

FITÔMETROS E DISTRIBUIÇÃO DA RADIAÇÃO NA COPA DE
Hevea brasiliensis cv. RRIM 600

P.R.C. Castro*

L.M. Barbosa**

V.D.F. Nastro**

L.R. Angelocci***

RESUMO: Com o objetivo de realizar o sensoria-
mento climático, no perfil da copa de *Hevea brasilien-*
sis cv. RRIM 600, utilizaram-se fitômetros com *Beta*
vulgaris cv. Asgrow Wonder em 3 níveis de um seringal
com 4 anos de idade, em Rio Claro (SP). Os fitômetros
foram alocados na copa das árvores distribuídas ao aca-
so, nas alturas de 1,50m, 2,20m e 3,00m, do solo; sen-
do que 30 fitômetros foram colocados em cada nível. A
exposição dos fitômetros foi realizada em três épocas:
de 04 a 17 de maio, junho e setembro. Os valores mé-
dios da RAF e AFE mostraram-se mais altos no nível su-
perior da copa e da VPS, VAF, TCR, TAL e RPF nos níveis
inferiores. A radiação líquida revelou-se mais alta:
na região inferior da copa pela manhã, na região media-
na em torno do meio-dia e na região superior do perfil
da copa da seringueira no período da tarde. O coeficien-
te de absorção aumentou pela manhã, tendendo a atingir

* Departamento de Botânica da E.S.A. "Luiz de Queiroz"
da Universidade de São Paulo - 13.400-Piracicaba, SP.

** Seção de Ecologia do Instituto de Botânica - 01000-
São Paulo, SP. Bolsista do CNPq.

*** Departamento de Física e Meteorologia da E.S.A.
"Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo-
13.400 - Piracicaba, SP.

um patamar ótimo da assíntota perto das 11:00 horas, estendendo-se pela tarde; sendo que o valor médio do coeficiente de absorção em seu patamar foi da ordem de 0,588.

Termos para indexação: *Hevea brasiliensis*, fitômetros, radiação da copa.

PHYTOMETERS AND LIGHT DISTRIBUTION IN RUBBER TREE CANOPY

ABSTRACT: Phytometers were used as standard systems to verify the effect of vertical distribution of leaf area in the canopy profile of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. cv. RRIM 600 under Rio Claro (SP) conditions and the relation of leaf dispersion to the penetration of light and photosynthesis. These ecological indicators were installed in 30 uniform and randomized trees, with 60 phytometers distributed at 1.50, 1.20 and 3.00 meters above the soil. Variations in growth analysis parameters of the indicator plant (*Beta vulgaris* L. cv. Asgrow Wonder) were established in three 14 days periods in May, July and September. As from these data, LAR and SLA showed higher values in the upper canopy, while DMV, LAV, RGR, NAR and LWR presented lower values in the lower canopy. Light distribution varied with the hour of the day. The coefficient of absorption of the incoming solar radiation increased in the morning period, presenting a tendency to attain the best landing-place of the asymptot near 11:00 AM and extending throughout the afternoon. The average of the coefficient of absorption at the landing-place of the asymptot was 0.588 for rubber tree.

Index terms: *Hevea brasiliensis*, phytometers, canopy light distribution.

INTRODUÇÃO

A fotossíntese na copa das plantas cultivadas está diretamente relacionada com a produção de carboidratos e com a produtividade do agroecossistema. Deste modo, o conhecimento dos parâmetros fisiológicos relacionados com a assimilação da energia luminosa nos diferentes níveis do dossel, possibilitará uma previsão segura do rendimento da cultura.

Um enfoque importante tem sido o estabelecimento da área foliar em cada uma das camadas da copa. Observou-se que a atenuação da luminosidade a qualquer profundidade do perfil pode geralmente ser relacionada com IAF interposto através da equação de Bouguer-Lambert. Verificou-se que a luz solar é reduzida muito mais pronunciadamente por unidade de IAF interposto em copas com folhas na disposição predominantemente horizontal com relação a copas com folhas na disposição aproximadamente vertical (LOOMIS & WILLIAMS, 1969).

