FORMAÇÃO DE MUDAS DE ANDIROBA (*Carapa Guianensis* Aubl. - Meliaceae): I - RESPOSTA A DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO

Celso Paulo de Azevedo[1]
Roberval Monteiro Bezerra de Lima[1]
Divania de Lima[2]
Lucinda Carneiro Garcia[2]
Sebastião Eudes Lopes da Silva[1]

Resumo: Com o intuito de avaliar o efeito do sombreamento na formação de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), conduziu-se um ensaio em viveiro, em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, durante três meses. Os níveis de sombreamento (0%, 25% e 50%), tratamentos, foram obtidos através de plantio a pleno sol e uso de estrutura coberta por sombrite (tela SARAN). Em intervalos regulares de 15 dias, em todas as plantas do experimento, procedeu-se as avaliações de altura, diâmetro do coleto e número de lançamentos, e, no final do experimento, avaliou-se o peso seco da parte aérea, do sistema radicular e total. Foram testados vários modelos de regressão para estimar as variáveis estudadas em função do nível de sombreamento. As variáveis peso seco da parte aérea, do sistema radicular e total variaram de maneira linear com o nível de sombreamento, enquanto que a altura e o diâmetro do coleto apresentaram uma resposta quadrática. A altura máxima calculada das plantas foi de 35,19 cm para o nível de 28,67% de sombreamento, o diâmetro apresentou um máximo de crescimento para 26,37% de sombreamento, com crescimento máximo esperado de 8,34 mm. Esses resultados indicam que: os padrões de andiroba ao sombreamento permitem considerá-la adaptada para regenerar e crescer sob o dossel da floresta; a andiroba é uma espécie que apresenta um bom potencial para plantio de enriquecimento, já que responde favoravelmente ao sombreamento e mudas de andiroba produzidas com 25% e 30% de sombreamento apresentaram maior diâmetro do coleto.

Abstract: The subsequent investigatives were carried out to study the influence of shading on the growth of seedling andiroba (*Carapa guianensis* Aubl). The investigations were carried out in the nursery at the CPAA/EMBRAPA, the experimental design was completely randomized with three repetitions during a three month period. The shading intensities (0%, 25% e 50%), treatments, were obtained underfull open sky and by using black, polyolefine screens. In 15 days intervals the seedling heights, collar diameters, and number of branches were measured. At the end of the experiment aerial matter dry weight and root system dry weight was quantified. The tendency of plant growth during the experimental period was calculated by regression analysis. These investigations indicated a linear relationship between the biomass produtivity of the plants and the intensity of shading, whereas a quadratic relationship could be found between height and collar diameters growth and shading maximum height growth (39,19 cm) could be observed for a calculated shading level of 28,67%, whereas, maximum collar diameter (8,34mm) could be found of plants growth at a calculed shading level of 26,37%. The results indicate that the hight quality seedling andiroba production should be carried out at medium or height shading leaves and that for plantation in nonshad field conditions the seedling production should be carried out whith 25% to 30% shading.

Palavras-chave: Sombreamento, qualidade da muda, andiroba, *Carapa guianensis.*

Key-words: Shading, seedling quality, andiroba, *Carapa guianensis.*

(1) Engenheiros Florestais, M.Sc, EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental - CPAA, Caixa Postal 319, CEP 69011-970, Manaus - AM.

(2) Engenheiras Agrônomas, M.Sc, EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental - CPAA, Caixa Postal 319, CEP 69011-970, Manaus - AM.

Introdução

Carapa guianensis Aubl. (andiroba), da família Meliaceae, ocorre naturalmente, formando associações, na América Central, Peru, Brasil, Suriname, Guianas, África Tropical, Antilhas, Colômbia e Venezuela. No Brasil, ocorre em toda bacia amazônica, prefere as várzeas e faixas alagáveis ao longo dos cursos d'água. Encontra-se também com muita freqüência nas vertentes das colinas, em solos bem drenados. Muito cultivada em terra firme, onde atinge menor porte (Loureiro *et al.*, 1979).

