

# AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E DA ÁREA FOLIAR EM PLANTAÇÕES PURAS E MISTAS DE *Liquidambar styraciflua* E *Pinus caribaea* var. *hondurensis*<sup>1</sup>

Marcos Antônio Drumond<sup>2</sup>, Fábio Poggiani<sup>3</sup>, Antônio Natal Gonçalves<sup>3</sup> e Helio Garcia Leite<sup>4</sup>

RESUMO - O *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, desde sua introdução no Brasil, vem sendo a conífera preferida para plantações na região tropical, graças à sua maior produção volumétrica. *Liquidambar styraciflua*, introduzida mais tarde, surge também como espécie promissora para regiões tropicais, pelo seu bom crescimento e pela sua produção de madeira com propriedades similares às do pinus. A ocupação do terreno pela parte aérea das plantas pode ser expressa pelo índice de área foliar, que determina a produtividade bruta de uma cultura. Com o objetivo de avaliar a produtividade dessas espécies, desenvolveu-se este trabalho, em plantações puras de pinus e liquidambar e plantios mistos destas duas espécies. As árvores de pinus e liquidambar apresentaram, nos plantios mistos, índices de 1,4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> e 4,0 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, respectivamente, enquanto em plantios puros as mesmas espécies exibiram índices de 12,4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (pinus) e 3,2 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (liquidambar). Concluiu-se que as plantas de pinus são sensivelmente dominadas pelas árvores de liquidambar, refletindo a sua baixa produtividade madeireira em plantios mistos.

Palavras-chave: *Liquidambar styraciflua*, *Pinus caribaea*, área foliar, plantio misto e biomassa arbórea.

## PRODUCTIVITY AND FOLIAR AREA OF PURE AND MIXED PLANTATIONS OF *Liquidambar styraciflua* AND *Pinus caribaea* VAR. *hondurensis*

ABSTRACT - Since its introduction in Brazil, *Pinus caribaea* var. *hondurensis* has become the preferred conifer for planting in tropical regions, due to its higher volume production. *Liquidambar styraciflua*, which was introduced later, appears to be a promising species for tropical regions as well, due to its good growth and timber production, with features similar to pinus. Plot occupation by plants' above-ground parts can be expressed by their foliar area index, which determines a culture gross productivity. This work was conducted in order to evaluate productivity of these species, using pure pinus and liquidambar plantations and intercropping the two species. It was concluded that pinus plants have a low timber productivity at intercropped planting, as compared to liquidambar trees. Pinus and liquidambar trees presented indices of 1.4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> and 4.0 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, at intercropping planting and of 12.4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> and 3.2 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> at pure shares, respectively.

Key words: *Liquidambar styraciflua*, *Pinus caribaea*, foliar area, intercropped planting.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 21.11.1995.

Aceito para publicação em 12.06.1996.

<sup>2</sup> Pesquisador da EMBRAPA/CPATSA, Cx.P. 23, 56300-000 Petrolina-PE. <sup>3</sup> Dep. de Silvicultura da ESALQ/USP, 13400-000 Piracicaba-SP. <sup>4</sup> Dep. de Engenharia Florestal da UFV, 36571-000 Viçosa, MG.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo WATSON (1958), a capacidade de ocupação do terreno pelas partes aéreas das plantas pode ser estimada pela área foliar de uma superfície do terreno, denominada índice de área foliar. A área foliar é uma variável importante a ser considerada para aumentar a produtividade de uma cultura.

Diversos parâmetros ambientais estão intimamente relacionados com a alocação de biomassa para as folhas, destacando-se a disponibilidade de luz, espaço e umidade. O índice de área foliar cresce com a idade das plantações até se estabilizar em um valor, que varia segundo as características da espécie (ALVIN, 1975). Este autor comentou, ainda, que a produtividade, com o passar do tempo, resulta no gradual aumento na proporção de tecidos que fazem fotossíntese ou que apenas respiram.