A técnica da análise de crescimento vegetal tem tornado possível a comparação de importantes parâmetros do desenvolvimento das plantas, sob as mais diversas condições climáticas (WATSON, 1947). Esta técnica acoplada à utilização de plantas indicadoras ou fitômetros, permite determinar o microclima no interior do dossel de culturas anuais e principalmente perenes (CLEMENTS & GOLDSMITH, 1924). Esses autores sugerem a utilização de plantas indicadoras, ou fitômetros, para o sensoriamento climático; sendo que CLEMENTS *et alii* (1929) utilizaram fitômetros em estudo de competição, para comparar microclimas sob cultivo de girassol em diferentes espaçamentos. Os fitômetros podem não refletir precisamente o comportamento fotossintético da cultura; pois se a cultura e a planta indicadora são de diferentes espécies, os efeitos dos fatores externos nas taxas de fotossíntese de suas folhas podem não ser os mesmos, assim como as folhas basais da cultura são geralmente mais velhas do que as apicais, a variação da taxa fotossintética através do perfil da copa pode

dependem, em parte, dos fatores internos relacionados com a idade, enquanto que os fitômetros dependem exclusivamente dos fatores externos.

Este método biológico para determinação de fotossíntese foliar, em diferentes camadas do perfil da copa, envolve a determinação da taxa assimilatória líquida de plantas jovens, dispondo de um suprimento independente de água e nutrientes, colocado no interior do dossel. Pode também estabelecer ainda um índice do efeito da variação do microclima na taxa de assimilação nas diferentes posições do interior da copa (LEACH & WATSON, 1968).

BARBOSA *et alii* (1984) verificaram que a área foliar de beterraba (*Beta vulgaris* cv. Asgrow Wonder) pode ser estimada multiplicando-se o fator 0,73 pelo produto entre o comprimento e a maior largura do limbo foliar. BARBOSA *et alii* (1988) observaram que os valores dos parâmetros da análise de crescimento de fitômetros com beterraba, submetidos a diferentes níveis de luminosidade, apresentaram reduções proporcionais à atenuação da radiação incidente.

BARBOSA *et alii* (1986) efetuaram, com fitômetros, a análise comparada das copas de *Xylopia aromatica* e de *Styrax ferrugineus*, sob condições do cerrado. Desta análise, concluíram que *X. aromatica* promove maior atenuação da energia luminosa no interior do perfil da copa do que *S. ferrugineus*, em virtude das diferenças na arquitetura. Observaram que os valores da taxa assimilatória líquida, determinados em fitômetros, localizados em diferentes níveis da copa, mostraram relação direta com a duração média das radiações direta e difusa, durante o período experimental. Notaram ainda a eficiência dos fitômetros como sistema fotossintético padrão para analisar a distribuição da área foliar no interior do dossel de espécies arbóreas.

Através deste ensaio, procurou-se verificar o efeito da distribuição vertical da área foliar no interior do perfil da copa de seringueira na penetração da

