

# ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE MUDAS DE JACAREÚBA (*Calophyllum angulare* A. C. SMITH - GUTTIFERAE) CULTIVADAS EM CONDIÇÕES DE VIVEIRO.

Kikue MUROYA<sup>1</sup>, Vania Palmeira VARELA<sup>2</sup>, Moacir A. A. CAMPOS<sup>2</sup>

**RESUMO** — O presente trabalho, conduzido no viveiro da Reserva Florestal Adolfo Ducke, Amazonas, Brasil, teve como objetivo comparar quatro níveis de sombreamento no crescimento de mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare*). Foram utilizados os níveis de sombreamento 30, 50 e 70%, obtidos com telas de poliolefinas de cor preta, e o nível 0% a pleno sol. A análise de crescimento foi feita imediatamente após a transferência das mudas para os canteiros e mensalmente durante 5 meses. Foram obtidos os seguintes resultados: a) Os maiores valores de altura; diâmetro do coleto e área foliar foram obtidos nas mudas cultivadas sob 70% de sombreamento aos 150 dias de permanência no viveiro; b) Ocorreu uma tendência de decréscimo nos valores de taxa de crescimento relativo foliar e de razão de área foliar em decorrência do período de permanência das mudas no viveiro; c) A taxa de crescimento relativo foliar não foi influenciada pelos níveis de sombreamento; d) As mudas cultivadas sob 70% apresentaram valores de taxa de crescimento relativo da parte aérea que indicam uma melhor adaptação a essa condição; com relação a taxa de crescimento relativo das raízes, os níveis de sombreamento mais favoráveis foram 0 e 50%; e) O efeito da aclimação sobre as mudas cultivadas sob 70%, provocou uma diminuição temporária nas taxas de crescimento relativo da parte aérea e crescimento relativo total, entre os períodos de 30 a 60 dias.

**Palavras chaves:** crescimento, sombreamento, *Calophyllum angulare*.

## Growth Analysis of Jacareúba (*Calophyllum angulare* A.C. Smith - Guttiferae) Seedlings Cultivated in Nursery Conditions.

**ABSTRACT** — This work conducted at the nursery of Ducke Forest Reserve in Amazonas State, Brazil, had as objective to compare four levels of shading on the growth of jacareúba (*Calophyllum angulare*) seedlings. The following shading levels were used: 30, 50 and 70% by using black plastic screening and 0% under full sunlight. The growth analysis was done just after the transportation of transportation of seedlings to the beds and monthly during five months. The following results were obtained: a) The greatest values in height, collar diameter and leaf area were obtained with the seedlings cultivated at 70% of shading-shading at 150 days of staying in the nursery; b) There was a trend to decreasing the relative foliar growth rate and that of foliar area rate of the seedlings while staying in the nursery; c) The relative foliar growth rate was not influenced by the different levels of shading; d) The seedlings cultivated under 70% of shading showed values of a relative shoot growth rate which shows better adaptation to this condition; concerning to the relative root growth rate the levels of shading more favorables were 0% and 50%; e) The effect of acclimatization on seedlings cultivated under 70%, caused a temporary decrease to the relative growth rate of shoot and the total growth rate between 30 and 60 days.

**Key words:** growth, shading, *Calophyllum angulare*

## INTRODUÇÃO

A exploração da floresta amazônica de forma desordenada e seletiva, em face da demanda por espécies de alto valor comercial, sem o devido conhecimento de suas características silviculturais, pode

resultar na perda de recursos florestais bastante valiosos.

Diante da devastação das matas naturais, o conhecimento das técnicas de produção de mudas constitui-se numa alternativa viável para recomposição

<sup>1</sup> Estudante de Engenharia Florestal do Instituto de Tecnologia da Amazônia (UTAM), CEP 69050.020, Manaus-Am.

<sup>2</sup> Instituto Nac. de Pesq. da Amazônia (INPA, Cx. Postal 478, CEP 69.083.000, Manaus-Am.

efetiva das matas exploradas como forma de garantir, através dos sistemas de regeneração artificial, a continuidade deste potencial econômico. Por outro lado, no que se refere à regeneração artificial de espécies florestais, tem-se cada vez mais a demanda por projetos de reflorestamento com espécies nativas para cumprir a obrigação legal de reposição e para obtenção de madeira de qualidades diferenciadas.

Dentre as espécies que vêm sendo exploradas na Amazônia destacam-se as jacareúbas (*Calophyllum angulare* A.C. Smith) cuja madeira tem sido utilizada pelas serrarias localizadas na região. Uma das jacareúbas, a de maior importância econômica, pertencente à família Guttiferae, ocorre com maior frequência em mata de terra firme, e é encontrada também nas margens de rios e igarapés em solos mais arenosos.

Informações sobre a fenologia da jacareúba são mostradas nos estudos feitos por ALENCAR *et al.* (1979). A floração e a frutificação ocorreram no intervalo de dois anos de 1965 a 1971 e a partir de 1976 apresentaram irregularidade. O período de floração foi de abril a agosto e o da frutificação de junho a dezembro.

As espécies são classificadas em grupos ecológicos distintos, de acordo com sua capacidade de adaptação às condições de baixa ou alta intensidade luminosa. Comumente, classifica-se as espécies em plantas de sol e de sombra com base em certas variáveis de resposta à intensidade luminosa.

BLACKMAN & WILSON (1956) definiram como planta de sol aquela que apresenta uma alta razão entre área foliar e unidade de peso seco total

na unidade de tempo (Razão de área foliar - RAF) a pleno sol. Ocorre mudança neste índice à intensidades de luz mais baixas. Ao contrário, as plantas de sombra apresentam uma baixa RAF a pleno sol e um rápido aumento deste índice com o aumento do sombreamento.

BLACKMAN (1968) adotou como critério a taxa de crescimento relativo (acúmulo de matéria seca na unidade de tempo - TCR): as plantas de sol apresentam TCR maior a uma intensidade relativa de luz de 100% (pleno sol) enquanto as de sombra apresentam uma TCR máxima abaixo de 100% de iluminação.