Ovington, citado por LAAR (1983), estudando *Pinus sylvestris*, encontrou um aumento no índice de área foliar de  $2,2 \text{ m}^2/\text{m}^2$ , com a idade de dois anos, para  $10,8 \text{ m}^2/\text{m}^2$ , com a idade de 20 anos. Woodwel e Whitthaker, também citados por LAAR (1983), observaram índices de área foliar variando de 3 a  $6 \text{ m}^2/\text{m}^2$ , para coníferas.

PEARSON et al. (1983) salientaram que a superfície do alburno e a área basal são variáveis que mais se correlacionam com a superfície foliar e que a área foliar por unidade de alburno varia de 0,20 a  $0,57 \text{ m}^2/\text{m}^2$ , em povoamentos de diferentes densidades, idades e sítios.

A eficiência das plantas no aproveitamento da energia solar para o seu crescimento varia segundo as características da espécie e a sua adaptabilidade às condições do meio. Estes fatores regulam o crescimento da superfície fotossintética; na realidade, este é o parâmetro que mais se relaciona com a capacidade de aproveitamento da energia solar. Segundo ALVIN (1975), a produtividade bruta de uma comunidade vegetal segue a mesma curva do índice de área foliar, que varia conforme a espécie. É de se esperar,

portanto, que a consorciação de espécies arbóreas também possa influir no índice de área foliar.

Este trabalho teve como objetivo determinar o índice de área foliar de *Liquidambar styraciflua* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em plantações puras e mistas, bem como as correlações entre o crescimento diamétrico e a superfície foliar dessas plantações.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na região de Agudos-SP, em povoamentos de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e de *Liquidambar styraciflua* com 10 anos de idade, plantados sem adubação, no espaçamento de 2,5 m x 2,0 m, onde cada parcela (20 x 30 m) era composta de 125 árvores. Para efeito de análise, foram consideradas as 48 árvores centrais de cada parcela. Consideraram-se cinco tratamentos: 1) plantios puros de liquidambar; 2) plantios puros de pinus; 3) plantios mistos de liquidambar e pinus (plantios intercalados), onde as espécies foram analisadas em conjunto; 4) plantios mistos, com análise individual de pinus; e 5) plantios mistos, com análise individual de liquidambar.

A determinação da biomassa foi feita a partir do abate de 15 árvores, distribuídas em cinco classes diamétricas. Mediram-se a altura total e o diâmetro a 1,30 m da base (DAP) e em pontos equidistantes da altura (até 5 cm de diâmetro): 0 (base), 25, 50, 75 e 100%. Em seguida, pesaram-se, separadamente, todos os componentes arbóreos da parte aérea, coletando amostras para o cálculo do percentual de peso seco, para determinação da biomassa seca de cada componente (lenho, casca, galhos e folhas).

### 2.1. Determinação da Área Foliar

Para determinação da área foliar das árvores de pinus foram amostrados 300 fascículos, retirados ao longo dos galhos intermediários da copa, de locais correspondentes aos pontos cardeais de 15 árvores de cada tratamento (três

amostras de cada uma das cinco classes de diâmetro).

Segundo MADGWICK (1964), os fascículos possuem forma que se aproxima da de um cilindro. Dentro desse princípio, foi desenvolvida a seguinte fórmula, para determinação da superfície das acículas de cada fascículo:

$$S = D \times L \times (\pi + n)$$

em que

S = superfície das acículas;

D = diâmetro basal do fascículo;

L = comprimento do fascículo; e

n = número de acículas de cada fascículo.

Esta espécie (*Pinus caribaea*) possui, normalmente, três acículas (MATTOS, s.d.).

Conhecida a superfície foliar de cada amostra, os fascículos foram colocados em estufa, para secagem, até alcançar peso constante. Em seguida, foi calculada a relação entre o peso da matéria seca de cada fascículo e a superfície foliar correspondente. Posteriormente, através do peso da matéria seca das acículas das árvores de cada tratamento, foi estimada a superfície foliar, por hectare.

