

# Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas<sup>(1)</sup>

Moacir Alberto Assis Campos<sup>(2)</sup> e Toshihiro Uchida<sup>(3)</sup>

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de mudas de caroba (*Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.), jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) e pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* (Cav. ex. Lam.) Urban) sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. O experimento foi realizado na Estação Experimental de Silvicultura Tropical (EEST) do Inpa, em Manaus, AM. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos: dois tratamentos com 50% de sombra durante 15 e 30 dias, respectivamente, e o restante do período a pleno sol (0%), e três tratamentos com sombreamento a 30, 50 e 70%, respectivamente, obtido com o uso de telas de polipropileno, de cor preta. Foram avaliados o diâmetro do colo, a altura total da parte aérea das mudas, o comprimento das raízes, a massa de matéria seca de raízes, caule e folhas, a área foliar e as relações altura/diâmetro do colo e parte aérea/sistema radicular. *Hymenaea courbaril* teve seu crescimento prejudicado quando cultivada sob 70% de sombra. As mudas de *Ochroma lagopus* e *Jacaranda copaia* apresentaram maior crescimento sob sombra, porém a qualidade das mudas foi prejudicada. Na tomada de decisão sobre qual sombreamento a ser usado, devem ser considerados, principalmente, os parâmetros que refletem um crescimento equilibrado da muda como um todo e um bom desenvolvimento radicular.

Termos para indexação: *Jacaranda copaia*, *Ochroma lagopus*, *Hymenaea courbaril*, necessidade de luz.

## Influence of shade on the growth of seedlings of three Amazon species

Abstract – The objective of this paper was to assess the development of *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don., *Hymenaea courbaril* L. and *Ochroma lagopus* (Cav. ex. Lam.) Urban seedlings under different shade levels in the nursery. The experiment was carried out at Experimental Station of Tropical Silviculture (EEST) of Inpa, in Manaus, AM, Brazil. The experiment design was fully randomised blocks with five treatments: two treatments with 50% of shading during 15 and 30 days, respectively and the remaining period under full sun light (0%) and three treatments under 30, 50 and 70% shade, respectively by using black polypropylene screen. Stem diameter, seedling height, root length, leaf area, dry mass of leaves, root and stem, shoot/root ratio and height/diameter ratio were assessed. *Hymenaea courbaril* had its growth affected under 70% of shade. *Ochroma lagopus* and *Jacaranda copaia* seedlings increased their growth under shade, but seedlings quality was poor. In choosing shade levels to grow seedlings, shoot/root ratio and development of root system should be considered.

Index terms: *Jacaranda copaia*, *Ochroma lagopus*, *Hymenaea courbaril*, light requirements.

## Introdução

Por ser fonte primária de energia relacionada à fotossíntese, a luz é um dos principais fatores que influenciam o crescimento dos vegetais. Foram rea-

lizados vários estudos sobre o efeito do sombreamento no desenvolvimento de mudas cultivadas em viveiro para espécies amazônicas (Barbosa, 1985; Barbosa, 1990; Varela & Santos, 1992; Pinto et al., 1993; Pedroso & Varela, 1995; Varela et al., 1995; Muroya et al., 1997; Barbosa et al., 1998; Uchida & Campos, 2000). No entanto, outras espécies, com potencial para uso em programas de reflorestamento, devem ser estudadas quanto ao seu comportamento em viveiro. A caroba, o pau-de-balsa e o jatobá são espécies florestais que apresentam regularidade e abundância na produção de sementes, ocor-

<sup>(1)</sup> Aceito para publicação em 5 de julho de 2001.

Trabalho desenvolvido no âmbito do Projeto Jacarandá da cooperação Jica-FFPRI/MCT-Inpa.

<sup>(2)</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Caixa Postal 478, CEP 69011-970 Manaus, AM. E-mail: mcampos@inpa.gov.br

<sup>(3)</sup> Agência de Cooperação Internacional do Japão, Caixa Postal 479, CEP 69011-970 Manaus, AM.

rência em florestas secundárias e possibilidade de uso comercial.

A caroba (*Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.) pertence à família Bignoniaceae, sua distribuição é na região amazônica, em matas altas de terra firme (Lorenzi, 1992). É uma árvore de crescimento rápido, fuste retilíneo de 20-30 m de altura com diâmetro até 100 cm, cujo habitat é mata de terra firme e capoeiras velhas de terra firme (Loureiro et al., 1979). Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (1991), sua madeira apresenta densidade básica de 0,35 g/cm<sup>3</sup>, podendo ser usada na confecção de molduras, divisórias, móveis, caixas e engradados, compensados e faqueados.

O jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) é uma Caesalpiniaceae encontrada desde o México, passando pela América Central, ocorrendo abundantemente na Amazônia, chegando até São Paulo. Aparece nas matas de terra firme, sobre solo argiloso e em certas várzeas altas; rara no campo e nas capoeiras. A resina que exsuda do seu tronco serve para vernizes e já foi objeto de exportação. A sua madeira é usada em obras hidráulicas, carroçarias, postes, tonéis, dormentes, construções de todas as espécies, móveis, laminados, esteios, tacos, entre outras formas (Loureiro et al., 1979).

O pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* (Cav. ex. Lam.) Urban) é uma Bombacaceae, cuja área de ocorrência estende-se desde 19° N até 20° S, ao longo da América Central e América do Sul. Atinge alturas de 18 a 24 m e diâmetro à altura do peito de 30-45 cm. Necessita, geralmente, de 1.500 a 3.000 mm de precipitação e temperatura média entre 22 e 27°C. A madeira, apesar da baixa densidade volumétrica (0,07-0,15 g/cm<sup>3</sup>), possui elevada resistência mecânica, que aumenta quando a temperatura diminui. Por esta razão, é usada como isolante e embalagem de gêneros alimentícios de fácil deterioração. É especialmente usada na confecção de modelos, embalagens especiais, bem como sucedâneo da cortiça na fabricação de coletes e balsas salva-vidas (Lamprecht, 1990).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho do jatobá, caroba e pau-de-balsa, cultivados em viveiro sob diferentes níveis de sombreamento.

### Material e Métodos

Os experimentos foram implantados no viveiro de produção de mudas da Estação Experimental de Silvicultura

Tropical (EEST), do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa). A EEST está localizada no km 45 da BR-174, Manaus-Boa Vista, ao Norte de Manaus. O clima da região de Manaus é do tipo Afi, segundo a classificação de Köppen, apresentando pluviosidade de 2.485 mm e temperatura média anual de 25,6°C, com estação seca de junho a outubro (Ribeiro, 1976).

As sementes das três espécies foram coletadas de árvores porta-sementes na EEST e na Reserva Ducke (km 26 da AM-010). As sementes de jatobá foram coletadas em 26/5/97 e semeadas em 10/6/97, com repicagem feita em 23/7/97. As sementes de caroba foram coletadas no dia 16/4/96, semeadas em 24/9/96, com a repicagem feita em 6/3/97. O pau-de-balsa foi coletado no período de 20/8 a 5/9/96 e semeado em 2/4/97, sendo repicado em 29/4/97. As avaliações no jatobá foram feitas aos 82 e 152 dias e na caroba aos 63, 173 e 245 dias, após a repicagem. O pau-de-balsa foi avaliado uma única vez, aos 61 dias após a repicagem.

As sementes foram beneficiadas e postas para germinar em caixas com 50 x 40 x 20 cm de comprimento, largura e altura, respectivamente, contendo areia lavada, em galpão coberto de telhas semitransparentes. Após a germinação, foi feita a repicagem para sacos de polietileno com 22 cm de altura por 12 cm de diâmetro, contendo uma mistura de barro, areia, esterco de galinha e casca de arroz carbonizada. A proporção foi de 12:6:1:0 (Caroba); 12:6:1:1 (pau-de-balsa) e 12:4:0,5:1 (jatobá).

Os tratamentos com sombreamento foram obtidos utilizando-se telas de poliolefinas de cor preta, consistindo no seguinte: T1: 15 dias sob duas camadas de telas de 50% de sombreamento e o restante do período a pleno sol; T2: 30 dias sob 50% de sombreamento e o restante do período a pleno sol; T3: 30% de sombreamento durante todo período experimental; T4: 50% de sombreamento durante todo período experimental; T5: 70% de sombreamento durante todo período experimental.

O delineamento experimental usado foi em blocos ao acaso. Foram avaliadas as seguintes características: altura total (cm), medida com uma trena metálica até o ponto da gema apical; diâmetro do colo (mm), medido com paquímetro; número de folhas; área foliar (AF) (dm<sup>2</sup>), determinada pelo medidor portátil LI-COR Mod. LI-3000A; massa da matéria seca (g) das folhas, da parte aérea, do sistema radicular e total; razão de área foliar (RAF) (dm<sup>2</sup>/g), avaliada pela relação entre área foliar e massa da matéria seca total; relação altura total/diâmetro do colo e relação parte aérea/sistema radicular (S/R), com base na massa de matéria seca de ambos.