Existem espécies que evitam o déficit de luz, ou seja, apresentam mecanismo de aumentar a quantidade de luz disponível pela fotossíntese (LEVITT, 1972); espécies que toleram a sombra capazes de ajustar suas taxas metabólicas para sobreviverem a baixas intensidades de luz (GRIME, 1965) e espécies intolerantes, que sobrevivem à sombra (CLARKE, 1971).

Vários autores têm utilizado o método do sombreamento artificial para avaliar o comportamento das mudas de espécies florestais quanto à intensidade luminosa. Há, porém, poucos resultados de pesquisas sobre qualidade de mudas de espécies florestais de regiões tropicais.

O comportamento das mudas de espécies florestais em relação à luz pode ser avaliado por meio de vários parâmetros. Destacando-se, entre eles, a altura, que é utilizada com frequência devido à facilidade de avaliação.

FAIRBAIRN & NEUSTEIN (1970), para as mudas de *Pseudotsuga menziensis*, *Tsuga heterophylla*, *Abies*

grandes e *Picea abies* produzidas com pouco sombreamento, encontraram melhor desenvolvimento em altura, enquanto que observaram maior altura para as mudas de *Picea sitchensis* sem sombreamento.

Em um estudo de produção de mudas de espécies nativas, FERREIRA *et al.* (1977), utilizando 4 níveis de sombreamento, concluíram que o tratamento a céu aberto proporcionou maior produção de matéria seca total em mudas de *Peltophorum dubium* e *Hymenae stigonocarpa*, maior diâmetro do colo em mudas de *Schizolobium parahyba* e *H. stigonocarpa* e maior razão do comprimento radicular/parte aérea em mudas *P. dubium* e *Enterolobium contortisiliquum*. Somente a área foliar e a razão de área foliar em mudas de *S. parahyba* foram maiores, com 70% de sombreamento.

Na produção de mudas *Ocotea porosa*, STURION & IEDE (1982), compararam três níveis de sombreamento (0%, 30% e 60%) e concluíram que as mudas com maior diâmetro de colo, peso da matéria seca e maiores relações entre o peso de matéria seca do sistema radicular e peso da matéria seca da parte aérea, e entre diâmetro do colo e altura da parte aérea, foram obtidas quando cultivadas a céu aberto. Constataram, porém, menor porcentagem de sobrevivência neste tratamento.

As plântulas de *Piptadenia rigida* (angico branco), *Schizolobium parahyba* (guapuruvu) e *Albizzia lebbek* (coração de negro) foram cultivadas em casa de vegetação, sob condições de luz total e 80% de

sombra. As três espécies apresentaram um maior crescimento em altura nas condições de sombreamento do que à plena luz. Todavia, apenas as plântulas de *P. rigida* evidenciaram incrementos significativos do peso seco das folhas e da área foliar quando expostas a 80% de sombra (POGGIANI *et al.*, 1992).

PINTO *et al.* (1993) compararam quatro diferentes níveis de sombreamento (0%, 30%, 50% e 70%) em mudas de *Licaria canella* e concluíram que as mudas produzidas sob 50% de sombreamento apresentaram maiores valores de peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular. Observaram, ainda, que a altura, área foliar e razão de área foliar não foram influenciadas significativamente pelos níveis de sombreamento.

Em um estudo sobre produção de mudas de morototó (*Schefflera morototoni*), cultivadas sob quatro níveis de radiação solar, BARBOSA (1985) concluiu que o sombreamento antecipou e aumentou as taxas de crescimento da espécie, indicando uma facilidade de adaptação em condições ambientais de menor incidência da radiação solar. Observou que ao nível de 50%, a razão de área foliar apresentou pequena variação porém continuamente decrescente e que área foliar específica apresentou valores mais elevados à medida que a radiação solar foireduzida.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência do sombreamento nos parâmetros morfológicos e fisiológicos de crescimento das mudas de jacareúba, (*Calophyllum angulare* A. C. Smith), a fim de definir um padrão de qualidade de mudas a serem levadas ao campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

#### Localização

O experimento foi desenvolvido no viveiro da Reserva Florestal Adolfo Ducke, localizado no km 26 da Rodovia AM-10, Manaus - Itacoatiara. A reserva está compreendida entre as coordenadas geográficas de 03°00'02" e 03°08'00" de latitude sul e 59°52'40" e 59°58'00" de longitude oeste.

#### Clima

O clima da área é do tipo Afi, de acordo com a classificação climatológica de Köppen. Com base em dados meteorológicos de nove anos da Reserva Ducke, (RIBEIRO, 1976) constatou que a temperatura média para o mês mais frio nunca é inferior a 18°C, a precipitação média anual é de 2000 mm e ocorrem duas estações distintas: a chuvosa, estendendo-se de novembro a maio e a seca, de junho a outubro.

#### Instalação do experimento

As sementes foram coletadas no mesmo local da experimentação em 21 de fevereiro de 1994, em árvore com altura total de 29,5 m e DAP (diâmetro à altura do peito) de 14,5 cm. A semeadura foi realizada, sob galpão coberto com telhas transparentes, no mesmo dia da coleta, utilizando-se sementeira de 100x47x21 cm e, como substrato, areia lavada. Na repicagem, realizada após 50 dias da semeadura, foram utilizados sacos de polietileno de 16,5x28,5 cm enchidos com uma mistura de areia e barro na proporção de

2:1. Após 15 dias, as mudas foram distribuídas nos canteiros.

Foram utilizados quatro níveis de sombreamento:  $S_1=30\%$ ,  $S_2=50\%$  e  $S_3=70\%$  obtidos com o uso de telas de poliolefinas, de cor preta, e  $S_4=0\%$  a pleno sol. Em cada parcela, 200 mudas foram distribuídas ao acaso, a espaços de 20 cm, par evitar a sobreposição das folhas entre as mudas. No decorrer da experimentação, os canteiros foram irrigados diariamente e as ervas daninhas, eliminadas.