A área foliar das árvores de liquidambar foi determinada por comparação entre o peso dos moldes das folhas traçadas sobre um papel e o peso de um recorte do mesmo papel de superfície conhecida (MAGALHÃES, 1979). Foram amostradas 240 folhas, retiradas ao longo dos ramos intermediários da copa, em partes distintas, correspondentes aos pontos cardeais, e 15 árvores de cada tratamento, separadas em cinco classes de diâmetro (três árvores para cada classe). Após determinar o peso das folhas amostradas, suas superfícies e o peso total das folhas em cada tratamento, foi estimada a área foliar por hectare.

## 2.2. Determinação do Índice de Área Foliar

O índice de área foliar foi estimado pela razão entre a área foliar das parcelas e a área da superfície do solo, conforme descrito por

KRAMER e KOSLOWSKI (1979). Tanto a área foliar como a superfície do solo foram expressas em metros quadrados.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As árvores de pinus, em parcelas mistas, apresentaram drástica redução na superfície foliar (89%), juntamente com um decréscimo em diâmetro e volume, quando comparadas com as árvores em plantios puros; também, biomassa seca individual foi reduzida pela metade (Quadro 1). Todavia, o aumento na superfície foliar por árvore de liquidambar em plantio misto foi em média 2,4 vezes maior do que nas árvores em plantios puros, aliado a um acréscimo de 65% na produção média de biomassa.

O índice de área foliar para as duas espécies foi sensivelmente afetado pelo plantio misto. Em parcelas puras, as espécies apresentaram índices de área foliar (IAF) de 3,2 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (liquidambar) e 12,5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (pinus). Esses valores estão dentro dos padrões descritos por LAAR (1983), para as espécies de folhosas e coníferas, respectivamente.

Observou-se ainda que, nas parcelas mistas, as árvores de pinus apresentaram baixo IAF (1,4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>), aproximadamente nove vezes menor em relação ao das árvores em plantios puros. Essa situação é resultante da forte competição exercida pelas árvores de liquidambar, que se tornaram dominantes, reduzindo o coeficiente de regressão para o pinus de 9,19 (plantio puro) para 6,91 (plantio misto), conforme mostrado na Figura 1.

Segundo PEARSON et al. (1983) e VERTESSY et al. (1995), o diâmetro do tronco é uma das variáveis que se relaciona com a superfície foliar. Considerando-se também que o crescimento do tronco está relacionado com a dimensão da copa (RAGHAVENDRA, 1991), é de se esperar que as árvores com grandes copas crescem mais do que aquelas com copas pequenas. Tal situação foi observada, também, neste trabalho (Figura 1).