Em cada período de medição, foram tomadas 10-20 mudas e medidos o comprimento da parte aérea e do sistema radicular. As mudas foram colocadas para secar em estufa

a 75°C e em seguida foram pesadas em balança analítica. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

### *Jacaranda copaia* Aubl. D. Don.

Não houve diferença significativa entre as médias de altura, comprimento da raiz e diâmetro do colo avaliados aos 63 dias após a repicagem. Nos períodos subsequentes, 173 e 245 dias após a repicagem, somente a altura apresentou diferença significativa. Os maiores valores em altura foram obtidos com 70% e 50% de sombreamento (Tabela 1).

Aos 173 dias, as mudas cultivadas sob 70% de sombreamento apresentaram média de altura próxima do recomendado para plantio no campo. Pedroso & Varela (1995) registraram períodos de apenas 30 dias para mudas de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. atingirem a altura ideal, entretanto não

encontraram diferenças significativas para altura ao testarem quatro níveis de sombreamento (70, 50, 30 e 0%). Barbosa (1990) achou diferenças significativas em viveiro com mudas de *J. copaia*, após 120 dias; as mudas mais sombreadas foram as mais altas.

O diâmetro do colo e o comprimento de raízes não foram afetados pelos níveis de sombreamento (Tabela 1). Houve diferenças significativas no número de folhas e área foliar aos 173 e 245 dias, respectivamente. O maior número de folhas foi obtido com 30% de sombreamento, diferindo estatisticamente somente do resultado obtido com 50% de sombreamento. O número de folhas não sofreu influência do sombreamento após 245 dias, indicando adaptação das mudas às condições estabelecidas.

A área foliar foi maior sob 50% de sombreamento; este tratamento foi superior estatisticamente ao sem sombreamento. Todavia, a área foliar cresceu com o sombreamento, embora não existam diferenças significativas entre 70 e 50% (Tabela 1). A expansão da

**Tabela 1.** Médias da altura da parte aérea, comprimento da raiz, diâmetro do colo, número de folhas, área foliar, massa de matéria seca das folhas, razões altura/diâmetro do colo (H/D) e parte aérea/sistema radicular (S/R) de mudas de *Jacaranda copaia* (caroba), sob diferentes níveis de sombreamento, obtidas aos 63, 173 e 245 dias após a repicagem, em viveiro do Inpa, AM<sup>(1)</sup>.

Sombreamento <sup>(2)</sup>	Altura da parte aérea (cm)	Comprimento de raiz (cm)	Diâmetro do colo (mm)	N <sup>o</sup> de folhas	Área foliar (dm <sup>2</sup> )	Matéria seca das folhas (g)	H/D	S/R
63 dias após a repicagem								
T1	3,82	21,97	2,00	14,5	40,26	0,17	1,92b	2,43
T2	4,07	22,47	2,14	15,8	38,09	0,14	1,89b	1,78
T3	5,07	22,90	2,28	16,7	54,02	0,17	2,22ab	2,15
T4	4,33	19,93	2,09	15,7	40,25	0,13	2,05ab	2,08
T5	5,10	18,97	2,06	15,0	54,31	0,15	2,43a	2,11
F	2,02 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	4,56**	1,65 <sup>ns</sup>
173 dias após a repicagem								
T1	10,88c	28,80	4,41	15,8ab	-	1,28	2,58c	1,47b
T2	13,65bc	27,80	5,07	16,7a	-	1,35	2,78c	1,28b
T3	17,53bc	30,53	4,33	18,4a	-	1,48	4,04b	1,93ab
T4	18,80ab	28,95	3,82	13,4b	-	1,27	4,81ab	2,29a
T5	24,25a	28,10	4,23	16,3ab	-	1,43	5,85a	2,48a
F	9,32**	0,35 <sup>ns</sup>	1,85 <sup>ns</sup>	4,97**	-	0,13	23,57**	9,22**
245 dias após a repicagem								
T1	15,78c	-	5,50	13,3	217,4b	1,50	2,91d	1,28b
T2	24,35bc	-	6,63	14,1	326,9ab	2,34	3,72cd	1,17b
T3	24,65bc	-	6,19	15,8	399,8ab	2,23	4,06c	1,47b
T4	31,10ab	-	5,86	14,6	566,3a	2,90	5,27b	1,93a
T5	34,75a	-	5,59	16,0	486,1ab	2,50	6,21a	1,93a
F	10,10**	-	1,00 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>	3,80**	1,64 <sup>ns</sup>	34,23**	14,59**