Apresentando características silviculturais de bom desenvolvimento, madeira de alto valor econômico, utilizada principalmente em construção naval, carpintaria, marcenaria, confecção de portas e caixotaria, e semente que encerra 70% de óleo insetífugo e medicinal, esta espécie tem sido indicada para plantios na região norte em áreas degradadas de várzeas úmidas e reflorestamentos (Lorenzi, 1992).

Cada espécie tem exigências próprias para o seu desenvolvimento. Fatores como água, luz, temperatura e condições edáficas são alguns dos elementos do meio ambiente que influem no desenvolvimento da vegetação. O suprimento inadequado de um desses fatores pode reduzir o vigor da planta e limitar seu crescimento. Dentre esses, a luz, considerando sua intensidade e qualidade, é importante para o crescimento das plantas, por influir, entre outros processos, na taxa de fotossíntese (Odum, 1988).

Para avaliar as respostas de crescimento de plantas florestais à intensidade luminosa, têm sido usado vários parâmetros, como altura e diâmetro do coleto (parâmetros lineares); número de ramificações, folhas, flores e frutos (parâmetro estruturais); e peso seco total, peso seco da parte aérea e da parte radicular (matéria seca). Destes, a altura e diâmetro do coleto são os mais utilizados devido a facilidade de obtenção (Poggiani *et al*, 1992) e a medida básica do crescimento é o peso seco (Bleasdale, 1977). Carneiro (1980), acrescenta que a altura e o diâmetro do coleto podem ser usados para predizer o peso seco das raízes e da parte aérea, salienta ainda, que o diâmetro permite melhores prognósticos

Vários autores têm utilizado o método de sombreamento artificial para observar a resposta de espécies florestais a diferentes intensidade de luz.

Ferreira *et al* (1977), trabalhando com quatro espécies florestais e quatro níveis de sombreamento (0%, 25%, 50% e 70%), verificou que as mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliqum* (Vell.) Morong) produzidas sob 70% de sombreamento, desenvolveram-se mais em altura, no campo, ao passo que para as demais espécies não foi verificado influência significativa. Observaram para guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake) e jatobá (*Hymeneae stigonocarpa* Mart.), maior diâmetro do coleto quando as mudas foram produzidas sem sombreamento, enquanto que, para faveira (*Pelthophorum dubium* (Spreng) Taub) e tamboril não foi encontrada diferença significativa.

Analisando a influência de quatro níveis de sombreamento (0%, 25%, 50% e 70%), na produção de Pinus insulares, Ferreira *et al* (1981) observaram valores maiores do diâmetro do coleto e produção de matéria seca do caule, raiz, folhas e total quando as plantas não foram submetidas a sombreamento (0%).

Na produção de mudas de Ocotea porosa, Sturion e Iede (1982), compararam três níveis de sombreamento (0%, 30% e 60%) e concluiram que as mudas com maior diâmetro de coleto, peso da matéria seca e maiores relações entre o peso de matéria seca do sistema radicular e peso de matéria seca da parte aérea, e entre diâmetro do coleto e altura da parte aérea, foram obtidos quando cultivadas a céu aberto. Entretanto, menor porcentagem de sobrevivência foi encontrada neste tratamento.

Barbosa (1985), testando quatro níveis de intensidade luminosa e três níveis de espaçamentos entre as mudas de *Scheffera morototoni*, observou aumento da matéria seca da raiz e da planta total quando produzida com maior sombreamento.

Varela & Santos (1992), testando a influência de três níveis de sombreamento (30%, 60% e 70%) na produção de mudas de angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke), verificaram maiores valores para altura e peso de matéria seca da parte aérea e sistema radicular quando produzidas com 30% e 50% de sombreamento.

Muroya (1995), trabalhando com mudas de jacareúba (*Calophyllum brasiliense* Camb.), sob quatro níveis de sombreamento (0%, 30%, 50% e 70%) encontrou os maiores valores de altura, diâmetro do coleto e área foliar nas mudas cultivadas sob 70% de sombreamento.

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do sombreamento na formação de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.).

Material e Métodos

O experimento foi instalado no viveiro do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental - Embrapa/CPAA, localizado no km 24 da rodovia AM-010, em área compreendida entre as coordenadas 59°52'40" e 59°58'00" de longitude Oeste e 03°00'00" e 03°08'00" de longitude Sul (Ribeiro, 1976). O clima pertence ao grupo tropical chuvoso, classificado como tipo Af, segundo Köppen, caracterizando-se por apresentar temperatura média nunca inferior a 18°C e a precipitação do mês mais seco superior a 60 mm.