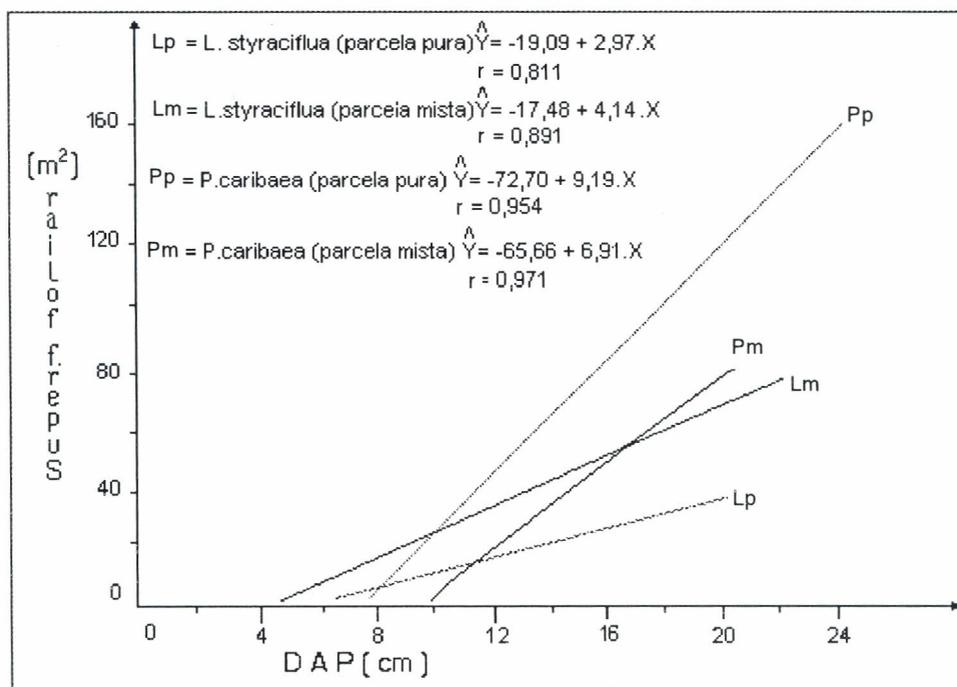
**Quadro 1** - Características dendrométricas e áreas foliares de *Liquidambar styraciflua* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em parcelas puras e mistas aos 10 anos de idade

**Table 1** - Dendrometric characteristics and leaf area of 10-year old *Liquidambar styraciflua* and *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in pure and mixed plots

Parcelas	Espécie	N un.	H m	DAP cm	Vol. Real m <sup>3</sup> /ha	B. Seca kg/arv.	S. Foliar m <sup>2</sup> /árvo	S. Foliar m <sup>2</sup> /ha	IAF m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Puras	Liquidambar	1.834	17,4a	12,8b	216,6	67,5bc	17,4	31.388	3,2b
	Pinus	1.834	13,5c	14,2ab	287,2	60,2bc	68,6	125.353	12,5a
	Liquidambar	958	18,9a	17,0a	187,1	111,5a	41,8	40.048	4,0b
Mistas	Pinus	792	14,9bc	11,6b	70,6	31,4c	17,4	13.748	1,4c
	Liq + Pinus	1.750	16,9ab	14,3ab	257,7	71,5b	30,7	53.794	5,4b

N = número de indivíduos/ha, H = altura média, DAP = diâmetro médio, Vol. Real = volume obtido pela cubagem rigorosa, B. Seca = biomassa seca, IAF = índice de área foliar e S. foliar = superfície foliar.

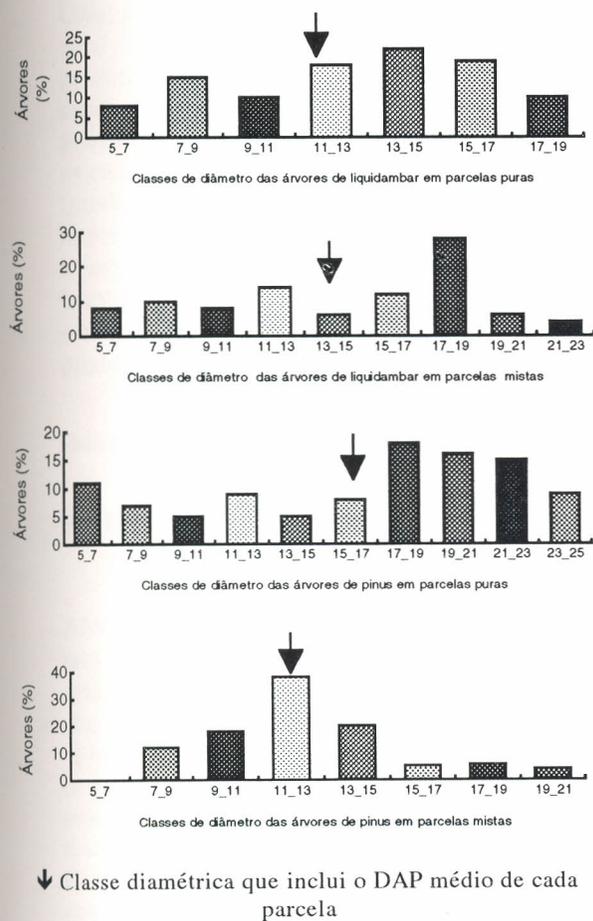
- Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