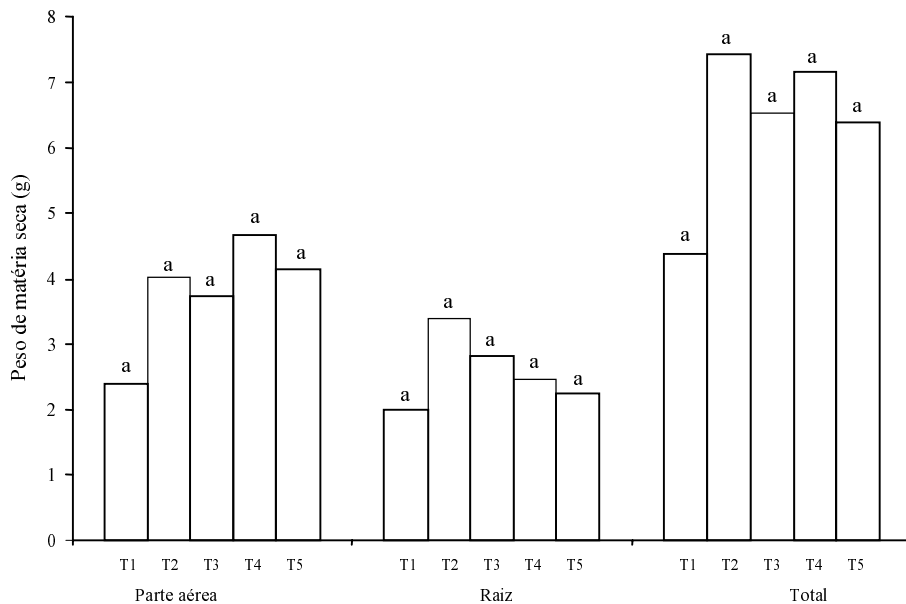
<sup>(1)</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>T1: 15 dias a 50% de sombreamento e período restante a pleno sol; T2: 30 dias a 50% e período restante a pleno sol; T3: 30% de sombreamento; T4: 50% de sombreamento; T5: 70% de sombreamento. <sup>ns</sup>Não-significativo. \*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

folha sob baixa luminosidade é relatada frequentemente e indica a maneira da planta de compensar, aproveitando melhor a baixa luminosidade. A determinação da área foliar é importante na determinação de processos fisiológicos relativos ao crescimento e ao desenvolvimento, como intensidade de transpiração, taxa assimilatória líquida, índice de área foliar e outros.

A análise de variância não indicou diferenças entre as médias de massa de matéria seca do caule, folhas e sistema radicular e matéria seca total para os tratamentos utilizados. Nos períodos de avaliação das mudas de *J. copaia* não foram constatadas diferenças significativas na produção de matéria seca da parte aérea, da raiz e da parte aérea mais raiz, quando submetidas a diferentes níveis de sombreamento (Figura 1). Esses resultados são diferentes daqueles encontrados por Barbosa (1990) com mudas da mesma espécie, porém em períodos de avaliações e

espaçamentos diferentes. Varela & Santos (1992) observaram uma tendência no aumento da massa de matéria seca com o aumento do sombreamento nas mudas de *Dinizia excelsa* Ducke. Verificaram que as mudas cultivadas sob 30 e 50% de sombreamento apresentaram massa de matéria seca do sistema radicular superior àquelas produzidas sob 70%. Por outro lado, Pedroso & Varela (1995) não encontraram diferenças significativas entre as massas de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular em mudas de *Ceiba pentandra* produzidas sob 0, 30, 50 e 70% de sombreamento.