As avaliações do crescimento das mudas foram feitas imediatamente após a transferência das mudas para os canteiros e mensalmente durante 5 meses, tomando-se aleatoriamente amostras de 8 plantas em cada tratamento.

Foram avaliadas as seguintes características:

altura total (cm) - medida com o auxílio de uma régua milimetrada até a inserção da última folha.

diâmetro do colo (mm) - com auxílio de um paquímetro.

área foliar (cm<sup>2</sup>) - avaliada através do medidor de área foliar portátil LI-COR Mod LI 3000A.

peso da matéria seca (g) da parte aérea, do sistema radicular e total - as mudas foram seccionadas em duas partes (aérea e radicular) à altura e do colo foram colocadas para secar em estufa a 75°C por 48 horas, até atingirem o peso constante, e posteriormente pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g.

peso da matéria seca da folha (g) - as folhas foram separadas e pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g.

Através destas variáveis, foram calculados alguns parâmetros morfo-

lógicos e fisiológicos e morfológicos de crescimento. Estes parâmetros foram: taxa de crescimento relativo total (TCRT), taxa de crescimento foliar relativo foliar (TCRFFR), taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCRPA), taxa de crescimento relativo da raiz (TCRRA) e razão da área foliar (RAF), segundo fórmulas de crescimento de RADFORD (1967).

Os dados de altura, diâmetro do colo e área foliar foram analisados pelo delineamento de blocos do acaso em esquema fatorial 4 x 5.

Os dados de taxa de crescimento foliar relativo foliar (TCRF) e razão de área foliar (RAF) foram analisados segundo o delineamento inteiramente ao acaso em esquema de parcelas subdivididas no período, sendo que os níveis de sombreamento constituíram as parcelas e os períodos as subparcelas.

Os dados de taxa de crescimento relativo foliar (TCRF) e razão de área foliar (RAF) foram analisados segundo o delineamento inteiramente ao acaso em esquema de parcelas subdivididas no período, sendo que os níveis de sombreamento constituíram as parcelas e os períodos, as subparcelas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se as médias de altura das mudas de jacareúba obtidas de acordo com os períodos de avaliação e níveis de sombreamento testados. Observou-se que as mudas avaliadas com 90, 120 e 150 dias apresentaram resultados de altura significativamente semelhantes entre si e estatisticamente superiores aos períodos de 30 e 60 dias. Os níveis

de sombreamento 0%, 30% e 50% não apresentaram diferenças significativas na altura das mudas e o nível de 70% foi significativamente superior quando comparado com os demais níveis. BARBOSA (1985) também verificou que as mudas de morototó (*Schefflera morototoni*) apresentaram altura maior em ambientes mais sombreados, em consequência da dominância apical. Entretanto, em estudos sobre níveis de sombreamento na produção de angelim pedra (*Dinizia excelsa*), VARELA & SANTOS (1992) observaram que o sombreamento de 70% prejudicou o crescimento em altura das mudas quando comparado com 30%.

A altura possui diferentes padrões de respostas de acordo com a capacidade adaptativa da espécie às variações na intensidade de luz. Para a espécie em estudo, 70% de sombreamento favoreceu o crescimento em altura das mudas quando comparadas com os demais níveis de sombreamento.

As maiores alturas das mudas sombreadas foram alcançadas, provavelmente, pela dominância apical. A dominância apical aumenta quando as plantas são submetidas a baixo nível de luminosidade, (PHILLIPS, 1969), em razão do decréscimo de fotoassimilados e maior nível de auxina (PHILLIPS, 1975).

No que se refere ao sombreamento de 0%, verificou-se através da Tabela 1, que não ocorreram diferenças estatísticas na altura das mudas entre os períodos de 60, 90, 120 e 150 dias e esses resultados foram significamente superiores ao obtido com 30 dias. Para o sombreamento de 30%, os períodos

**Tabela 1.** Médias de altura (cm) das mudas de jacareúba obtidas de acordo com os períodos de avaliação e níveis de sombreamento testados.

Somb. (%)	PERÍODOS (dias)					Médias
	30	60	90	120	150	
0	B 29,88	A 38,44	A 42,25	A 43,63b	A 43,50b	39,54b
30	C 29,81	BC 34,44	A 45,63	A 42,88b	AB 40,81b	38,71b
50	C 32,13	BC 38,25	A 44,50	A46,25 ab	AB 45,31b	41,29b
70	C 34,44	BC 39,88	A 43,38	A 53,13a	A 53,56a	44,68a
Médias	C 31,56	B 37,75	A 43,69	A 46,47	A 45,80	

Em cada linha, médias seguidas da mesma letra maiúscula, e em cada coluna, médias precedidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

de 90, 120 e 150 dias mostraram alturas superiores estatisticamente ao período de 30 dias. Para o sombreamento de 50%, os resultados de altura foram estatisticamente semelhantes aos obtidos com o sombreamento de 30%.

Em relação ao sombreamento de 70%, os dados da Tabela 1 mostram que não ocorreram diferenças estatísticas na altura das mudas entre os períodos 120 e 150 dias, sendo superiores aos períodos de 30, 60 e 120 dias.

No período de 120 dias, não ocorreram diferenças significativas na altura das mudas para os sombreamentos de 50 e 70%, entretanto o nível de 70% mostrou-se estatisticamente superior aos níveis de 0% e 30%. No que se refere ao período de 150 dias, verificou-se que não houve diferenças significativas na altura das mudas entre os sombreamentos de 0, 30 e 50%, sendo estatisticamente inferiores quando comparados ao nível de 70%.

A Tabela 2 mostra as médias de diâmetro do colo das mudas de jacareúba obtidas de acordo com os períodos de avaliação e níveis de sombreamento testados. As mudas avaliadas com 150 dias apresentaram resultados significativamente superiores às avaliadas nos demais

períodos. Observou-se que não ocorreram diferenças estatísticas no diâmetro do colo entre os níveis de 30, 50 e 70%, ao final do experimento, sendo que estes apresentaram resultados estatisticamente superiores em relação ao sombreamento de 0%.