luminosidade e no microclima, através dos fitômetros utilizados como um sistema fotossintético padrão; além da radiação líquida no perfil da copa da seringueira 'RRIM 600' no planalto paulista.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em seringal localizado em Rio Claro (SP), na Fazenda São José, constituído por árvores de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. cv. RRIM 600 plantadas em outubro de 1984. Nessas plantas, com cerca de 4 anos de idade, foi utilizada a técnica dos fitômetros, adaptada de LEACH & WATSON (1968). Os fitômetros usados nesse experimento constituíram-se de recipientes plásticos (segundo CASTRO & BARBOSA, 1984), contendo solução nutritiva de ARNON & HOAGLAND (1940) com adição de micronutrientes e Fe-EDTA (SARRUGE & HAAG, 1974); sendo que a planta-teste foi a beterraba açucareira (*Beta vulgaris* L. cv. Asgrow Wonder). Previamente à colocação das plântulas nos recipientes plásticos, uma amostragem de 30 plântulas foi separada para determinação da área foliar (segundo BARBOSA *et alii*, 1984) e do peso da matéria seca, em estufa de circulação forçada de ar a 75°C até atingir peso constante. Em seguida, 90 plântulas homogêneas foram colocadas nos fitômetros e levadas para suas posições no interior do perfil da copa das árvores do seringal. Trinta fitômetros foram alocados a 1,50m (C) do solo em seringueiras distribuídas aleatoriamente na área, outros 30 localizados a 2,20m (B) de altura nessas mesmas árvores, e finalmente 30 a 3,00m (A), ficando portanto nas regiões inferior, mediana e superior da copa, respectivamente. A coleta dos fitômetros foi realizada 14 dias depois, quando as plântulas foram submetidas a determinação da área foliar e do peso da matéria seca. Esta exposição dos fitômetros foi efetuada de 04 a 17 de maio de 1984 (1º período), sendo que duas outras exposições foram realizadas de 04 a 17 de julho (2º período) e de 04 a 17 de setembro (3º período) do mesmo ano. A partir dos

dados obtidos, foram determinados os parâmetros da análise de crescimento, $VPS = (P2 - P1)$ em g, correspondendo a variação de peso da matéria seca; $VAF = (A2 - A1)$ em dm^2 , variação de área foliar; $RAF = A/P$ em $dm^2 \cdot g^{-1}$, razão de área foliar; $TCR = (LP2 - LP1) / (T2 - T1)$ em $g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$, taxa de crescimento relativo; $TAL = (P2 - P1) (LA2 - LA1) / (A2 - A1) (T2 - T1)$ em $g \cdot dm^{-2} \cdot dia^{-1}$, taxa assimilatória líquida; $AFE = A/P$ foliar em $dm^2 \cdot g^{-1}$, área foliar específica e $RPF = P_{foliar} / P$ em $g \cdot g^{-1}$, razão de peso foliar (ALVIM, 1962).

Para a determinação da radiação líquida nos três níveis da copa (a alturas de 1,50, 2,20 e 3,00m) utilizaram-se Piranômetros tipo linear (Eltec) constituído por 15 tubos solarímetros, para os quais foram previamente determinados os respectivos fatores de calibração. Os tubos solarímetros foram dispostos na posição leste-oeste em três árvores de seringueira 'RRIM 600' com 4 anos de idade. Foram mantidos três tubos na posição inferior, seis tubos na região mediana e seis tubos na zona superior da copa das árvores, sobre suportes previamente nivelados. As leituras foram realizadas das 9:37 às 15:57h em Potenciômetro, sendo que a radiação global foi determinada em um Piranômetro Eppley hemisférico tipo espectral.

Dos valores obtidos calculou-se a radiação refletida (RR) na copa ($0,15 \cdot$ radiação incidente), de acordo com a constante obtida para *Hevea* spp. por MONTENY (1988), a radiação absorvida (RA) pela copa (radiação incidente - radiação transmitida - radiação refletida) e o coeficiente de absorção (a), correspondente a razão entre a radiação absorvida e a radiação incidente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela Tabela 1 verificou-se que a variação de peso da matéria seca da planta-teste dos fitômetros alocados em três níveis no interior da copa de seringueira 'RRIM 600' não mostrou variações significativas em

Tabela 1. Valores da variação de peso da matéria seca (VPS), variação de área foliar (VAF), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL), de fitômetros alocados em três níveis (A, B e C) do interior da copa de seringueira 'RRIM 600', com 4 anos de idade, em três períodos e média dos mesmos, Rio Claro, SP