Aos 63 dias após a repicagem, a relação S/R não apresentou diferença significativa entre os níveis de sombreamento. Foram encontradas diferenças significativas na relação H/D, aos 63, 173 e 245 dias após a repicagem. Os maiores valores, tanto de H/D como de S/R, foram obtidos com 70 e 50% de sombreamento. Não houve diferenças estatisticamente sig-



**Figura 1.** Massa de matéria seca (g) da parte aérea, do sistema radicular e total (parte aérea + sistema radicular) das mudas de *Jacaranda copaia* (caroba), tratadas com 15 dias a 50% de sombreamento e depois a pleno sol (T1), 30 dias a 50% de sombreamento e depois a pleno sol (T2) e com sombreamento a 30% (T3), 50% (T4) e 70% (T5), 245 dias após a repicagem, em viveiro do Inpa, AM. Para cada variável (parte aérea, raiz e total), barras com a mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

nificativas entre estes sombreamentos, com exceção de H/D aos 245 dias após a repicagem (Tabela 1). A relação altura/diâmetro do colo é um parâmetro que indica a qualidade de mudas a serem levadas ao campo, uma vez que se espera equilíbrio no desenvolvimento. Os valores de H/D mostram que houve mais crescimento em altura do que em diâmetro nas mudas sombreadas, sendo que, após 245 dias as mudas cultivadas sob 70% de sombreamento apresentaram H/D nitidamente superior ao das demais. Porém, os melhores resultados, em relação ao desenvolvimento equilibrado, foram obtidos com mudas não sombreadas (T1 e T2). Resultados semelhantes foram obtidos por Barbosa (1990) com mudas de *Schefflera morototoni* Aubl. Frondin e *J. copaia*.

As mudas cultivadas sob os maiores sombreamentos (70 e 50%) apresentam valores da relação parte aérea/sistema radicular superiores aos demais. O sombreamento favoreceu o crescimento da parte aérea, porém os valores obtidos com os tratamentos sem sombreamento revelam equilíbrio na produção de matéria seca para ambas as partes. É importante considerar que plantas com sistema radicular bem desenvolvido têm mais chances de sobrevivência no campo.

#### *Ochroma lagopus* (Cav. ex. Lam.) Urban

Houve diferenças significativas entre os tratamentos para altura, diâmetro do colo e razão altura/diâmetro do colo. A média das alturas obtida sob 30% de sombreamento foi superior a das demais. Os trata-

mentos com 50 e 70% de sombreamento foram estatisticamente semelhantes, e foram superiores aos tratamentos com 0% (Tabela 2). Mudas de *Licaria canella* (Meissn.) Kosterm não apresentaram diferenças significativas na altura, quando cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento (Pinto et al., 1993). Pedrosa & Varela (1995) verificaram que não houve efeito significativo do sombreamento na altura das mudas de *C. pentandra*. Entretanto, Muroya et al. (1997) encontraram maiores valores de altura nas mudas de *Calophyllum angulare* A.C. Smith, cultivadas sob 70% de sombra. A resposta ao fator luz é uma característica específica de cada espécie. Lamprecht (1990) afirma que mudas de *O. lagopus* podem atingir de 20-25 cm, em três meses. O crescimento incomum apresentado pelas mudas dessa espécie, neste estudo, pode ser resultado da composição do substrato utilizado no cultivo das mudas, cujo efeito sobre sua qualidade foi negativo, pois causou excesso de crescimento em altura. Estudos sobre o efeito da composição do substrato são necessários, tendo em vista a obtenção de mudas de melhor qualidade e a redução do tempo de permanência no viveiro.

Quanto ao diâmetro do colo, houve diferença estatística entre os tratamentos. O sombreamento com 30% apresentou resultado estatisticamente superior ao dos tratamentos com 50 e 70%. Ao contrário da altura, o diâmetro do colo é favorecido por pouco (30%) ou nenhum sombreamento (0%).

**Tabela 2.** Médias de altura da parte aérea, diâmetro do colo, número de folhas, massa de matéria seca de folhas, caule, raiz, matéria seca total e razões altura/diâmetro do colo (H/D) e parte aérea/sistema radicular (S/R) das mudas de *Ochroma lagopus* (pau-de-balsa), cultivadas sob diferentes níveis de sombreamentos, no viveiro do Inpa<sup>(1)</sup>.