Em estudos realizados por BARBOSA (1985) com mudas de morototó (*Schefflera morototoni*) observou-se que o sombreamento aumentou o diâmetro do colo à medida que as mudas permaneciam por período mais prolongado. Entretanto, FERREIRA *et al.* (1981) observaram variações acentuadas no diâmetro do colo das mudas de *Pinus insularis* em função dos níveis de sombreamento. O diâmetro do colo foi maior quando as mudas não foram sombreadas e reduziu em consequência do sombreamento.

Verificou-se através da Tabela 2 que as mudas cultivadas em condições de 30% de sombreamento apresentaram resultados estatisticamente semelhantes entre os períodos de 90 e 150 dias e mostraram valores superiores em relação aos períodos de 30 e 120 dias. Sob sombreamento de 50%, não ocorreram diferenças significativas no diâmetro de colo das mudas entre os

**Tabela 2.** Médias de diâmetro(mm) do colo das mudas de jacareúba obtidas de acordo com os períodos de avaliação e níveis de sombreamento testados.

Somb. (%)	PERÍODOS (dias)					Médias
	30	60	90	120	150	
0	0,25	0,26	0,28b	0,27b	0,28b	0,27b
30	C 0,25	BC 0,29	AB 0,31a	C 0,27b	A 0,34a	0,29a
50	C 0,25	BC 0,29	A 0,34a	B 0,30a	AB 0,32a	0,30a
70	C 0,27	BC 0,28	C 0,28b	AB 0,33a	A 0,36a	0,31a
Médias	C 0,26	B 0,28	B 0,30	B 0,29	A 0,32	

Em cada linha, médias seguidas da mesma letra maiúscula, e em cada coluna, médias precedidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

períodos de 90 e 150 dias e esses resultados foram superiores ao obtido com 30 dias. Para o sombreamento de 70%, os períodos de 120 e 150 dias mostraram valores de diâmetro do colo estatisticamente semelhantes e superiores ao obtido com 30 dias.

No período de 90 dias, conforme mostra a Tabela 2, não ocorreram diferenças significativas no diâmetro do colo das mudas cultivadas sob sombreamento de 30 e 50%, entretanto foram estatisticamente superiores aos níveis de 0 e 70%. No que se refere ao período de 120 dias, verificou-se que não ocorreram diferenças significativas no diâmetro do colo das mudas entre os sombreamentos de 50 e 70%, sendo estatisticamente superiores quando comparados aos níveis de 0 e 30%. As

mudas avaliadas com 150 dias apresentaram valores de diâmetro do colo estatisticamente semelhantes nos sombreamentos de 30, 50 e 70% e mostraram valores superiores em relação ao sombreamento de 0%.

A Tabela 3 mostra as médias de área foliar das mudas de jacareúba obtidas de acordo com os períodos de avaliação e níveis de sombreamento testados. Observou-se que a área foliar das mudas avaliadas com 150 dias foi estatisticamente superior as obtidas nos demais períodos. Verificou-se que não foram encontradas diferenças significativas na área foliar entre os períodos de 60, 90 e 120 dias; as mudas avaliadas com 90 e 120 foram estatisticamente superiores as avaliadas com 30 dias.

**Tabela 3.** Médias de área foliar (dm<sup>2</sup>) das mudas de jacareúba obtidas de acordo com os períodos de avaliação e níveis de sombreamento testados.

Somb. (%)	PERÍODOS (dias)					Médias
	30	60	90	120	150	
0	52	79	78	69	77	72c
30	56	80	107	93	146	97b
50	64	87	105	122	170	110b
70	86	127	139	170	198	144a
Médias	C 65	BC 94	B 108	B 114	A 148	

As médias seguidas na linha pela mesma letra e na coluna pela mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 3 mostram que sob sombreamento de 70% as mudas apresentaram área foliar superior aos demais sombreamentos testados. As médias de área foliar das mudas cultivadas sob sombreamento de 30 e 50% não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores quando comparadas com 0%. Observou-se, portanto, que o maior sombreamento aumentou a área foliar das mudas da espécie em estudo. BARBOSA (1985), em mudas de morototó (*Schefflera morototoni*) observou maior valor de área foliar quando cultivadas em ambientes mais sombreados. PEDROSO & VARELA (1995), também, verificaram que a área foliar nas mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra*) sob 70% de sombreamento foi estatisticamente superior quando comparada com a obtida no nível de 30%. O aumento da área foliar com sombreamento é uma das formas da planta aumentar rapidamente a superfície fotossintetizante e assegurar um aproveitamento maior das baixas intensidades luminosas. Entretanto, nas mudas de *Eucalyptus grandis*, GOMES *et al.* (1978) constataram aumento significativo nos valores de área foliar na ausência de sombreamento.

As médias de taxas de crescimento relativo foliar (TCRF) e da razão de área foliar (RAF) das mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare*) obtidas em diferentes períodos de permanência no viveiro encontram-se na Tabela 4.

Observou-se que a taxa de crescimento relativo foliar (TCRF) das mudas com 30 dias de permanência no viveiro foi estatisticamente superior em

**Tabela 4.** Médias da taxa de crescimento relativo foliar (TCFR) e da razão de área foliar (RAF) das mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare*) obtidas em diferentes períodos de permanência no viveiro.

Períodos (dias)	TCFR g/g/30 dias	RAF cm <sup>2</sup> /g
30	0.023a	88.637a
60	0.012ab	83.116ab
90	0.008ab	75.515bc
120	0.002b	71.144c
150	0.013ab	70.274c
F	2.02*	11.98**
DMS	0.022	8.988

\* Significativo para o teste F ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Significativo para o teste F ao nível de 1% de probabilidade.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

relação ao valor observado aos 120 dias e que não ocorreram diferenças significativas entre os períodos de 60, 90, 120 e 150 dias.