As sementes foram coletadas em árvores porta-sementes em área do CPAA. A semeadura foi realizada em bandejas de plástico, utilizando-se como substrato areia lavada. Posteriormente, foram repicadas para sacos plástico de cor preta, tendo como substrato, terriço da floresta.

Foram utilizados três níveis de sombreamento: 0%, 25% e 50%. Os níveis de 25% e 50% foram obtidos com o uso de sombrite (tela SARAN) de cor preta e o 0% por semeadura a céu aberto. O delineamento foi inteiramente casualizado, com três repetições de 20 mudas, sendo que os diferentes níveis de sombreamento constituíram os tratamentos.

Durante o período de três meses, em intervalos regulares de 15 dias, foram avaliados nas 20 plantas das parcelas, os seguintes parâmetros: altura, diâmetro do coleto e número de lançamentos. No final do experimento, quatro plantas por parcela, escolhidas ao acaso, foram cortadas ao nível da protuberância que se desenvolve no coleto, destacando-se a parte aérea da parte radicular, acondicionadas em sacos de papel, etiquetadas e levadas para secagem em estufa de ventilação forçada a 75°C, durante 72 horas. Após a secagem do material vegetal, foi determinado o peso da matéria seca da parte aérea, do sistema radicular e total, e a relação raiz/parte aérea, com base no peso seco.

Os dados de crescimento foram estudados através de análise de regressão, em função do nível de sombreamento, considerando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 S_i + \beta_2 S_i^2 + e_i$$

em que:

Y_i = característica a ser estimada;

S_i = níveis de sombreamento;

$ß_0$, $ß_1$, e $ß_2$ parâmetros a serem estimados e

e_i = erro aleatório suposto normal e independentemente distribuído com média zero e variância σ^2.

Resultados e Discussão

Os resultados do Quadro 1, mostram que as variáveis diâmetro do coleto, altura, peso seco da raiz, peso seco da parte aérea e peso seco total, aos 90 dias, foram afetadas pelo nível de sombreamento. Em termos práticos, constatou-se que o nível de sombreamento afetou significativamente o crescimento em altura e diâmetro e a produção de matéria seca da parte aérea , radicular e total.

Ainda com base nos resultados do Quadro 1, como o teste F para a falta de ajustamento é não significativo, isto indica que, podemos admitir que os modelos são adequados para representar os dados. Os valores do R^2 e CV(%), também confirmam, que os modelos são apropriados para explicar as variáveis.

Informações sobre o diâmetro do coleto das mudas são importantes, considerando que Carneiro (1980) demonstrou haver alta correlação entre diâmetro do coleto e a sobrevivência das mudas após o plantio. O aumento em diâmetro das plantas em resposta ao nível de sombreamento, com efeito quadrático (Quadro 1), apresentou um máximo de crescimento para 26,37% de sombreamento. Assim, o crescimento máximo esperado é de 8,43 mm. Reis *et al* (1991), trabalhando com mudas de jacarandá da bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem), observaram

que o máximo diâmetro do coleto ocorreu quando utilizou-se sombreamento de 55%, constatando também, crescimento substancial entre os níveis de 0 a 30%. Segundo Kozlowksi citado por Reis *et al.* (1991), em níveis de sombreamento elevados há uma diminuição de fotoassimilados e de reguladores, em razão da diminuição da fotossíntese. O autor, concluiu ainda, que a fotossíntese aparente guarda uma relação mais direta com o crescimento em diâmetro do que com o crescimento em altura.

Quadro 1 - Coeficientes e principais estatísticas para os modelos ajustados para as variáveis diâmetro do coleto, altura, peso seco da raiz, peso seco da parte aérea e peso seco total para as mudas de andiroba.