**Figura 1** - Associação entre superfície foliar (Y) e DAP (X) de *Liquidambar styraciflua* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, plantados em parcelas puras e mistas.

**Figure 1** - Association between leaf area (Y) and DBH (X) of *Liquidambar styraciflua* and *Pinus caribaea* var. *hondurensis* planted in pure and mixed plots.

Quanto às árvores de liquidambar, o seu IAF em parcelas mistas foi 25% maior em relação ao IAF, nas parcelas puras. O plantio misto de liquidambar com pinus proporcionou o maior crescimento dos troncos das árvores dominantes de liquidambar, dando origem a duas classes superiores adicionais de diâmetros, incluindo árvores com diâmetros de 21 cm (Figura 2).



**Figura 2** - Frequência de árvores por classe de diâmetro (DAP) nas parcelas puras e mistas de *Liquidambar styraciflua* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

**Figure 2** - Frequency of trees by class of diameter (DBH) in pure and mixed plots of *Liquidambar styraciflua* and *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

#### 4. CONCLUSÃO

As árvores de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foram sensivelmente dominadas pelas árvores de *Liquidambar styraciflua*, refletindo a sua baixa produtividade madeireira em plantios mistos.

*Liquidambar styraciflua* não sofreu o efeito negativo drástico em plantio misto, porém seu incremento volumétrico em plantio misto com *Pinus caribaea* var. *hondurensis* tendeu a decrescer em relação ao plantio puro, mas a diferença não foi acentuada em razão, possivelmente, da capacidade de essa espécie reagir rapidamente à competição interespecífica, produzindo maior área foliar do que em plantios puros.

O plantio misto de *Liquidambar styraciflua* com *Pinus caribaea* var. *hondurensis* proporcionou o maior crescimento dos troncos das árvores dominantes de liquidambar, dando origem a novas classes superiores de diâmetros.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIN, P. de T. **Agricultura nos trópicos úmidos: Potencialidades e limitações**. Ilhéus: Centro de Pesquisas do Cacau, 1975. 10p.
- KRAMER, P.J., KOSLOWSKI, T.T. **Physiology of wood plants**. New York: Academic Press, 1979. 811p.
- LAAR, A. Van. A case study in *Populus canescens* to estimate the leaf area index. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n.125, p.80-4, 1983.
- MADGWICK, H. A. I. Estimation of surface area of pine needles with special reference to *Pinus resinosa*. **Journal of Forestry**, Bethesda, v.62, p.636, 1964.
- MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1979. p. 331-350.
- MATTOS, J.R. **Espécies de pinus cultivados do Brasil**. São Paulo: Chácaras e Quintais, s.d. 133p.

- PEARSON, J.A., FAHEY, F.J., KNIGHT, D.H. Biomass and leaf area in contrasting lodgepole pine forests. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.14, n.2, p.259-65, 1984.
- RAGHAVENDRA, A.S. (Ed.) **Physiology of trees**. New York: John Wiley & Sons, 1991. 509p.
- VERTESSY, R.A., BENYON, R.G., O'SULLIVAN, S.K., GRIBBEN, P.R. Relationships between stem diameter, sapwood area, leaf area and transpiration in a young mountain ash forest. **Tree Physiology**, Victoria, n.15, p.559-567, 1995.
- WATSON, D.J. Dependence of net assimilation rate on leaf area index. **Annals of Botany**, London, v.22, p.37-54, 1958.