Com relação a razão de área foliar (RAF) verificou-se que as mudas com 30 dias apresentaram um valor estatisticamente superior ao observado nas mudas com 90, 120 e 150 dias. Observou-se ainda que não foram encontradas diferenças significativas na razão de área foliar entre os períodos de 30 e 60 dias e também aos 90, 120 e 150 dias de permanência no viveiro. Nos estudos realizados sobre o crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes*), GARCIA & FONSECA (1991) observaram que a taxa de crescimento relativo foliar (TCFR) e a razão de área foliar (RAF) foram decrescentes em função da idade das mudas.

No presente estudo, exceto aos 150 dias, houve uma tendência de ocorrer um decréscimo nos valores de



taxa de crescimento relativo foliar (TCRF) com o período de permanência no viveiro. Os valores de razão de área foliar (RAF) também apresentaram tendência ao decréscimo em decorrência do período de permanência no viveiro. Estes dados permitem observar que, com o crescimento da planta, ocorreu um decréscimo na taxa de crescimento relativo foliar (TCRF) e na razão de área foliar (RAF), que pode ser explicado pelo aumento na interferência de folhas superiores sobre as folhas inferiores, ou seja, pelo auto-sombreamento.

As médias de taxa de crescimento relativo foliar (TCRF) e a razão de área foliar (RAF) das mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare*) obtidas em função dos níveis de sombreamento são apresentadas na Tabela 5.

Observou-se que não ocorreram diferenças significativas nas taxas de crescimento relativo foliar (TCRF) entre os níveis de sombreamento de 0,

30, 50 e 70%. As médias da razão de área foliar (RAF) nos níveis de sombreamento de 0, 30 e 50% foram estatisticamente equivalentes entre si. O nível de 70% de sombreamento proporcionou um valor estatisticamente superior em relação aos demais níveis de sombreamento. PEDROSO & VARELA (1995), observaram que a razão de área foliar (RAF) em mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra*) sob 50 e 70% de sombreamento não mostraram diferenças estatísticas entre si e foram superiores aos valores observados nas produzidas sob 30% de sombreamento. Os resultados obtidos em função da razão de área foliar parecem indicar que a jacareúba (*Calophyllum angulare*) é favorecida em ambientes sombreados.

A Figura 1 mostra a variação da taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCRPA) pelas mudas de jacareúba cultivadas sob 0, 30, 50 e 70% de sombreamento. Sob 70% de sombreamento houve um decréscimo da taxa de crescimento relativo da parte aérea das mudas entre 30 e 60 dias de avaliação, havendo uma tendência de estabilização a partir de 60 dias. Levando em consideração esse parâmetro, as mudas cultivadas sob 70% de sombreamento apresentaram valores que indicam uma melhor adaptação a essa condição.

As mudas cultivadas sob 0% de sombreamento mostraram um decréscimo contínuo no crescimento relativo da parte aérea entre os períodos de 30 e 120 dias; neste último período alcançou um valor negativo e posteriormente houve um acréscimo elevado entre 120 e 150 dias.

Sob sombreamento de 50%, a taxa

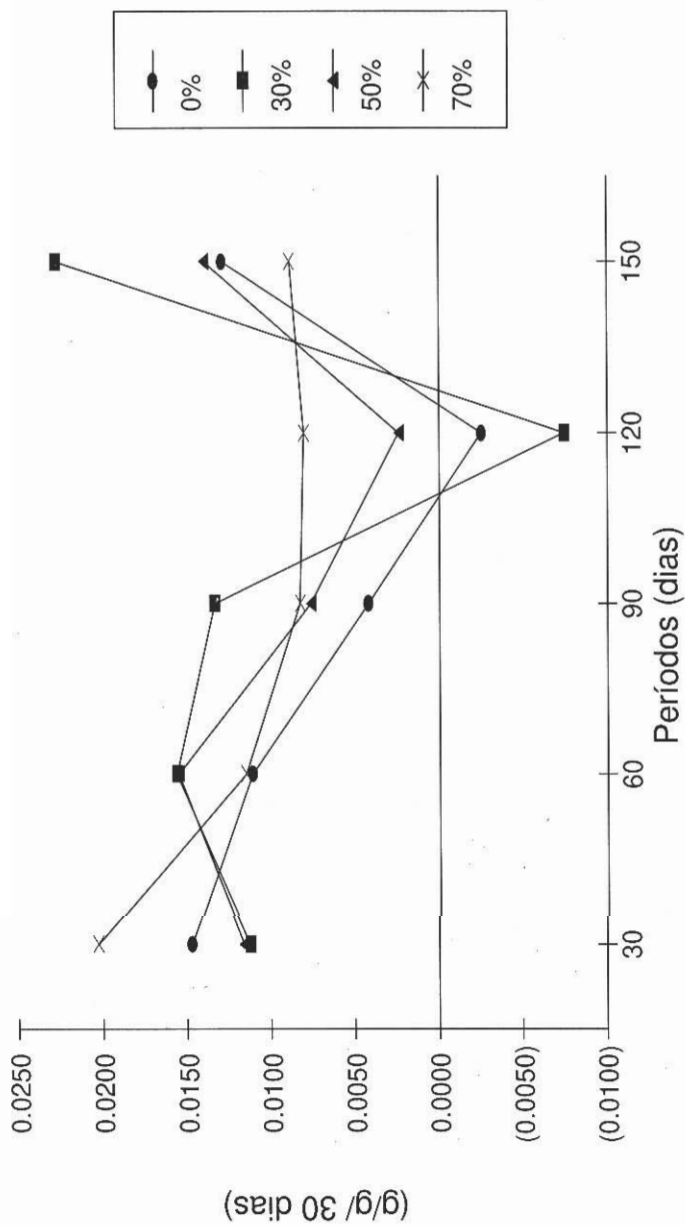
**Tabela 5.** Médias da taxa de crescimento relativo foliar (TCFR) e da razão de área foliar (RAF) das mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare*) obtidas em função dos níveis de sombreamento.

