro do caule das plantas, possivelmente devido aos níveis iniciais de P no solo, em ambos os

experimentos, que foram superiores a 19 mg/dm³ (Tabela 1), considerados muito altos para as espécies florestais segundo RAIJ et al. (1997), o que poderia explicar os resultados obtidos para a adubação fosfatada.

Em relação ao potássio, apesar de não se ter obtido resposta positiva em crescimento com a adubação potássica, é importante mencionar que, em julho de 1994 (após a obtenção dos dados do presente trabalho), houve incidência de geada na área experimental do experimento II. Após a geada, observou-se que as plantas que receberam adubação nitrogenada e/ou potássica apresentaram recuperação mais rápida.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram concluir que:

A adubação nitrogenada promove maior e mais rápido crescimento de mudas de pau-brasil.

Em solos com teores acima de 19mg/dm³ de P, as mudas de pau-brasil não respondem à adubação fosfatada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a pesquisadora Márcia Inês Martins Silveira Lopes, do Instituto de Botânica, pelas informações técnicas que possibilitaram definir a metodologia do Experimento II.

LITERATURA CITADA

- 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., 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., BARBEDO, C.J. Efeito de fatores ambientais no crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v.2, n.1, p.26-32, 1996.
- AGUIAR, F.F.A., BARBOSA, J.M. Estudo de conservação e longevidade de sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). *Ecosistema*, Espírito Santo do Pinhal, v.10, p.145-150, 1985.
- AGUIAR, F.F.A., PINHO, R.A. *Pau-brasil: Caesalpinia echinata* Lam. 2.ed. rev. atual. São Paulo: Instituto de Botânica, 1996. 14p. (Folheto, 18)
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Lei 6.607. *Diário Oficial da União*, Brasília, 07 de dez. de 1978. Seção I, Parte I, p.19.910.
- CAMPOS, H. *Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar*. São Paulo: FEALQ, 1984. 292p.
- KIEHL, E.J. *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- RAIJ, B. van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100)
- RAMALHO, R.S. *Pau-brasil (Caesalpinia echinata* Lam.). Universidade Federal de Viçosa, 1978. p.1-11. (Boletim de Extensão, 12)
- SOARES, C.M.C. *Pau-brasil: a árvore nacional*. 2.ed. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Estação Ecológica do Tapacurá, 1985. 39p.
- SOUZA, H.M. O pau-brasil. *O Estado de São Paulo*. São Paulo, 21, maio, 1980. Suplemento Agrícola, p.6.