

Cláudia L. Kroling¹, Cláudia M. Braz de Oliveira², Roberto A. Bernardo³, Valdir G. Demuner⁴ & Selma A. Hebling⁵

Desenvolvimento inicial de *Lafoensia glyptocarpa* Koene sob diferentes condições de sobreamento⁶

Initial development of *Lafoensia glyptocarpa* Koene under different shading levels

Resumo O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de quatro níveis de sobreamento (0, 45, 75 e 90%) sobre o desenvolvimento inicial de *Lafoensia glyptocarpa*, planta semidecídua característica da Floresta Pluvial Atlântica que ocorre tanto no interior da floresta primária como em formações secundárias. O estudo foi conduzido em viveiros no município de Santa Teresa, ES, Brasil, entre os meses de maio e outubro de 2004. Os tratamentos foram iniciados quando as plantas se encontravam com um mês de idade e, a partir de então, foram mensurados mensalmente a área foliar, a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto. No início e no final do experimento foram avaliadas também as massas da matéria seca da raiz e da parte aérea, além dos teores de clorofilas a e b. Foi verificado que houve um crescimento significativo em altura em todos os níveis de sobreamento avaliados, sendo que entre 30 e 120 dias as maiores alturas foram observadas nas plantas mantidas sob 75% de sobreamento. A partir de 120 dias houve um aumento significativo nos diâmetros dos coletos das plantas que permaneceram nos níveis de 45% e 75% de sobreamento e não foram observadas diferenças nos valores de área foliar e massa da matéria seca entre os tratamentos estudados. O nível de 45% de sobreamento proporcionou o maior teor de clorofila a

e os níveis de 45% e 90% resultaram em um aumento significativo da clorofila b em relação ao teor inicial. Portanto, o sobreamento favoreceu o crescimento inicial dessa espécie, mas, não foi uma condição indispensável para o seu desenvolvimento.

Palavras-chave Mirindiba-rosa, luz, desenvolvimento, Floresta Pluvial Atlântica

Abstract The aim of this work was to evaluate the effect of four shading levels (0, 45, 75 and 90%) on the initial development of *Lafoensia glyptocarpa*, a semideciduous plant characteristic of the Atlantic Rainforest, occurring in primary as well as secondary forests. The study were carried out in green houses, in Santa Tereza, ES, Brazil, from May to October, 2004. The plants were submitted to the treatments when they were a month old and monthly measures of the leaf area, shoot height and diameter of the base stem were taken. In the beginning and at the end of the experiment the shoot dry weight were also analyzed, besides the chlorophyll a and b contents. It was verified that there was significant growth in height in all levels of shadow tested, and the biggest height was observed between 30 and 120 days on the plants kept on the 45% and 75% shading levels and no difference in the leaf area and the dry weight were observed in the treatments. The 45% shading level resulted in the highest content of chlorophyll a and the levels 45% and 90% resulted in a significant increase in chlorophyll b content in relation to the initial content. So, the shading favored the initial growth of this species, but it was not an indispensable condition to its development.

Keywords Mirindiba-rosa, light, development, Atlantic Rainforest.

1 Escola Superior São Francisco de Assis (ESFA). Rua Bernardino Monteiro, 700, Bairro Dois Pinheiros, CEP 29650-000, Santa Teresa, ES, Brasil. E-mail: ckrohling@uol.com.br

2 Escola Superior São Francisco de Assis (ESFA). Rua Bernardino Monteiro, 700, Bairro Dois Pinheiros, CEP 29650-000, Santa Teresa, ES, Brasil. E-mail: kalbraz@megamail.com.br

3 Escola Superior São Francisco de Assis (ESFA). Rua Bernardino Monteiro, 700, Bairro Dois Pinheiros, CEP 29650-000, Santa Teresa, ES, Brasil. E-mail: ra.bernardo@uol.com.br

4 Museu de Biologia Professor Mello Leitão, Av. José Ruschi, 4, CEP 29650-000, Santa Teresa, ES, Brasil. E-mail: vgdemuner@yahoo.com.br

5 Escola Superior São Francisco de Assis (ESFA). Rua Bernardino Monteiro, 700, Bairro Dois Pinheiros, CEP 29650-000, Santa Teresa, ES, Brasil. E-mail: shebling@esfa.edu.br

6 Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Escola Superior São Francisco de Assis (ESFA).