VARIÁVEL	EQUAÇÃO	COEFICIENTES			R^2	CV (%)	F - Falta de ajusta-mento
		β_0	β_1	β_2			
Diâmet. do Coleto	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 S_i + \beta_2 S_i^2$	7,424237	0,075939**	-0,001440**	89,64	2,94	-
Altura	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 S_i + \beta_2 S_i^2$	32,733330	0,171333*	0,002987**	54,01	3,29	-
Ps Raiz	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 S_i$	4,396760	0,090611*	-	52,07	30,20	4,93 ns
Ps Parte Aérea	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 S_i$	16,020400	0,154983**	-	64,87	13,26	0,55 ns
Ps Total	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 S_i$	20,417200	0,245594**	-	70,41	13,87	2,96 ns

* significativo a 5% de probabilidade ; ** significativo a 1% de probabilidade; **ns** não significativo

Observando o quadro 2 e figura 1, nota-se que o diâmetro do coleto foi maior a 25% de sombreamento, entretanto, aos 30 e 45 dias não diferiu de 50% de sombreamento, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Transcorrido noventa dias do início do experimento, apesar de não haver diferença significativa entre os tratamentos, observou-se um maior incremento na altura das plantas ao nível de 25% de sombreamento. A resposta foi quadrática e a altura máxima estimada das plantas foi de 35,19 cm para o nível de 28,67% de sombreamento (Quadro 1).

Quadro 2 - Dados médios observados para a altura total, diâmetro do coleto, número de lançamentos de mudas de andiroba aos 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após o transplante matéria seca da parte aérea, radicular total e razão entre peso seco da raiz e peso seco da parte aérea, 90 dias após o transplante.

VARIÁVEL	TRATAMENTO	DIAS APÓS O INÍCIO DO EXPERIMENTO						
		0	15	30	45	60	75	90
Altura	0	26,88a	27,81a	28,78a	29,91a	31,22a	32,62a	32,73a
	25	28,53a	29,55a	30,86a	32,33a	33,43a	34,41a	35,15a
	50	27,60a	28,82a	30,20a	31,59a	32,95a	33,86a	33,83a
Diâmetro do Coleto	0	4,54a	5,24a	5,50a	6,05a	6.31a	6.79a	7.42a
	25	4,81a	5,71b	6,16b	6,87b	7.17b	7.76b	8.42b
	50	4,77a	5,34a	6,01b	6,43ab	6.48a	6.92a	7.62a
Número de Lançamentos	0	3,58a	4,75a	6,40a	7,52a	8.21a	8.91a	9.19a
	25	3,90a	5,28a	6,65a	8,00a	8.55a	9.20a	9.75a
	50	3,83a	5,28a	6,53a	7,43a	8.32a	8.86a	9.20a
Razão (P. raiz/P. aérea)	0							0.31a
	25							0.26a
	50							0.42a
Peso raiz	0							5,23a
	25							4,97a
	50							9,77b
Peso aérea	0							16,49a
	25							18,93ab
	50							24,24b
Peso total	0							21,73a
	25							23,91a
	50							34,01b

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

Conforme verifica-se no quadro 2, os níveis de sombreamento utilizados no experimento não influenciaram o crescimento em altura e o número de lançamentos em todos os períodos de avaliação. Resultados semelhantes foram obtidos por Pedroso & Varella (1995) para mudas de sumauma produzidas sob 0%, 30%, 50% e 70% de sombreamento e para mudas de muiratinga (*Maquira Sclerophylla*) produzidas sob 0%, 30% e 50% de sombreamento (Façanha & Varella, 1987). Apesar de não ter sido constatada diferença significativa entre os níveis de sombreamento, a maior altura e número de lançamentos foram obtidos para as plantas produzidas a 25% de sombreamento (Figuras 2 e 3). Observou-se que o modelo utilizado na análise de regressão para altura, foi mais eficiente para mostrar o efeito do sombreamento no crescimento (Quadro 1).

Uma aplicação importante desses resultados é que para dados quantitativos deve-se aplicar análise de regressão.