Níveis de sombreamento	TCFR g/g/ 30dias	RAF cm <sup>2</sup> /g
0%	0.013	70.418b
30%	0.010	73.949b
50%	0.011	76.321a
70%	0.010	90.260a
F s	0.09 n.s.	17.98**
F SP	0.91 n.s.	1.62 n.s.
DMS	-	7.562

n.s. - Não significativo para o teste F para 5% de probabilidade.

\*\* - Significativo para o teste F para 1% de probabilidade.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.



**Figura 1.** Variação da taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCRPA) pelas mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare*), cultivadas sob 0, 30, 50 e 70% de sombreamento.

de crescimento relativo da parte aérea apresentou um ligeiro acréscimo entre 30 e 60 dias coincidindo com a taxa de crescimento relativo da parte aérea observada no sombreamento de 30%. A partir deste período houve um decréscimo gradativo até 120 dias de permanência das mudas no viveiro, mostrando nesse período o menor valor observado. No período de 120 a 150 dias de permanência das mudas no viveiro, houve um acréscimo na taxa de crescimento relativo da parte aérea.

Observou-se que sob 30% de sombreamento, as variações na taxa de crescimento relativo da parte aérea foram mais acentuadas que aquelas observadas nos outros níveis de sombreamento testados. Observou-se ainda uma queda brusca entre 90 e 120 dias de avaliação, onde constatou-se um crescimento negativo e inferior aos observados em outros níveis de sombreamento, apresentando entre 120 e 150 dias seu maior incremento.

No período de 120 dias de permanência das mudas no viveiro, verificou-se um decréscimo na taxa de crescimento relativo da parte aérea nos níveis de 0, 30 e 50%. Esses níveis de sombreamento podem ter ocasionado uma redução no teor de clorofila, e, conseqüentemente, um menor acúmulo de fotoassimilados.

A Figura 2 mostra a variação da taxa de crescimento relativo das raízes (TCRRA) pelas mudas de jacareúba, (*Calophyllum angulare*), cultivadas sob 0, 30, 50 e 70% de sombreamento. Sob 70% de sombreamento houve uma maior oscilação na taxa de crescimento relativo das raízes, mostrando um

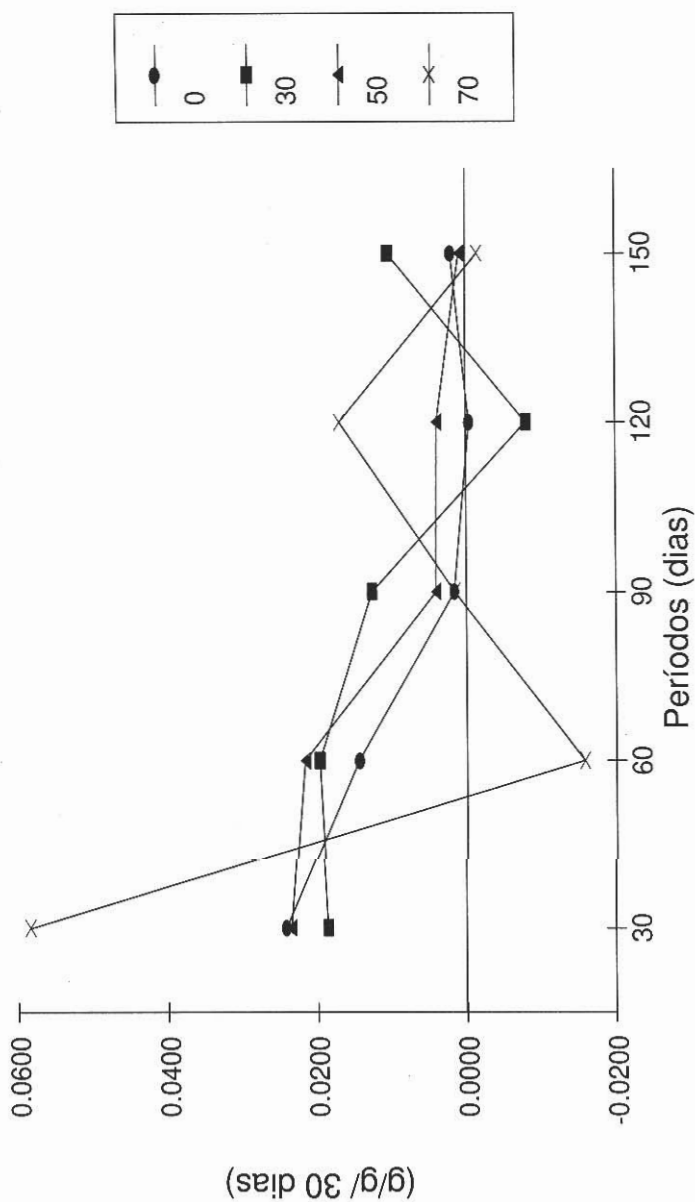
decréscimo acentuado entre 30 e 60 dias, um acréscimo linear entre 60 e 120 dias e posteriormente um decréscimo entre 120 a 150 dias de permanência no viveiro.

Sob 0% de sombreamento houve um decréscimo contínuo na taxa de crescimento relativo das raízes entre 30 e 90 dias; neste último período de avaliação coincidiu com o valor observado no sombreamento de 70% e a partir de 90 dias ocorreu uma tendência à estabilidade.

Nas mudas cultivadas sob 30% de sombreamento, ocorreu uma tendência de estabilização na taxa de crescimento relativo das raízes entre 30 e 90 dias, entretanto entre os períodos de 90 a 120 dias houve um decréscimo acentuado nesta taxa, atingindo um valor mínimo neste período. A partir de 120 dias, houve um acréscimo na taxa de crescimento relativo das raízes até 150 dias.

Sob 50% de sombreamento, ocorreu um leve decréscimo na taxa de crescimento relativo das raízes entre 30 a 60 dias de permanência das mudas no viveiro seguido de uma queda acentuada entre 60 e 90 dias e tendendo a uma estabilização a partir de 90 dias. Nas condições experimentais utilizadas, os níveis de sombreamento mais favoráveis foram 0 e 50%.