Sombreamento <sup>(2)</sup>	Altura da parte aérea (cm)	Diâmetro do colo (mm)	N <sup>o</sup> de folhas	Matéria seca (g)				H/D	S/R
				Folhas	Caule	Raiz	Total		
T1	60,15c	8,65ab	9,95a	2,41ab	2,5b	1,85a	6,75ab	6,97b	2,54b
T2	62,10c	8,47ab	8,35b	1,66bc	2,04bc	1,53ab	5,22bc	7,40b	2,48b
T3	89,20a	9,23a	10,10a	2,84a	3,50a	1,77a	8,12a	9,75a	3,44a
T4	76,35b	7,34bc	9,55ab	1,58c	2,16bc	1,35bc	5,09bc	9,82a	2,72b
T5	66,75bc	7,16c	9,00ab	1,38c	1,56c	0,99c	3,93c	9,18a	3,11ab
F	8,69**	4,58**	3,04**	5,38**	5,76**	6,58**	5,88**	12,91**	3,78**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>T1: 15 dias a 50% de sombreamento e período restante a pleno sol; T2: 30 dias a 50% e período restante a pleno sol; T3: 30% de sombreamento; T4: 50% de sombreamento; T5: 70% de sombreamento. \*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Farias et al. (1997) não encontraram diferenças significativas entre as médias do diâmetro do colo das mudas de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke, cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento. Por outro lado, Muroya et al. (1997), trabalhando com *C. angulare*, verificaram que os maiores valores de diâmetro do colo foram encontrados nas mudas cultivadas sob 70% de sombreamento.

A relação H/D é muito alta, principalmente nos tratamentos com sombreamento (30, 50 e 70%). Não houve diferença significativa entre esses sombreamentos. O crescimento em altura foi favorecido, enquanto houve tendência à diminuição do diâmetro do colo, sob 50 e 70% de sombreamento. Isto resultou em mudas de má qualidade, estioladas, que tombaram após certo período no viveiro. Os tratamentos sem sombreamento também apresentaram alta H/D, porém foram estatisticamente inferiores aos resultados obtidos com mudas sombreadas.

Houve diferenças significativas entre os tratamentos para todos os parâmetros avaliados (Tabela 2). De modo geral, as médias obtidas sob 30% de sombreamento foram superiores. A maior massa de matéria seca das folhas foi obtida com as mudas cultivadas sob 30% de sombreamento. Os valores obtidos sob 30% de sombra foram estatisticamente superiores aos obtidos com 50 e 70%. Em relação à massa de matéria seca do caule, o sombreamento de 30% foi estatisticamente superior ao dos demais. A massa de matéria seca do sistema radicular foi prejudicada pelo sombreamento de 50 e 70%. O melhor resultado foi obtido nas mudas cultivadas sob sombreamento de 0% e 30% (T1 e T3, respectivamente). Mudas de *D. excelsa* produziram maior massa de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, quando produzidas com 30 e 50% de sombreamento (Varela & Santos, 1992). O sombreamento de 50% favoreceu a produção de matéria seca das mudas de *L. canella*, em comparação com 0% (Pinto et al., 1993).

Houve tendência ao acúmulo de matéria seca nas mudas menos sombreadas, apesar de o crescimento em altura ter sido menor nestas condições (Tabela 2). Isto confirma o aspecto da má qualidade das mudas de *O. lagopus* cultivadas sob maiores sombreamentos.

### *Hymenaea courbaril* L.

Não houve diferença entre os tratamentos na primeira avaliação quanto às variáveis altura, diâmetro do colo e razão altura/diâmetro do colo. A altura das mudas, na segunda avaliação, não apresentou diferenças significativas entre os sombreamentos usados. Os níveis de sombreamento usados não tiveram influência no desenvolvimento em altura das mudas de *H. courbaril* (Tabela 3). Barbosa (1990) não encontrou diferenças significativas em mudas de *J. copaia* após seis meses de permanência em viveiro. De igual modo, os níveis de sombreamento não influenciaram a altura das mudas de *C. catenaeformis* (Farias et al., 1997). Por outro lado, as mudas de *C. angulare* tiveram melhor desenvolvimento em altura sob 70% de sombreamento (Muroya et al., 1997).

O diâmetro do colo obtido na segunda avaliação, nas mudas cultivadas sob os sombreamentos variaram de 0% a 50% (Tratamentos de 1 a 4), e apresentaram valores significativamente superiores aos obtidos com mudas cultivadas sob 70%. Varela & Santos (1992) observaram decréscimo no diâmetro do colo de mudas de *Dinizia excelsa* cultivadas sob 70% de sombreamento. Entretanto, os níveis de sombreamento não influenciaram significativamente o diâmetro do colo das mudas de *C. catenaeformis* cultivadas em viveiro (Farias et al., 1997). Quanto à relação altura/diâmetro do colo, o melhor valor foi obtido com as mudas cultivadas sem sombreamento (T1), todavia, sem diferir estatisticamente dos tratamentos T3 e T4. Menor valor da relação H/D implica mudas mais resistentes no campo.