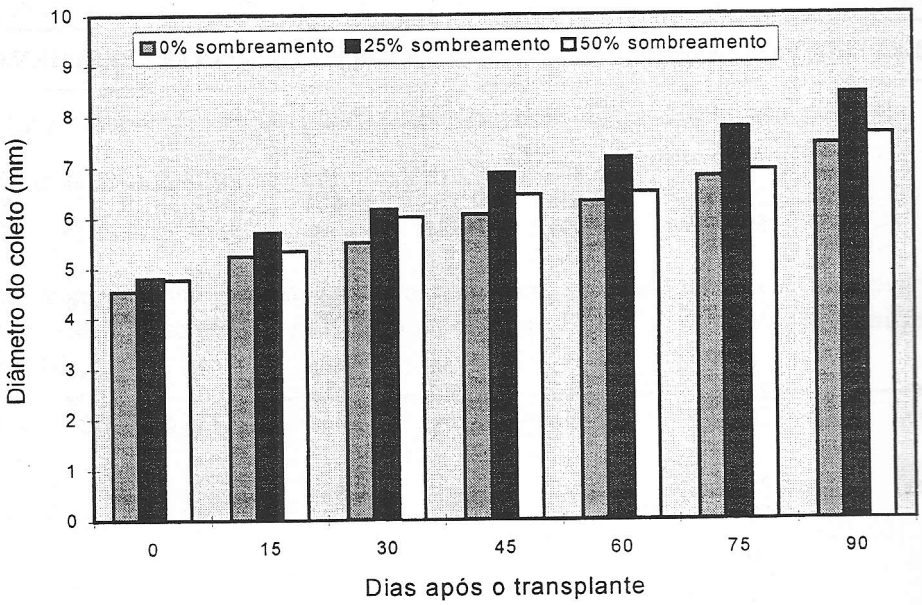

Figura 1 - Média de diâmetro do coleto de mudas de andiroba após 0, 15, 30, 60, 75 e 90 dias do transplante em função de três níveis de sombreamento.

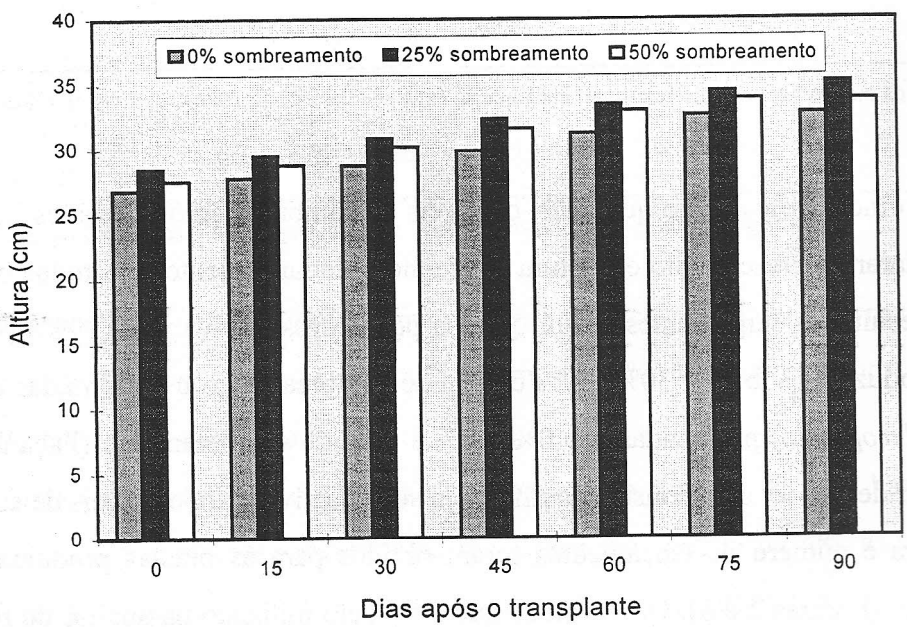

Figura 2 - Média de altura de mudas de andiroba após 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias do transplante em função de três níveis de sombreamento.