Introdução

O crescimento e o desenvolvimento de plantas são regulados tanto por fatores endógenos como por fatores

externos (Larcher, 2000). Fatores ambientais como água, temperatura, condições edáficas e luz influenciam o desenvolvimento dos vegetais, sendo que a luz é primordial para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas, também, por fornecer sinais que, através de receptores regulam o seu desenvolvimento (Ferreira *et al.* 1997; Atroch *et al.* 2001).

Dentro de comunidades florestais, o grau das espécies tolerantes à sombra é importante na seqüência sucessional, porque esta seqüência é condicionada pela habilidade das espécies em se estabelecerem e sobreviverem diante de tal condição ambiental. Assim, espécies de sucessão primária são consideradas intolerantes à sombra, porque elas requerem luz solar para a germinação da semente e estabelecimento da plântula, ao passo que, as espécies de sucessão secundária ou clímax, são consideradas tolerantes à sombra, porque são capazes de se desenvolver sob dossel fechado (Swaine & Whitmore, 1988).

Várias formas de medidas são utilizadas para avaliar as respostas de crescimento em relação à taxa de luminosidade. Dentre elas, a altura é uma das mais usadas; outras são: o diâmetro do colo, pois depende da atividade cambial que, por sua vez, é estimada a partir de carboidratos produzidos pela fotossíntese; o teor de clorofila, cuja síntese e degradação estão diretamente associados à intensidade luminosa; a área foliar que é considerada um índice de produtividade, e a produção de matéria seca, considerada o melhor índice de crescimento (Logan & Krotkov 1969; Poggiani *et al.* 1992; Atroch *et al.* 2001).

Engel (1989) considera o sombreamento artificial em condições de viveiro um método bastante válido no estudo das necessidades luminosas das diferentes espécies por apresentar certas vantagens sobre os experimentos em condições naturais. Através de meios artificiais, pode-se selecionar o efeito da intensidade luminosa, fornecendo às parcelas, condições uniformes de iluminação. Segundo esse autor, é difícil avaliar, na mata, o efeito de sombreamento sobre essências florestais.

Tanto o plantio de essências naturais para acelerar o processo de sucessão, como a larga produção de mudas de espécies florestais para revegetação, necessitam de um conhecimento sobre as condições ecológicas necessárias para o crescimento e desenvolvimento das mesmas, assim, alguns trabalhos recentes apresentam vários métodos de plantio com sombreamento artificial para verificar o comportamento das espécies florestais sob diferentes taxas de luminosidade (Varela & Santos, 1992; Pinto *et al.* 1993; Lorenzi, 2000).

Entre as inúmeras essências naturais que carecem de informações sobre as condições ecológicas necessárias para o seu crescimento e desenvolvimento encontra-se a *Lafoensia glyptocarpa* Koehne, conhecida popularmente por

mirindiba-rosa, que é uma planta semidecídua. Ela é característica da floresta pluvial atlântica ocorrendo tanto no interior da floresta primária densa como em formações secundárias. É largamente utilizada na arborização de ruas em todo sudeste do país e também é recomendada para plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente (Lorenzi, 2000).

Tendo em vista a insuficiência de conhecimentos sobre os aspectos funcionais de espécies florestais nativas sob diferentes fatores ambientais, este trabalho objetivou avaliar as condições de sombreamento que possibilitam o melhor desenvolvimento de plantas de *Lafoensia glyptocarpa* analisando a influência da luz sob o crescimento inicial das mesmas através dos possíveis incrementos em área foliar, biomassa, altura da parte aérea, diâmetro do coleto e teor de clorofila.

Métodos

O estudo foi conduzido de abril a outubro de 2004, em viveiros localizados no município de Santa Teresa (19° 56' 10" S e 40° 36' 06" W), Espírito Santo, Brasil. As mudas utilizadas neste estudo foram produzidas a partir de sementes adquiridas no Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF, USP, Piracicaba, SP).

As sementes foram semeadas em vermiculita, dentro de caixas de acrílico do tipo "gerbox" e colocadas em câmara de germinação à temperatura de 25°C e sob luz branca constante. À medida que foram germinando as mesmas foram retiradas da câmara de germinação e transplantadas em copos plásticos contendo terra de barranco (latossolo), onde permaneceram, nas condições ambientais do laboratório, por 30 dias, recebendo regas diárias. Decorridos os trinta dias, as plantas foram transferidas para sacos de polietileno preto-opaco de 30 X 20 cm com perfurações laterais, contendo como substrato uma mistura de terra de barranco (latossolo) e esterco de curral bem curtido na proporção de 2:1 e então levadas para os quatro viveiros.