Períodos/trat.	VPS (g)	VAF (dm ²)	RAF (dm ² .g ⁻¹)	TCR (g.g ⁻¹ .dia ⁻¹)	TAL (g.dm ⁻² .dia ⁻¹)
Período I					
A	0,0284a	11,5880a	397,2822a	0,1362a	0,00034a
B	0,0451a	17,5039 b	419,0375a	0,1685 b	0,00041 b
C	0,0376a	13,7573a	408,6157a	0,1587 b	0,00038ab
F (trat.)	5,6667**	6,5637**	0,3308**	7,3333**	3,0000**
C.V. (%)	46,81	40,89	23,17	19,41	18,86
Período II					
A	0,0433a	19,5068a	522,7911a	0,1345a	0,00033a
B	0,0479a	21,7537a	464,9385 b	0,1612 b	0,00036a
C	0,0537a	24,8061a	447,8782 b	0,1561 b	0,00041a
F (trat.)	2,7551na	9,1926**	3,4000**	14,3238**	9,66670**
C.V. (%)	34,26	15,43	17,23	9,62	14,91
Período III					
A	0,0357a	14,0514a	392,5511a	0,1634a	0,00046a
B	0,0396a	14,7024a	348,7960 b	0,1805 b	0,00044a
C	0,0500 b	15,4971a	347,4604 b	0,1817 b	0,00044a
F (trat.)	8,0000**	0,9336**	4,7984**	5,3333**	0,75000**
C.V. (%)	23,92	19,66	12,50	9,87	14,03
Médias					
A	0,0358	15,0487	437,5415	0,1447	0,00038
B	0,0442	17,9867	410,9240	0,1701	0,00040
C	0,0471	18,0202	401,3181	0,1655	0,00041

2 períodos considerados, sendo que no 3º período a VPS revelou-se mais alta no nível inferior. As médias mostraram uma tendência de se obterem valores de VPS crescentes à medida que se consideram os níveis inferiores da copa. Como as copas apresentavam-se abertas, verificou-se durante os períodos considerados, a ocorrência de microclima favorável nestas camadas inferiores da copa, possibilitando taxas de produção de matéria seca elevadas, nessas condições. Determinações radiométricas revelaram esta tendência de se detectar maiores teores de radiação nas camadas inferiores da copa durante o período matinal das 9:37 às 10:15 horas (Tabela 2). BARBOSA *et alii* (1986) também observaram valores mais altos na VAF de fitômetros na camada mais baixa da copa de *Styrax ferrugineus* sob condições de cerrado. BARBOSA *et alii* (1988) também notaram que os valores mais altos em VPS de fitômetros com *Beta vulgaris* cv. Asgrow Wonder estão relacionados com maior exposição solar.

Observou-se que a variação de área foliar dos fitômetros, nas três camadas da copa, também não apresentou variações significativas em 2 períodos estudados, sendo que no 1º período a VAF mostrou-se mais alta na camada mediana do perfil da copa. As médias revelaram uma tendência dos valores da VAF apresentarem-se crescentes nos níveis mais baixos da copa (Tabela 1). Este fato deve também estar relacionado com o microclima mais favorável ao desenvolvimento nesses nichos, permitindo um maior crescimento foliar sob essas condições; sendo que os teores de radiação mostraram-se mais altos nesses locais durante o período matinal (Tabela 2). Notaram-se valores mais elevados na VPS de fitômetros na camada inferior das copas de *Xylopia aromatica* e de *S. ferrugineus* sob condições naturais (BARBOSA *et alii*, 1986). Também verificou-se que maiores níveis de radiação propiciam maiores aumentos em área foliar de beterraba açucareira (BARBOSA *et alii*, 1988).