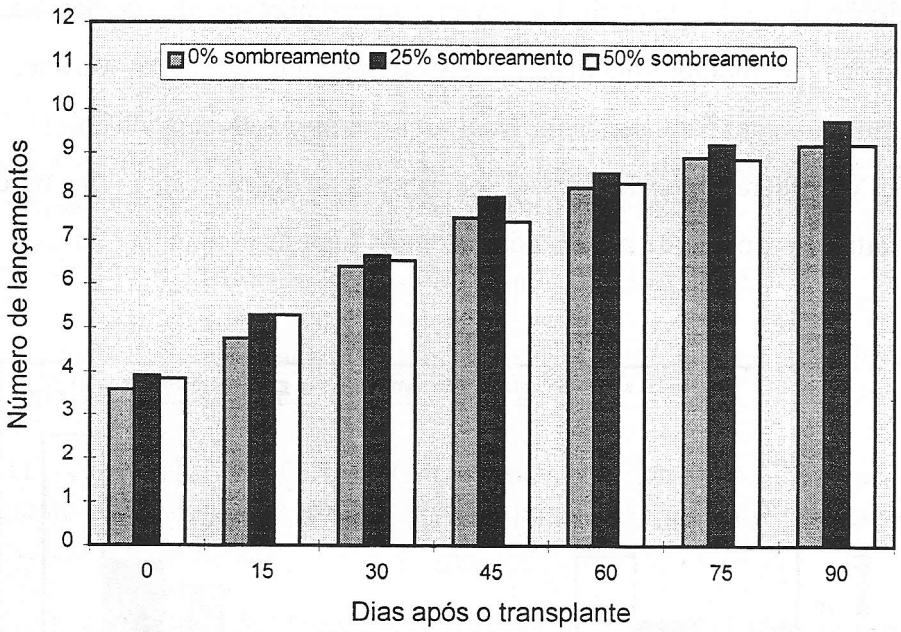

Figura 3 - Média de número de lançamentos de mudas de andiroba após 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias do transplante em função de três níveis de sombreamento.

O peso seco da parte aérea, radicular e total variaram de maneira linear e positivamente de acordo com o nível de sombreamento (Quadro 1 e Figura 4). Pelos resultados apresentados, observa-se que sob o nível mais elevado de sombreamento, 50%, tem-se produção de matéria seca total, aérea e radicular mais elevadas. Ferreira (1977) explica esta variação na produção de matéria seca causada pelo sombreamento, com base no ponto de compensação. Espécies tolerantes têm baixo ponto de compensação, isto é, são capazes de produzir assimilados mesmo sob baixa intensidade de luz. Segundo Loureiro *et al* (1979), a andiroba tolera bem a sombra, e em plantios com onze anos de idade, sob 50% de sombreamento em floresta primária, na Reserva florestal Ducke, em Manaus, apresentou uma sobrevivência de 94%, com 15,78 m de altura e 13,9 cm de diâmetro (DAP).

Observou-se que não houve diferença significativa para a razão entre peso seco da raiz e peso seco da parte aérea, em função do nível de sombreamento.

A produção de mudas de andiroba requerer um sombreamento de médio a forte para que se obtenha mudas de melhor qualidade. Deve-se ressaltar que esta espécie, pela sua alta plasticidade, apresenta grande potencial silvicultural e para plantio a pleno sol.

Convém considerar que são necessários estudos de sobrevivência das mudas no campo, sob diferentes situações, para que recomendações mais seguras possam ser feitas.

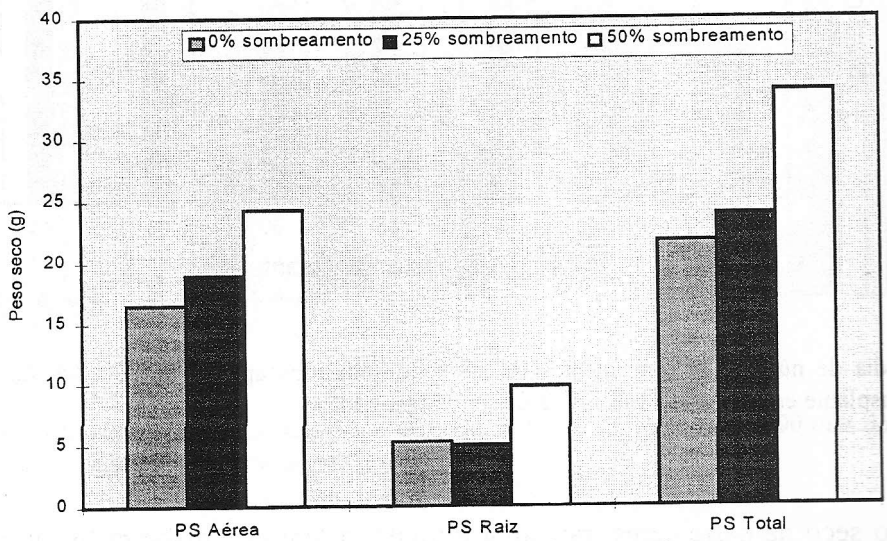

Figura 4 - Média de matéria seca de mudas de andiroba aos 90 dias após o transplante em função de três níveis de sombreamento.