Os viveiros foram construídos em estrutura de madeira, sendo que em três deles essa estrutura foi recoberta lateralmente e na parte superior (em apenas dois) com telas de poliolefinas pretas de malhas diferentes, que proporcionaram sombreamentos de, aproximadamente, 45%, 75% e 90%. O quarto viveiro só possuía a estrutura de madeira, sem o recobrimento com telas. No interior desses viveiros foram construídas mesas de madeira, cujos pés foram cobertos com graxa para impedir a subida de formigas. As 220 sacolas contendo as plantas foram divididas, aleatoriamente, em quatro lotes e arranjadas

sobre essas mesas. A irrigação foi feita de acordo com as necessidades das plantas.

Esses quatro viveiros abrigaram os quatro tratamentos descritos a seguir:

Tratamento 1: Pleno sol, representando uma condição extrema de área totalmente degradada ou uma grande clareira, com 0% de sombreamento (controle).

Tratamento 2: Viveiro com cobertura lateral de tela de poliolefina preta, representando uma condição de clareira média com iluminância de aproximadamente 55% (45% de sombreamento).

Tratamento 3: Viveiro com cobertura lateral e superior de tela de poliolefina preta, simulando uma condição de dossel semifechado, com iluminância de aproximadamente 25% (75% de sombreamento).

Tratamento 4: Viveiro com cobertura lateral e superior de tela de poliolefina preta (duplo), simulando uma condição do dossel fechado, com iluminância de aproximadamente 10% (90% de sombreamento).

A avaliação do crescimento foi realizada mensalmente em todas as plantas de cada tratamento usando os seguintes parâmetros: altura da parte aérea, diâmetro do coleto (mensurados com paquímetro) e a área foliar (determinada através do método do molde da folha em papel, pesagem e comparação com o peso de uma figura geométrica de área conhecida). Para esse último parâmetro foram feitos moldes do par de folhas do nó mediano.

Além disso, no início e no final do experimento, foram determinados também as massas secas e os teores de clorofilas a e b. Para as mensurações das massas secas da raiz e parte aérea, que possibilitaram calcular a razão raiz/parte aérea (R/PA) e a massa total, foram utilizadas 5 plantas de cada tratamento, as quais tiveram suas raízes separadas da parte aérea. Essas partes foram pesadas separadamente dentro de sacos de papel com massa conhecida e após permanecerem em estufa de secagem a 70°C durante 72 horas foram novamente pesados em balança analítica com precisão de 0,001g para a determinação da massa seca.

A determinação do teor de clorofila consistiu na retirada de cinco discos com diâmetro conhecido de folhas de 10 plantas de cada tratamento que, em seguida, foram macerados e colocados em tubos contendo uma solução de acetona e carbonato de cálcio. As soluções com os macerados foram mantidas em repouso por 2 horas e logo após foi feita a leitura das absorvâncias dessas soluções em espectrofotômetro da marca Analyser modelo 800M, as quais possibilitaram calcular os teores de clorofilas a e b. Esses valores foram obtidos pelas equações: Clorofila a = $(12,21 \times A663) - (2,81 \times A646)$; Clorofila b = $(20,13 \times A646) - (5,03 \times A663)$ (Harbone, 1984).

Os resultados das mensurações de todos os

parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguido do teste de Tukey para comparação das médias ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados

A condição de pleno sol foi o único tratamento que levou a mortalidade das plantas de *Lafoensia glyptocarpa*, sendo que das 55 plantas colocadas inicialmente sob essa condição, 14 morreram (25,45%).

Todas as plantas de *L. glyptocarpa* quando submetidas aos tratamentos com sombreamento apresentaram um crescimento significativo em altura (Tabela 1).

Entre 30 e 120 dias de observação, as cultivadas em 75% de sombreamento obtiveram um maior crescimento em altura do que as plantas dos demais sombreamentos. Após os 120 dias, todos os tratamentos com sombreamento levaram a um incremento da altura semelhante (Tabela 1).

Tabela 1 Altura da parte aérea (cm), diâmetro do coleto (mm) e área foliar das plantas de *Lafoensia glyptocarpa* submetidas a diferentes níveis de sombreamento. Os valores são as médias \pm desvio padrão. As letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre as idades e as letras minúsculas indicam diferenças entre os tratamentos ($p < 5\%$).