Não houve diferença significativa entre os sombreamentos em relação às variáveis número de folhas, massas de matéria seca de folhas, caule e total. Entretanto, a massa de matéria seca das raízes foi influenciada pelos níveis de sombreamento, revelando tendência de acúmulo, à medida que o sombreamento diminui. O sombreamento de 70% prejudicou a massa de matéria seca das raízes, sendo inferior estatisticamente aos demais sombreamentos (Tabela 3).

Na segunda avaliação, o número de folhas foi maior sem sombreamento, sendo superior ao de 70%. Entretanto, não foi encontrada diferença estatística entre

o número de folhas das mudas cultivadas sob os sombreamentos de 0% a 50%. De modo geral, a massa de matéria seca foi favorecida por menores sombreamentos. A massa de matéria seca das folhas foi prejudicada pelo sombreamento de 70%. Os melhores resultados foram obtidos com mudas cultivadas sob 0% de sombreamento, porém não diferiram dos obtidos com mudas cultivadas sob 30 e 50% de sombreamento.

A massa de matéria seca do caule, também, apresentou valor estatisticamente inferior nas mudas cultivadas sob 70% de sombreamento. Não houve diferença significativa entre os sombreamentos de 0% a 50%.

Quanto à massa de matéria seca das raízes, o tratamento sem sombreamento (T1) foi superior estatisticamente aos demais. O sombreamento de 70% influenciou negativamente o acúmulo de matéria seca das raízes. A relação parte aérea/sistema radicular apresentou melhor resultado nas mudas cultivadas sem sombreamento.

A interpretação e aplicação dos resultados obtidos neste estudo passam por conceitos relativos à tolerância e sucessão vegetal. Tais conceitos são

básicos, tanto em relação ao manejo, como em relação às de reposição florestal. *J. copaia* e *O. lagopus* são consideradas espécies exigentes em luz, principalmente pela sua larga ocorrência em capoeiras novas, em estágio inicial de desenvolvimento. Essas espécies tiveram comportamentos semelhantes, apresentando apenas diferenças relativas à intensidade da resposta. O pau-de-balsa foi mais vigoroso e parece responder à qualidade do substrato, porém com problema de estiolamento. A caroba, que apresenta taxa de crescimento inferior, não apresentou problema de estiolamento, como o pau-de-balsa, mesmo no maior nível de sombreamento. As mudas cultivadas à plena luz apresentaram maior sistema radicular, o que indica um possível estresse hídrico, e observou-se maior taxa de mortalidade.

Por outro lado, *H. courbaril*, uma espécie do dossel das matas amazônicas, normalmente é classificado no grupo ecológico das tolerantes. Seu desempenho satisfatório à plena luz pode estar relacionado, em parte, às reservas de suas sementes. A muda pode ser levada ao campo após três meses de desenvolvimento no viveiro, quando atingem cerca de 30 cm de altura. Sua resposta aos níveis de sombre-

**Tabela 3.** Médias de altura da parte aérea, diâmetro do colo, número de folhas, massa de matéria seca de folhas, caule, raiz, matéria seca total e razões altura/diâmetro do colo (H/D) e parte aérea/sistema radicular (S/R) das mudas de *Hymenaea courbaril* (jatobá), cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento, obtidas na primeira medição (13/10/97) e segunda medição (22/12/97), no viveiro do Inpa, AM<sup>(1)</sup>.

Sombreamento <sup>(2)</sup>	Altura da parte aérea (cm)	Diâmetro do colo (mm)	Nº de folhas	Matéria seca (g)				H/D	S/R
				Folhas	Caule	Raiz	Total		
82 dias após a repicagem									
T1	31,00	3,84	5,75	1,46	0,89	0,76a	3,11	8,12	3,30
T2	30,55	3,78	5,45	1,44	0,91	0,72ab	3,07	8,07	3,31
T3	34,75	3,85	6,15	1,53	0,89	0,71ab	3,13	9,05	3,54
T4	31,45	3,89	5,50	1,37	0,90	0,67ab	2,94	8,10	3,54
T5	31,53	3,61	5,40	1,33	0,76	0,56b	2,65	8,76	3,95
F	1,90 <sup>ns</sup>	1,97 <sup>ns</sup>	1,35 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>	1,51 <sup>ns</sup>	2,84*	1,68 <sup>ns</sup>	2,19 <sup>ns</sup>	2,15 <sup>ns</sup>
150 dias após a repicagem									
T1	36,55	4,70a	8,45a	2,34a	1,73a	1,90a	5,97a	7,81b	2,22c
T2	39,80	4,42ab	8,05ab	2,34a	1,68a	1,50b	5,52a	9,03a	2,74ab
T3	37,15	4,50a	8,00ab	2,29a	1,73a	1,42b	5,44a	8,27ab	3,01a
T4	36,35	4,41ab	7,00ab	1,96ab	1,52ab	1,49b	4,97ab	8,28ab	2,41bc
T5	37,50	4,05b	6,45b	1,67b	1,29b	1,01c	3,98b	9,21a	3,15a
F	1,39 <sup>ns</sup>	6,10**	3,77**	7,39**	4,46**	10,09**	8,20**	5,06**	9,13**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>T1: 15 dias a 50% de sombreamento e período restante a pleno sol; T2: 30 dias a 50% e período restante a pleno sol; T3: 30% de sombreamento; T4: 50% de sombreamento; T5: 70% de sombreamento. <sup>ns</sup>Não-significativo. \* e \*\*Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