Conclusões

Os padrões de andiroba ao sombreamento permitem considerá-la adaptada para regenerar e crescer sob o dossel da floresta.

A andiroba é uma espécie que apresenta um bom potencial para plantio de enriquecimento, já que responde favoravelmente ao sombreamento.

Mudas de andiroba produzidas com 25% e 30% de sombreamento apresentaram maior diâmetro do coleto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbosa, A. P. (1985) **Ecofisiologia do crescimento inicial de mudas de Morototó (*Schefflera morototoni* Frondin Araliaeae) cultivads sob quatro níveis de radiação solar e três níveis de espaçamento**. Manaus: INPA/FUA. (Tese de Mestrado).

Bleasdale, J. K. A. (1977) **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU/EDUSP.

Carneiro, J.G.A. (1980) Determinação do padrão de qualidade de mudas de *Pinus taeda*, para plantio definitivo. *Boletim APEF,* Curitiba - PR, n. 2,

Façanha, J. G. V ,Varela, V. P. (1987) Influência do tamanho da semente e tipo de sombreamento na produção de mudas de Muirapiranga. *Pesquisa Agropecuária Brasileira,* Brasília, v.2, n.1, p. 1185-8.

Ferreira, M. G. M., Cândido, J. F., Cano, M. A., Condé, A. R. (1977) Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. *Rev. Árvore,* Viçosa - MG, *v.*1, n.2, p.121 - 34.

Ferreira, M. G. M. , Cândido, J. F., Silva, P. A., Coletodete, J. L. (1981) Efeito do sombreamento e da densidade de sementes sobre o desenvolvimento de mudas de "*Pinus insulares*" Endicher e seu crescimento inicial no campo. *Rev. Árvore,* Viçosa- MG, *v.*2, n.1, p. 53 - 61.

Lorenzi, H. (1992) **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Ed. Plantarum 370 p.

Loureiro, A. A. , Silva, M. F. , Alencar, J. C. (1979) **Essências madeireira da Amazônia. Manaus** INPA/Suframa. v.1, 245 p.

Muroya, K. (1995) **Analise de crescimento de mudas de Jacareúba (*Calophyllum angulares* C. Smith - Guttifera) cultivadas em condições de viveiro.** Manaus-AM, UTAM, 40 p. (Monografia).

Odum, E. P. (1988) Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara, 434p.

Pedroso, S. G. , Varela, V. P. (1995) Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn). *Revista Brasileira de Sementes,* v.17, n.1, p. 47-51.

Poggiani, F.; Brunt, S.; Barbosa, E. S. Q. (1992) Efeito do sombreamento sobre o crescimento das mudas de três espécies florestais. **In: Anias do 2º Congresso Nacional sobre Essências Florestais**, v.4 (n. único), p.564 - 569.

Reis, M. G. F. , Reis, G. G. , Regazzi, A. J. , Leles, P. S. S. (1991) Crescimento e forma do fuste de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem), sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. *Rev. Árvore,* Viçosa - MG, v. 15, n.1, p. 23 - 34.

Ribeiro, M. N. G. (1976) Aspectos climatológicos de Manaus. *Acta Amazônica,* v.*6, n.*2, p. 229 - 233.

Sturion J. A. , Iede E. T. (1982) **Influência da profundidade de semeadura, cobertura de canteiro e sombreamento na formação de mudas** *Ocotéia porosa* (NEES) Liberato Barroso (Imbuia) **In:** IV Congresso Florestal Brasileiro, Belo Horizonte - MG. v. 28, p. 513-516.

Varella, V. P. , Santos, J. (1992) Influência do sombreamento na produção de mudas de Angelim pedra (*Dinízia excelsa* Ducke). *Acta Amazônica*, v. 22, n.3, p. 407 - 11.