Dias após o início do experimento	Tratamentos	Altura da parte aérea (cm)	Diâmetro do coleto (mm)	Área foliar (cm ²)
0	1	3,87 \pm 0,75 Aa	0,09 \pm 0,01 Aa	1,10 \pm 0,35 Aa
	2	3,53 \pm 1,01 Aa	0,08 \pm 0,01 Aa	1,01 \pm 0,26 Aa
	3	3,34 \pm 0,89 Aa	0,09 \pm 0,01 Aa	0,96 \pm 0,28 Aa
	4	3,41 \pm 0,95 Aa	0,08 \pm 0,01 Aa	1,03 \pm 0,32 Aa
30	1	3,75 \pm 0,66 Aa	0,09 \pm 0,02 Aa	0,94 \pm 0,42 Aa
	2	4,30 \pm 0,99 Aa	0,12 \pm 0,15 ABa	1,15 \pm 0,74 Aa
	3	5,34 \pm 1,11 Bb	0,11 \pm 0,01 ABa	1,07 \pm 0,76 Aa
	4	5,02 \pm 1,12 Bb	0,10 \pm 0,02 ABa	1,29 \pm 0,51 Aa
60	1	4,74 \pm 0,95 Aba	0,10 \pm 0,03 ABa	0,99 \pm 0,69 Aa
	2	6,12 \pm 1,68 Bb	0,10 \pm 0,02 ABa	0,86 \pm 0,56 Aa
	3	7,19 \pm 1,13 Cc	0,11 \pm 0,02 Ba	1,01 \pm 0,70 Aa
	4	6,14 \pm 1,35 Bcb	0,08 \pm 0,02 Ab	0,95 \pm 0,61 Aa
90	1	5,13 \pm 1,22 Ba	0,10 \pm 0,02 Aba	1,02 \pm 0,80 Aa
	2	6,70 \pm 1,97 Bb	0,12 \pm 0,04 Abb	0,96 \pm 1,08 Aa
	3	7,85 \pm 1,42 Cc	0,13 \pm 0,02 Bb	0,99 \pm 0,57 Aa
	4	6,58 \pm 1,41 Cb	0,09 \pm 0,02 Aba	1,28 \pm 1,01 Aa
120	1	6,68 \pm 2,04 Ca	0,12 \pm 0,04 Ba	0,78 \pm 0,73 Aa
	2	8,89 \pm 2,43 Cbc	0,16 \pm 0,06 Bb	0,79 \pm 0,85 Aa
	3	9,57 \pm 2,06 Db	0,16 \pm 0,04 Cb	0,79 \pm 0,46 Aa
	4	8,09 \pm 1,93 Dac	0,11 \pm 0,02 Ba	1,15 \pm 0,90 Aa
150	1	9,11 \pm 2,57 Da	0,18 \pm 0,08 Cac	1,29 \pm 0,83 Aa
	2	12,64 \pm 3,36 Db	0,25 \pm 0,10 Cb	1,10 \pm 0,78 Aa
	3	13,13 \pm 3,28 Eb	0,21 \pm 0,06 Ccb	1,17 \pm 0,84 Aa
	4	11,47 \pm 2,55 Eb	0,14 \pm 0,04 Ca	1,60 \pm 0,97 Aa

Quanto ao diâmetro do coleto, foi observado que a partir de 120 dias houve um aumento significativo neste parâmetro nas plantas que permaneceram nos níveis de 45% e 75% de sombreamento, quando comparadas com as demais e, por outro lado, verificou-se que aos 60 dias as plantas expostas a 90% de sombreamento mostraram uma tendência ao estiolamento (Tabela 1).

Não foram observadas diferenças nos valores de área foliar (Tabela 1), assim como na razão de clorofila a/b após 150 dias do experimento. Porém, o nível de 45% de sombreamento proporcionou o maior teor de clorofila a e os níveis de 45% e 90% resultaram em um aumento significativo da clorofila b em relação ao teor inicial, enquanto que as plantas mantidas a pleno sol não diferiram significativamente no final do experimento dos teores iniciais de clorofila utilizados como controle (Tabela 2).

Tabela 2 Teores de clorofilas a e b e razão de clorofilas a/b das plantas de *Lafoensia glyptocarpa* submetidas a diferentes níveis de sombreamento. O controle é referente aos valores obtidos antes da exposição aos tratamentos. Os valores referem-se às médias \pm desvio padrão. As letras indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 5\%$).