Tabela 2. Média da radiação solar líquida ($\text{cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$) no perfil da copa de três árvores de seringueira 'RRIM 600', com 4 anos, em diferentes horários, no decorrer de um dia sem turbidez aparente (02/07/85); valores calculados da radiação refletida na copa (RR), radiação absorvida pela copa (RA) e coeficiente de absorção (a), Rio Claro, SP

Posição do radiômetro	Horário							
	9:37	10:00	11:05	11:50	14:05	14:50	15:45	
	a	a	a	a	a	a	a	a
	9:53	10:15	11:17	12:05	14:16	15:05	15:57	
Acima da copa	0,963	1,044	1,009	1,059	0,847	0,704	0,385	
Superior (A)	0,197	0,233	0,180	0,298	0,316	0,326	0,215	
Mediana (B)	0,277	0,244	0,411	0,454	0,343	0,309	0,178	
Inferior (C)	0,427	0,391	0,199	0,276	0,327	0,160	0,091	
RR	0,145	0,157	0,151	0,159	0,127	0,106	0,058	
RA	0,391	0,496	0,659	0,624	0,393	0,438	0,236	
a	0,406	0,475	0,653	0,589	0,464	0,622	0,613	

A razão de área foliar dos fitômetros nas três posições da copa mostrou-se mais elevada no nível mais alto em 2 períodos considerados, sendo que no 1º período não apresentou diferenças significativas. A relação entre a área foliar e o peso da matéria seca total da planta apresentou, em consequência, média mais alta na camada superior da copa (Tabela 1). Esse decréscimo da RAF em camadas inferiores da copa deve ter ocorrido em função do maior aumento da taxa de produção da matéria seca com relação ao incremento no índice de área foliar. Pode-se também considerar que a RAF diminuiu nos níveis mais baixos da copa devido ao aumento progressivo do IAF interposto.

De acordo com a Tabela 1 notou-se que a taxa de crescimento relativo mostrou-se significativamente mais elevada nas camadas inferiores da copa. Observou-se que, em média, os valores revelaram-se mais altos no nível intermediário da copa. Este fato pode estar relacionado com a distribuição da radiação, que contribui para o microclima, no interior da copa; sendo que a radiação na camada mediana da copa revelou-se mais elevada no período das 11:05 às 14:16 horas (Tabela 2). O aumento em peso da matéria seca em relação ao peso inicial por unidade de tempo revelou-se mais elevado em *Beta vulgaris* quando submetida a maiores teores de radiação (BARBOSA *et alii*, 1988).

Verificou-se que a taxa assimilatória líquida da planta-teste nas três posições da copa da seringueira não mostrou diferenças significativas em 2 períodos estudados, sendo que no 1º período revelou-se mais alta na região mediana do perfil da copa. Notou-se que, em média, ocorreu um incremento da TAL nos níveis inferiores da copa (Tabela 1). Este fato pode estar relacionado com os maiores teores de radiação determinados nas camadas inferiores da copa durante o período matinal (Tabela 2). BARBOSA *et alii* (1986) também detectaram maiores TAL nos níveis mais baixos da copa, de *S. ferrugineus*.

Observou-se que, em média, a área foliar específica

dos fitômetros tendeu a mostrar-se mais elevada na camada superior da copa da seringueira (Figura 1). Esse parâmetro (AFE) reflete a espessura da folha, sendo a proporção relativa de superfície assimilatória e os tecidos mecânicos e condutores da folha. A razão de peso foliar, em média, já tendeu a apresentar-se mais alta nos níveis inferiores do perfil da copa (Figura 1). A RPF vem a ser a proporção relativa de peso foliar no peso total da planta-teste. Esses dois parâmetros podem estar relacionados com a distribuição da radiação no interior da copa (Tabela 2).