Observou-se aos 120 dias que a taxa de crescimento relativo da parte aérea no nível de 70% de sombreamento foi maior em relação aos outros níveis de sombreamento. Verificou-se também que neste período e sombreamento, a taxa de crescimento relativo das raízes foi maior, o que se pode deduzir que houve uma translocação de fotoassimilados da parte



**Figura 2.** Variação da taxa de crescimento relativo das raízes (TCRRA) pelas mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare*), cultivadas sob 0, 30, 50 e 70% de sombreamento.

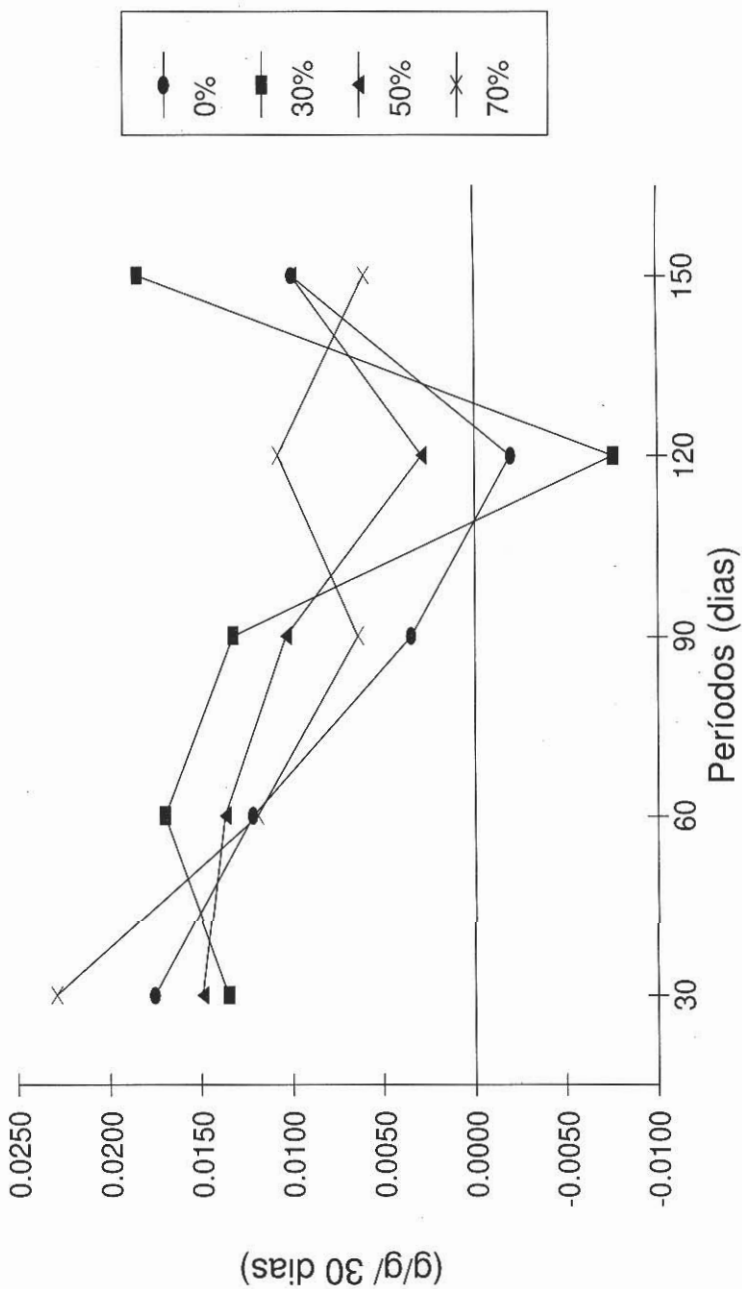


Figura 3. Variação da taxa de crescimento relativo total (TCRT) pelas mudas de jacareúba (*Coloplyllum angulare*), cultivadas sob 0,30, 50 e 70% de sombreamento.

aérea para a raiz.

A Figura 3 mostra a variação da taxa de crescimento relativo total (TCRT) pelas mudas de jacareúba cultivadas sob 0, 30, 50 e 70% de sombreamento. Sob este último nível, houve um ligeiro decréscimo da taxa de crescimento relativo total entre 30 a 90 dias de permanência das mudas no viveiro, um acréscimo entre 90 e 120 dias e em seguida um ligeiro decréscimo entre 120 a 150 dias.

As mudas cultivadas sob 0% de sombreamento apresentaram um decréscimo contínuo da taxa de crescimento relativo total entre 30 e 120 dias, apresentando um valor negativo neste último período e, em seguida, houve um acréscimo acentuado entre 120 e 150 dias de permanência das mudas no viveiro.

Sob sombreamento de 50%, a taxa de crescimento relativo total (TCRT), apresentou um ligeiro decréscimo entre os períodos de 30 e 120 dias e houve um ligeiro acréscimo de 120 a 150 dias; neste último período coincidiu com a taxa de crescimento relativo total (TCRT) observado no sombreamento de 0%.

Sob 30% de sombreamento, observou-se que ocorreu uma variação na taxa de crescimento relativo total mais acentuada quando comparada com os demais níveis de sombreamento testados. Houve uma queda brusca entre 90 e 120 dias de avaliação, constatando-se um crescimento negativo neste período e inferior ao observado em outros níveis de sombreamento. A partir de 120 dias, as mudas cultivadas sob 30% apresentaram um incremento acentuado nos valores de taxa de crescimento relativo total.

Analisando-se as Figuras 1, 2 e 3 observou-se que entre os períodos de 30 a 60 dias, o crescimento foi afetado pela aclimatação das mudas cultivadas no nível de sombreamento de 70%. Nesse intervalo, as taxas de crescimento relativo da parte aérea (TCRPA), crescimento relativo das raízes (TCRRA) e crescimento relativo total (TCRT) caíram de 0.0203 para 0.0115, 0.0584 para -0.0157 e 0.0229 para 0.0119 g/g/30dias, respectivamente. A retomada do aumento da taxa de crescimento relativo das raízes (TCRRA) ocorreu a partir de 60 dias de avaliação. Nota-se, portanto, que o efeito da aclimatação sobre as mudas cultivadas sob 70% de sombreamento produziu uma diminuição temporária no crescimento das raízes, com subsequente recuperação após 60 dias.