Tratamentos	Clorofila a	Clorofila b	Razão clorofilas a/b
Controle	0,007 \pm 0,005 a	0,008 \pm 0,006 a	1,407 \pm 1,072 a
1	0,004 \pm 0,000 ac	0,004 \pm 0,001 ab	1,313 \pm 0,393 a
2	0,025 \pm 0,012 bd	0,035 \pm 0,021 b	0,843 \pm 0,227 a
3	0,015 \pm 0,009 ad	0,014 \pm 0,016 ab	1,679 \pm 1,269 a
4	0,022 \pm 0,011 cd	0,030 \pm 0,022 b	0,886 \pm 0,263 a

Em relação à produção total de matéria seca verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos estudados (Tabela 3).

Tabela 3 Massa da matéria seca das raízes, parte aérea e razão raiz/parte aérea de plantas de *Lafoensia glyptocarpa* submetidas a diferentes níveis de sombreamento. O controle é referente aos valores obtidos antes da exposição aos tratamentos. Os valores referem-se às médias \pm desvio padrão. As letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre as idades e as letras minúsculas indicam diferenças entre os tratamentos ($p < 5\%$).

Idade (dias)	Tratamentos	Massa das raízes (g)	Massa da parte aérea (g)	Massa total (g)	Razão Raiz/Parte aérea
30	Controle	0,15 \pm 0,11 Aa	0,29 \pm 0,10 Aa	0,43 \pm 0,17 Aa	0,47 \pm 0,20 Aa
150	1	0,21 \pm 0,35 Aa	0,24 \pm 0,69 Aa	0,45 \pm 0,22 Aa	0,61 \pm 0,16 Aa
150	2	0,21 \pm 0,16 Aa	0,52 \pm 0,32 Aa	0,72 \pm 0,48 Aa	0,36 \pm 0,12 Aa
150	3	0,07 \pm 0,05Aa	0,24 \pm 0,15 Aa	0,30 \pm 0,21 Aa	0,27 \pm 0,04 Aa
150	4	0,18 \pm 0,13 Aa	0,41 \pm 0,22 Aa	0,59 \pm 0,24 Aa	0,71 \pm 0,99 Aa

Discussão

A mortalidade verificada no tratamento 1 (pleno sol) é um indicativo de que a espécie *Lafoensia glyptocarpa* apresenta dificuldades de tolerância a altas incidências luminosas, mas, a sobrevivência da maior parte das plantas nessa condição, apresentando ainda um desenvolvimento normal, ainda que mais lento, também demonstra que a mesma pode se adaptar a locais com incidências de luz semelhantes.

O crescimento em altura representa um dos aspectos do crescimento geral das espécies arbóreas sendo o mesmo influenciado de forma acentuada pelas condições de luminosidade. A altura possui diferentes padrões de respostas de acordo com a capacidade adaptativa da espécie as variações na intensidade de luz (Poggiani *et al.* 1992).

Muitos autores verificaram que as maiores alturas são alcançadas por plantas mantidas em condições sombreadas, e essa é considerada uma resposta morfogênica típica de acordo com Smith & Whitelam (1990), sendo associada às espécies arbóreas mais exigentes por luz que procuram superar a altura das plantas que as sombreiam (Poorter 1999).

No caso de *L. glyptocarpa* o sombreamento nas diferentes intensidades testadas levou a um maior incremento em altura das plantas em relação à condição de pleno sol, sendo que o sombreamento de 75% levou a um maior aumento até os 120 dias após o início dos tratamentos. O sombreamento também produziu aumentos em alturas de outras espécies da Floresta Atlântica assim como foi observado por Felfili *et al.* (1999) em plantas de *Scherolobium paniculatum*, que apresentaram os maiores valores de altura sob 50 e 90% de sombreamento, por Scalon *et al.* (2003) em plantas de *Bombacopsis glabra* sob 50% de sombreamento, por Demuner *et al.* (2004) em plantas de *Gallesia integrifolia* mantidas sob 45% de sombreamento e por Duz *et al.* (2004) em plantas *Cecropia glazioui* submetidas a 50% de sombreamento.

Os menores valores em altura das plantas ocorreram em condições de pleno sol e isto é um indicativo de que essa condição é limitante para o desenvolvimento dessa espécie em relação a esse parâmetro. Resultados semelhantes foram obtidos por Oberbauer & Strain (1985), em *Pentaclethra macroloba*, por Poggiani *et al.* (1992), em *Piptadenia rigida*.