De acordo com a Tabela 2 notou-se que durante o decorrer de um dia sem turbidez atmosférica, com os radiômetros alocados nos mesmos níveis ocupados pelos fitômetros, pela manhã (das 9:37 às 10:15h) ocorreu uma maior incidência de radiação na região inferior da copa, decrescendo para as regiões mediana e superior. Das 11:05 às 14:16h verificou-se a presença de maior energia radiante na região mediana da copa, decrescendo tanto para a região inferior como para a superior. No período da tarde (das 14:50 às 15:57h) observou-se maior nível de radiação na região superior da copa, decrescendo para a região mediana e inferior. De acordo com os valores calculados (RR, RA e a), verificou-se, no período considerado, que o coeficiente de absorção aumentou a partir das 9:37h, tendendo a atingir um patamar ótimo da assíntota perto das 11:00h, estendendo-se pelo menos até às 15:57h. Estes resultados se apresentam com a mesma tendência daqueles observados por MACHADO *et alii* (1985) em cultura de cana-de-açúcar, e por PEREIRA *et alii* (1982) em cultivo de mandioca; sendo que a obtenção antecipada do patamar ótimo no presente trabalho pode estar relacionada com a época do ano e a elevação solar correspondente. Os valores do coeficiente de absorção obtidos no presente experimento com seringueira, mostram-se similares àqueles determinados por BERNARDES (1989) com o cultivar RRIM 600, na região de Casa Branca, também no planalto paulista ($a = 0,588$).

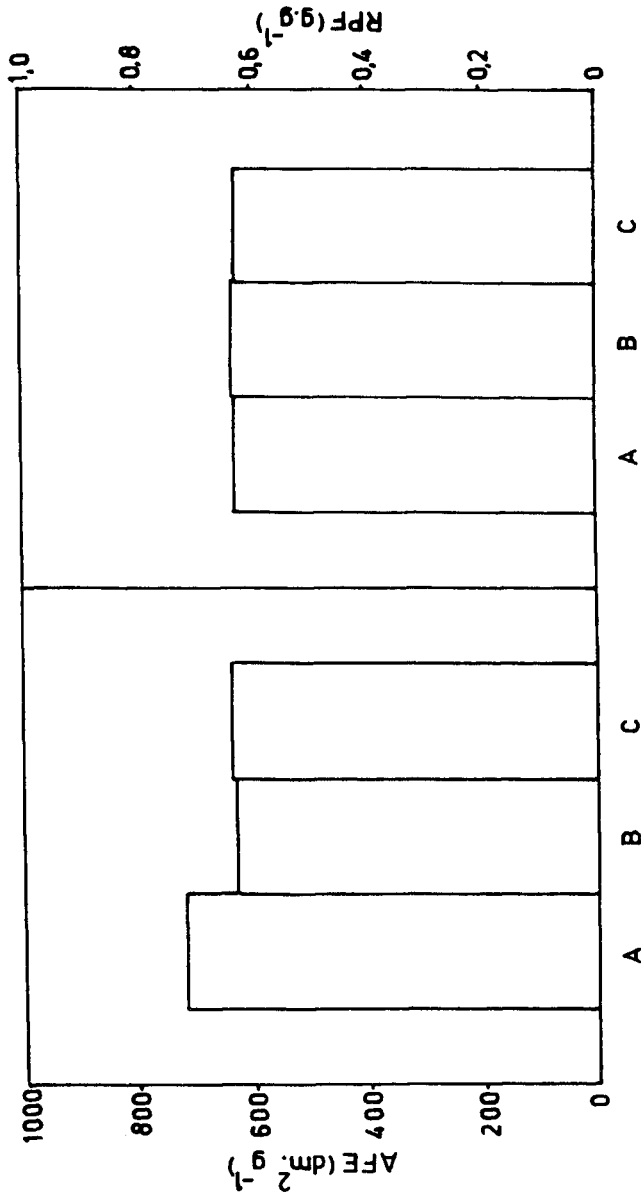


Fig. 1. Valores da área foliar específica (AFE) e razão de peso foliar (RPF) de fitômetros alocados em três níveis (A, B e C) do interior da copa de seringueira 'RRIM 600', com 4 anos de idade, médias de três períodos, Rio Claro, SP.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir:

a) A variação do peso da matéria seca e a variação de área foliar tendem a se mostrar crescentes nos níveis inferiores da copa da seringueira com 4 anos.

b) A razão de área foliar apresenta-se mais elevada no nível superior da copa, sendo que a taxa de crescimento relativo revela-se mais alta nos níveis inferiores da copa de *Hevea brasiliensis* cv. RRIM 600.

c) A taxa assimilatória líquida tende a apresentar valores mais altos mais profundamente na copa.