amento testados foi mais explícita, de modo que à plena luz foram obtidos os melhores resultados no que diz respeito à qualidade de mudas.

### Conclusões

1. A *Jacaranda copaia* (caroba) apresenta melhor desenvolvimento sob 70% de sombreamento, e os menores sombreamentos favorecem o equilíbrio entre o desenvolvimento aéreo e o radicular.

2. Os tratamentos à plena luz proporcionam mudas de *Ochroma lagopus* (pau-de-balsa) com desenvolvimento equilibrado, com mais acúmulo de matéria seca e sem problema de estiolamento.

3. Mudas mais vigorosas de *Hymenaea courbaril* (jatobá) são obtidas sem sombreamento.

### Referências

- BARBOSA, A. P. **Ecofisiologia do crescimento inicial de mudas de morototó (*Schefflera morototoni*, Aubl. Frondin Araliaceae) cultivadas sob quatro níveis de radiação solar e três níveis de espaçamento.** Manaus: Universidade do Amazonas, 1985. 95 p. Dissertação de Mestrado.
- BARBOSA, A. P. O crescimento de mudas de caroba (*Jacaranda copaia* Aubl. D. Don. Bignoniaceae) cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento e espaçamento. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 526-534.
- BARBOSA, A. P.; UCHIDA, T.; CAMPOS, M. A. A.; MARQUES, A. J. da S. Tecnologia da produção de mudas de espécies florestais. In: HIGUCHI, N.; CAMPOS, M. A. A.; SAMPAIO, P. T. B.; SANTOS, J. dos. (Ed.). **Pesquisas florestais para conservação da floresta e reabilitação de áreas degradadas da Amazônia.** Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1998. p. 216-252.
- FARIAS, V. C.; VARELA, V. P.; COSTA, S. de S.; BATALHA, L. F. P. Análise de crescimento de mudas de cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke) cultivadas em condições de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 193-200, jul. 1997.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA (Manaus, AM). **Catálogo de madeiras da Amazônia:** características tecnológicas: área da hidrelétrica de Balbina. Manaus, 1991. 163 p.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos:** ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas: possibilidade e métodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: Dt Ges. für Techn. Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 1990. 343 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.
- LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. da; ALENCAR, J. da C. **Essências madeireiras da Amazônia.** Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1979. v. 1.
- MUROYA, K.; VARELA, V. P.; CAMPOS, M. A. A. Análise de crescimento de mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare* A. C. Smith-Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 27, n. 3, p. 197-212, jul. 1997.
- PEDROSO, S. G.; VARELA, V. P. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 47-51, jan. 1995.
- PINTO, A. M.; VARELA, V. P.; BATALHA, L. F. P. Influência do sombreamento no desenvolvimento de mudas de louro pirarucu (*Licaria canella* (Meissn.) Kosterm). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 23, n. 4, p. 397-404, out. 1993.
- RIBEIRO, M. N. G. Aspectos climatológicos de Manaus. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 6, n. 2, p. 229-233, jun. 1976.
- UCHIDA, T.; CAMPOS, M. A. A. Influência do sombreamento no desenvolvimento de mudas de cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. Fabaceae), cultivadas em viveiro. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 30, n. 1, p. 107-113, jan. 2000.
- VARELA, V. P.; SANTOS, J. dos. Influência do sombreamento na produção de mudas de angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 22, n. 3, p. 407-411, out. 1992.
- VARELA, V. P.; VIEIRA, M. das G. G.; MELO, Z. L. de M. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne) e concentração de clorofila nas folhas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 11, n. 2, p. 139-152, jun. 1995.