Segundo Kozlowksi (1962), em níveis de sombreamento mais elevados, há uma diminuição dos fotoassimilados e de reguladores de crescimento, em razão da diminuição da fotossíntese, que reflete no desenvolvimento em espessura do caule. Essa estreita relação entre fotossíntese e o crescimento do diâmetro

do coleto também foi observada por Atroch *et al.* (2001), que verificou uma dependência de maiores quantidades de carboidratos acumulados e um balanço favorável entre fotossíntese líquida e respiração para a ocorrência de acréscimos no diâmetro do coleto.

Plantas com maior diâmetro apresentam melhores condições de sobrevivência por apresentarem maior capacidade de formação e crescimento de raízes novas (Reis *et al.* 1991). Segundo Carneiro (1983), existe uma alta correlação entre o diâmetro à altura do coleto e a sobrevivência das mudas depois do plantio, o que faz desse parâmetro um aspecto de extrema importância.

Nas plantas de *L. glyptocarpa* foi verificado um maior crescimento do diâmetro do coleto, sob 45% e 75% de sombreamento, a partir de 120 dias do início dos tratamentos. Varela & Santos (1992) verificaram que o sombreamento de 30% proporcionou um melhor desenvolvimento na altura e diâmetro do coleto para *Dinizia excelsa* Ducke, enquanto que, em 70% ocorria um decréscimo de ambos.

Batista *et al.* (1993) estudando o desenvolvimento de *Dolbergia nigra* Fr. Allem observaram que em 75% e 70% de sombreamento ocorria um ligeiro estiolamento do coleto das plantas. O mesmo também foi observado por Poggiani *et al.* (1992) em mudas de *Schizolobium parahyba* que, em 80% de sombreamento, tenderam a um ligeiro estiolamento. Esse mesmo fenômeno foi observado no presente estudo, porém, em 90% de sombreamento, demonstrando uma possível tentativa das plantas de crescer mais para minimizar o efeito de tal sombreamento.

A área foliar pode ser considerada um índice de produtividade, dado a importância dos órgãos fotossintetizantes na produção biológica (Scalon *et al.*, 2003) e, em espécies tolerantes a sombreamento, ela tende a ser aumentada em condições de baixa disponibilidade de radiação solar, ao passo que em espécies heliófitas a área foliar tende a aumentar com o aumento da radiação (Dale, 1988). Osunkoya *et al.* (1994) também observaram uma variação na espessura da folha relacionada com o nível de sombreamento em plantas de várias espécies de florestas úmidas.

No presente estudo, ao final dos 180 dias de crescimento sob as diferentes condições de sombreamento, as plantas não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos para os valores de área foliar, porém, apesar de não ter sido analisado estatisticamente, foi observado que, a partir de 90 dias, as plantas submetidas a 45% de sombreamento apresentaram um maior número de folhas, o que também significa um aumento da área fotossintetizante. Isso indica a

possibilidade de que, durante o crescimento inicial de *L. glyptocarpa*, a produção de novas folhas seja mais significativa do que o aumento da área foliar, sugerindo que a contagem do número de folhas possa ser um parâmetro mais confiável para a análise do crescimento em termos de área fotossintetizante.

Vários autores como Logan & Krotkov (1969), Gordon (1982) e Pinto *et al.* (1993), obtiveram resultados semelhantes em estudos da área foliar das espécies *Acer saccharum*, *Betula alleghaniensis* e *Licaria canella*, respectivamente, ao passo que, Alvarenga *et al.* (2003) observaram que, em *Croton urucurana* Baill., os maiores valores para esse parâmetro ocorreram sob 70% de sombreamento.

A concentração e a proporção de pigmentos fotossintéticos foliares variam com a espécie, o meio no qual a planta se encontra e a idade da folha. Além disso, se a planta é submetida a uma condição de estresse, as alterações nos teores de clorofila a e b não são proporcionais (Kramer & Kozlowski, 1979; Pomp & Bongers, 1991).

De uma maneira geral, a proporção entre as clorofilas a e b tende a diminuir com a redução da luz devido a uma maior proporção relativa de clorofila b em ambiente sombreado, associada com o fato de sua degradação ser mais lenta do que a degradação da clorofila a (Boardman, 1977; Engel & Poggiani, 1991 e Kozlowski *et al.* 1991).

Os níveis de clorofila da folha são controlados pela luz. Em intensidades elevadas de radiação, as moléculas de clorofila são suscetíveis a foto-oxidação e o equilíbrio é atingido somente em níveis mais baixos de radiação. Portanto, as folhas das plantas de ambientes sombreados, dependendo da espécie, apresentam maiores teores de clorofila do que as folhas que são crescidas a pleno sol (Kramer & Kozlowski, 1979).