d) A área foliar específica mostra-se mais alta na região superior do perfil da copa, sendo que a razão de peso foliar tende a revelar-se mais baixa nos níveis inferiores da copa.

e) A radiação líquida mostra-se mais alta: na região inferior da copa pela manhã, na região mediana em torno do meio-dia e na região superior do perfil da copa da seringueira no período da tarde.

f) O coeficiente de absorção médio, após atingir o patamar ótimo, é da ordem de 0,588 para a seringueira 'RRIM 600', nas condições do planalto paulista.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, P.T. *Curso Internacional de Bases Fisiológicas de la Producción Agrícola*. Lima, IICA;OEA, 1962. 20p.
- ARNON, D.I. & HOAGLAND, D.R. Crop production in artificial culture solutions and in soils with special reference to factors influencing yields and absorption of inorganic nutrients. *Soil Science*, New Jersey, 50:463-83, 1940.

- BARBOSA, L.M.; SILVA FILHO, N.L.; NASTRI, V.D.F. Determinação da área foliar em *Beta vulgaris* L. pelo método não destrutivo. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 34., Porto Alegre, 1984. *Anais*. Porto Alegre, 1984. p.417-26.
- BARBOSA, L.M.; CASTRO, P.R.C.; NASTRI, V.D.F.; BARBOSA, J.M. Fotossíntese no perfil da copa de *Styrax ferrugineus* Nees e Mart. e *Xylopia aromatica* Muell. determinada por fitômetros. *Ecossistema*, Espírito Santo do Pinhal, 11:43-51, 1986.
- BARBOSA, L.M.; CASTRO, P.R.C.; SILVA FILHO, N.L.; NASTRI, V.D.F. Calibração de fitômetros sob diferentes condições de luminosidade. *Ecossistema*, Espírito Santo do Pinhal, 13:92-100, 1988.
- BERNARDES, M.S. Efeitos de métodos químicos de indução de copa no desenvolvimento da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg. cv. RRIM 600). Piracicaba, 1989. 188p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- CASTRO, P.R.C. & BARBOSA, L.M. Utilização de fitômetros em seringueira. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 4., Salvador, 1984. *Resumos*. Salvador, 1984. p.110-1.
- CLEMENTS, F.E. & GOLDSMITH; G.W. The phytometer method in ecology. The plant and community as instruments. *Publication. Carnegie Institute*, New York (356), 1924.
- CLEMENTS, F.E.; WEAVER, J.E.; HANSON, H.C. Plant competition. An analysis of community functions. *Publication. Carnegie Institute*, New York (398), 1929.
- LEACH, G.J. & WATSON, D.J. Photosynthesis in crop profiles, measured by phytometers. *Journal of Applied Ecology*, Oxford, 5:381-408, 1968.
- LOOMIS, R.S. & WILLIAMS, W.A. Productivity and the morphology of crop stands: pattern with leaves.

- In: EASTIN, J.D.; HASKINS, F.A.; SULLIVAN, C.Y.; VAN BAVEL, C.H.M., ed. *Physiological aspects of crop yield*. Madison, American Society of Agronomy, 1969. p.27-47.
- MACHADO, E.C.; PEREIRA, A.R.; CAMARGO, M.B.P.; FAHL, J. I. Relações radiométricas de uma cultura de cana-de-açúcar. *Bragantia*, Campinas, 44 (1): 229 - 38, 1985.
- MONTENY, B.A. *Contribution a l'estude des interactions vegetation-atmosphere in milieu tropical humide*. Paris, ORSTOM, 1988. 170p. (Travaux et Documents Microédités, 35).
- PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C.; CAMARGO, M.B.P. Solar radiation regime in three cassava (*Manihot esculenta* Crantz) canopies. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, 26:1-10, 1982.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba, ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.
- WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany*, Oxford, 11:41-76, 1947.

Entregue para publicação em: 26/01/90

Aprovado para publicação em: 27/08/90