## CONCLUSÕES

Os maiores valores de altura e área foliar foram alcançados quando as mudas foram cultivadas sob 70%.

Os melhores resultados de diâmetro do colo e área foliar foram obtidos quando as mudas foram avaliadas com 150 dias. Os sombreamentos de 30, 50 e 70% proporcionaram um melhor desenvolvimento de diâmetro do colo das mudas.

A taxa de crescimento relativo foliar (TCRF) e a razão de área foliar (RAF) das mudas com 30 dias de permanência no viveiro foram estatisticamente superiores em relação aos valores observados aos 120 dias.

Ocorreu uma tendência de decréscimo nos valores de taxa de crescimento relativo foliar (TCRF) e de razão de área foliar (RAF) em

decorrência do período de permanência das mudas no viveiro;

Os níveis de sombreamento testados não influenciaram na taxa de crescimento relativo foliar (TCRF);

As mudas cultivadas sob 70% de sombreamento apresentaram um valor de razão de área foliar (RAF) superior aos demais níveis de sombreamento. Estes resultados indicam que a jacareúba (*Calophyllum angulare*) é favorecida em ambientes sombreados;

As mudas cultivadas sob 70% apresentaram valores de taxa de crescimento relativo da parte aérea que indicam uma melhor adaptação a essa condição. Com relação a taxa de crescimento relativo das raízes, os níveis de sombreamento que apresentaram maior estabilidade foram 0 e 50%.

Observou-se que o efeito da aclimação sobre as mudas cultivadas sob 70%, provocou uma diminuição temporária nas taxas de crescimento relativo da parte aérea (TCRPA) e crescimento relativo total (TCRT), entre os períodos de 30 a 60 dias.

### Bibliografia citada

- ALENCAR, J. da C.; ALMEIDA, R.A. de S.; FERNANDES, N.P. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 9(1):163-198.
- BARBOSA, A. P. 1985. *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*. Dissertação de Mestrado. Manaus, INPA/FUA., 95p.
- BLACKMAN, G. E.; WILSON, G. L. 1956. Physiological and ecological studies in the analysis of the plant environment, VII. analysis of the differential effects of light intensity on the net assimilation rate, leaf-area ratio and relative growth rate of different species. *Annals of Botany*, Oxford, 43(8): 557-61.
- BLACKMAN, G. E. 1968. The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. In: ECKARDT, F. E. (ed.) *Function of terrestrial ecosystems at the primary production level*. Copenhagen. Proceedings. Paris, UNESCO, p 243-59.
- CLARKE, G.L. 1971. *Elementos de ecologia*. Barcelona, Omega, 637 p.
- FAIRBAIRN, W. A.; NEUSTEIN, S. A. 1970. Study of response of certain coniferous species to light intensity, *Forestry*, 43 (1): 57-71.
- FERREIRA, M. G. M.; CÂNDIDO, J. F.; CANO, M. A.; CONDE, A. R. 1977. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. *Rev. Árvore*, Viçosa, 1 (2): 121-34.
- FERREIRA, M. G. M.; CÂNDIDO, J. F.; SILVA, P. A.; COLODETTE, J. L. 1981. Efeito do sombreamento e da densidade de sementes sobre o desenvolvimento de mudas de "Pinus insularis" Endlicher e seu crescimento inicial no campo. *Rev. Árvore*, 2 (1): 53-61.
- GARCIA, T. B.; FONSECA, C. E. L. da. 1991. Crescimento de mudas de pupunheira em condições de viveiro coberto com palha. *Pesq. Agrop. Bras.*, Brasília, 26 (9): 1447-1451.
- GOMES, J. M.; FERREIRA, M. G. M.; BRANDT, R. M.; NETO, F. P. 1978. Influência do sombreamento no desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Revista Árvore*, 2(1):68-75
- GRIME, J. P. 1965. Shade tolerance in flowering plants. *Nature*, London, 218(5006): 61-3.
- LEVITT, J. 1972. *Responses of plants to environmental stress*. New York, Academic Press, 607 p.
- PEDROSO, S. G.; VARELA, V. P. 1995. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas

- de sumaúma (*Ceiba pentandra*(L.) Gaertn) *Rev. Bras. de Sementes*, 17 (1): 47-51.
- PINTO, A. M.; VARELA, V. P.; BATALHA, L. F. P. 1993. Influência do sombreamento no desenvolvimento de mudas de Louro pirarucu (*Licaria canella* (Meissn.) Kosterm). *Acta Amazonica*, 23 (4): 397-404.
- PHILLIPS, I. D. J. 1969. Apical dominance. In: *The physiology of plant growth on development* (Ed. Malcolm B. Wilkins). McGraw- Hill. London.
- PHILLIPS, I. D. J. 1975. *Apical dominance*. *Ann. Rev. Plant Physiology*, 26: 341-367.
- POGGIANI, F.; BRUNT, S.; BARBOSA, E. S. Q. 1992. Efeito do sombreamento sobre o crescimento das mudas de três espécies florestais. In: *Anais de 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas*, 4 (nº único): 564-569.
- RADFORD, P. J. 1967. Growth analysis formulae; their use and abuse. *Crop. Sci*, 7: 171-175.
- RIBEIRO, M. N. G. 1976. Aspectos climatológicos de Manaus. *Acta Amazonica*, 6 (2): 229-233,
- STURION, J. A.; IEDE, E. T. 1982. Influência da profundidade da sementeira, cobertura do canteiro e sombreamento na formação de mudas de *Ocotea porosa* (Nees) Liberato Barroso (Imbuia). In: *IV Congresso Florestal Brasileiro*, Belo Horizonte, 28: 513-6.
- VARELA, V. P.; SANTOS, J. dos. 1992. Influência do sombreamento na produção de mudas de Angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). *Acta Amazonica*, 22 (3): 407-411.

Aceito para publicação em 21.05.97