Não foram observadas diferenças nas razões clorofila a/b envolvendo os diferentes níveis de sombreamento e épocas no presente estudo. Atroch *et al.* (2001) também não encontraram diferenças entre essas proporções em plantas de *Bauhinia forficata*.

Alguns estudos, porém, apresentam resultados contrários como os verificados por Castro *et al.* (1996) em *Muntingia calabura* nos quais os maiores valores da relação de clorofila a/b ocorreram nas plantas mantidas sob condições sombreadas.

Assim, considerando o fato da planta em estudo não ser uma espécie heliófita (Lorenzi, 2000) a permanência por um período de tempo maior do que o avaliado neste estudo, nas mesmas condições de sombreamento, poderia levar a uma diferença nos teores de clorofila em relação às plantas mantidas a pleno sol.

A distribuição de biomassa nas diferentes partes da planta deve-se ao processo fisiológico da translocação de

fotoassimilados ao longo do ciclo de crescimento, sendo que, quanto mais baixa a radiação, menor será o crescimento do sistema radicular que se expande superficialmente (Spurr & Barnes, 1980).

No presente estudo todas as condições de luminosidade não afetaram a distribuição da biomassa pelas plantas, como também foi verificado por Façanha & Varela (1987), em *Caesalpinia echinata* e Ramos *et al.* (2004), em *Amburana cearensis*, enquanto que, Sturion (1980) e Ferreira *et al.* (1981) encontraram os maiores valores de matéria seca radicular para as plantas de *Prunus brasiliensis* e *Pinus insulares*, respectivamente, quando cultivadas a pleno sol ou sob baixas porcentagens de sombreamento.

Ramos *et al.* (2004) trabalhando com *Amburana cearensis*, uma planta típica do cerrado brasileiro, observaram que a maior parte da matéria seca total acumulada pelas plantas foi alocada no sistema radicular, em todos os níveis de sombreamento, padrão similar ao encontrado para plantas de Mata de Galeria do Brasil Central por Felfili *et al.* (2001).

Após todas essas análises foi possível verificar que a planta em estudo é capaz de se desenvolver sob os vários níveis de sombreamento diferentes encontrados na floresta, tendo somente restrições para competir em grandes clareiras ou áreas muito degradadas, pois, segundo Larcher (2000) o estágio de plântula é uma fase decisiva para a sobrevivência de um indivíduo e, justamente o estágio de plântula de *Lafoensia glyptocarpa*, mostrou ser resistente a incidências de luz sub ou supraótimas, demonstrando que, para esse fator ambiental, ela é uma espécie capaz de superar com sucesso a fase mais sensível de seu ciclo de vida. Assim, seu desenvolvimento sugere que ela pode ser utilizada em plantios mistos, associada com espécies de desenvolvimento rápido ou também junto a espécies secundárias e clima e no enriquecimento de áreas degradadas.

Referências

- Alvarenga AA, Castro EM, Lima Júnior EC & Magalhães MM (2003) Effects of different light levels on initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Ball. in southeastern Brazil **Revista Árvore** 27: 53-57.
- Atroch EMAC, Soares AM, Alvarenga AA & Castro EM (2001) Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas a diferentes condições de sombreamento **Ciência Agrotécnica** 25(4): 853-862.
- Batista EA, Crestana C, Mariano G, Pinto MM & Couto HTZ (1993) Influência de sombreamento e adubação nitrogenada no crescimento de mudas de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* M. Arg.) **Revista do Instituto Florestal** 5: 175-186.
- Boardman NK (1977) Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review Plant Physiology** 28: 355-377.
- Carneiro JGA (1983) A influência dos fatores ambientais, das técnicas de produção sobre o desenvolvimento de mudas florestais e a importância dos parâmetros que definem sua qualidade. In: **Anais do Simpósio sobre florestas plantadas nos neotrópicos como fonte de energia**. Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG.
- Castro EA, Alvarenga AA & Gomide MB (1996) Crescimento e distribuição de massa seca de mudas de calabura (*Muntingia calabura* L.) submetidas a três níveis de sombreamento **Ciência e Agrotecnologia** 20: 357-365.
- Dale JE (1988) The control of leaf expansion **Annual Review of Plant Physiology** 39: 267-295.
- Demuner VG, Hebling SA & Dagustinho DM (2004) Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia integrifolia* (Spreng) Harms **Revista do Museu de Biologia Mello Leitão** 17: 45-55.
- Duz SR, Siminski A, Santos M & Paulilo MTS (2004) Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação da quantidade de luz **Revista Brasileira de Botânica** 27(3): 587-596.
- Engel VL (1989) **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas olhas e aspectos de anatomia**. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, (ESALQ), Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Engel VL & Poggiani F (1991) Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** 3: 39-45.
- Façanha JGV & Varela VP (1987) Influência do tamanho da semente e tipo de sombreamento na produção de mudas de muirapiranga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 22: 1185-1189.
- Felfili JM, Hilgert LF, Franco AC, Sousa-Silva JC, Rezende AL & Nogueira MVP (1999) Comportamento de plantas de *Sclerobium paniculatum* Vog. Var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. Sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro **Revista Brasileira de Botânica** 22: 297-301.
- Felfili JM, Franco AC, Fagg CW & Sousa-Silva JC (2001) Desenvolvimento inicial de espécies de mata galeria. In: Ribeiro JF, Fonseca CEL & Sousa-Silva JC (eds). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas galerias**. Planaltina: EMBRAPA-CERRADOS. pp 779-811.
- Ferreira MGM, Cândido JF, Silva PA & Colodette JL (1981) Efeito do sombreamento e da densidade de sementes sobre o desenvolvimento de mudas de *Pinus insularis* Endlicher e seu crescimento inicial no campo **Revista Árvore** 2: 53-61.
- Ferreira MGM, Cândido JF, Cand MAD & Condé AR (1997) Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas **Revista Árvore** 1: 121-134.
- Gordon JC (1982) Effect of shade on photosynthesis and dry weight distribution on yellow birch (*Betula alleghaniensis* Britton) seedlings. **Ecology** 50(5): 924-6.
- Harbone JB (1984) Chlorophylls. In: **Phytochemical methods**. New York: Chapman and Hall pp214-219.

- Kozlowksi TT (1962) **Tree growth**. New York: The Ronald Press.
- Kozlowksi T, Kramer PJ & Pallardy (1991) **The physiological ecology of woody plants**. London: Academic Press.
- Kramer T & Kozlowski TT (1979) **Physiology of woody plants**. New York: Academic Press.
- Larcher W (2000) **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Editora RiMA.
- Logan KT & Krotkov G (1969) Adaptation of the photosynthetic mechanism of sugar maple (*Acer saccharum*) seedling grown in various light intensities **Physiologia Plantarum** 22: 104-116.
- Lorenzi H (2000) **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 1:229.
- Oberbauer SF & Strain BR (1985) Effects of light regime on the growth and physiology of *Pentaclethra maculosa* (Mimosaceae) in Costa Rica **Journal of Applied Tropical Ecology** 1: 303-320.
- Osunkoya O, Ash JE, Hopkins MS & Graham AW (1994) Influence of seed size and seedling ecological attributes on shade-tolerance of rain-forest tree species northern Queensland **Journal of Ecology** 82(1): 149-163.
- Pinto AM, Varela VP & Batalha LFP (1993) Influência do sombreamento no desenvolvimento de mudas de Louro pirarucu (*Licaria canella* Meissn) **Acta Amazônica**. 23: 397-404.
- Poggiani F, Bruni S & Barbosa ESQ (1992) Efeito do sombreamento sob o crescimento de mudas de três espécies florestais. In: **Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas**. 4: 564-569.
- Pomp J & Bongers F (1991) Acclimation of seedlings of three Mexican rain forest species to a change in light availability **Journal of Tropical Ecology** 7: 85-87.
- Poorter L (1999) Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits **Functional Ecology** 13: 396-410.
- Ramos KMO, Felfili JM & Fagg CW (2004) Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento **Acta Botanica Brasilica** 18(2): 351-358.
- Reis MGF, Reis GG, Regazzi AJ & Leles PSS (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 **Revista Árvore** 15(1): 23-24.
- Scalon SPQ, Mussury RM, Rigoni MR & Filho HS (2003) Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**. 27: 753-758.
- Spurr HS & Barnes BV (1980) **Forest Ecology**. New York, John Willey & Sons.
- Smith H & Whitelam GC (1990) Phytochrome, a family of photoreceptors with multiple physiological roles **Plant Cell Environment** 13: 695-707.
- Swaine MD & Whitmore TC (1988) On the definition of ecological species groups in tropical rain forests **Vegetatio** 75: 81-86.
- Varela VP & Santos J (1992) Influência do sombreamento na produção de mudas de Angelim Pedra (*Dinizia excelsa* Ducke) **Acta Amazônica** 22: 407-411.