

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR, TRANSPIRAÇÃO E TURGESCÊNCIA RELATIVA DO TRONCO DE CULTIVARES DE SERINGUEIRA

Adão L.C. Martins¹
Paulo R.C. Castro¹
José E. Corrente¹
Marcos S. Bernardes¹

INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) tem-se mostrado altamente viável nas condições do planalto paulista, fazendo-se necessários numerosos estudos nessas condições, com a finalidade de conhecer as respostas fisiológicas da cultura neste agroecossistema. O conhecimento da economia hídrica dos diferentes cultivares é de grande importância, pois está diretamente relacionado com a produção e o fluxo de látex no decorrer do dia, podendo possivelmente explicar o desempenho do cultivar sob diferentes condições climáticas, ou mesmo fornecer subsídios para a escolha do melhor sistema de exploração para cada cultivar, nas condições do Estado de São Paulo. DIJKMAN (1959) considerou que a queda real na produção varia dia a dia e de local para local, dependendo, presumivelmente, do balanço entre a taxa transpiratória e o suprimento de água.

As características da copa da seringueira são importantes no equilíbrio hídrico da árvore, uma vez que as superfícies de transpiração são determinadas pela área foliar, e a taxa transpiratória está relacionada com a organização espacial das folhas, determinante do microclima no interior da copa. O índice de área foliar caracteriza a densidade da cobertura foliar, e pode condicionar a distribuição horizontal e vertical entre folhas, além do ângulo foliar. LEONG et alii (1982) determinaram o índice

¹ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba-SP.

de área foliar e a penetração de luz na copa de *Hevea brasiliensis* através do método de fotografia hemisférica. BERNARDES (1989) observou índice de área foliar da ordem de 1,09, em seringueira 'RRIM 600', com 5 anos de idade, na região de Casa Branca-SP.

MEDRI (1980) encontrou comportamentos do andamento diário do balanço hídrico bastante semelhantes para diferentes cultivares de seringueira. Todos os cultivares apresentaram aumentos na transpiração com o aumento da radiação a partir das 05h30, e diminuições a partir das 12h00, com valores mínimos e constantes no período noturno.

ALVIM (1975) utilizou fitotensiômetros para estudo da turgescência relativa em troncos de cacaeiro, verificando menores flutuações nas parcelas sombreadas em relação àquelas expostas ao sol. Em ambos os casos, a maior redução na turgescência relativa ocorreu ao redor das 15h00, e o máximo de hidratação verificou-se das 06h00 às 08h00. BUTTERY & BOATMAN (1985), através da mensuração direta da pressão de turgescência do látex de *Hevea brasiliensis*, notaram que essa pressão pela manhã variou de 8 a 15 atmosferas (aproximadamente 0,8 a 1,5 MPa), decrescendo durante o dia e aumentando durante a noite.

Este trabalho teve por objetivo determinar de forma comparada o índice de área foliar e o balanço hídrico durante o dia, através da taxa transpiratória e da turgescência relativa do tronco, nos cultivares C 228, RRIM 600 e GT 1 de seringueira, em condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado em uma coleção de cultivares de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg., com 4,5 anos de idade, localizada na área experimental de Agricultura da E. S. A. Luiz de Queiroz/USP, Campus de Piracicaba-SP. Foram determinados índices de área foliar (IAF), além da taxa transpiratória e da turgescência relativa do tronco de cultivares C 228, RRIM 600 e GT 1, no decorrer do dia.

O índice de área foliar foi determinado pelo método de fotografias hemisféricas, segundo LEONG *et alii* (1982). Foi utilizada uma câmara fotográfica Nikon F acoplada com lente olho-de-peixe Nikkor (1:5,6; $f = 10$ mm; de 180°-OP). Foi usado o filme Pan F marca Ilford. As fotografias foram obtidas no crepúsculo, com filtro L1 A, com abertura e velocidade indicadas pelo fotômetro.

As taxas transpiratórias foram determinadas em intervalos de uma hora, das 06h00 às 18h00, pelo método das pesagens rápidas de folhas destacadas, com balanças de torção Jung, convenientemente protegidas da ação dos ventos por uma caixa de acrílico transparente. O método consiste em retirar uma folha da planta, e no tempo máximo de 5 minutos realizar 3 pesagens de 1 minuto, obtendo-se a seguir a média (HUBER, 1927; RAWITSCHER, 1942; STOCKER, 1956; ALVIM, 1960; FERRI, 1979). A área foliar foi estimada pelo método das pesagens dos moldes das folhas em papel uniforme, comparando-se com o peso de um molde do papel de área conhecida. Desta forma, obtiveram-se valores de taxa transpiratória dos três cultivares em $\text{mg. dm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$, que foram marcados em curvas de andamento diário da transpiração.

A temperatura e umidade relativa do ar foram obtidas através de um termohigrógrafo instalado no interior do seringal, e a iluminância através de um luxímetro, determinada sob a copa dos cultivares e a pleno sol.

Para a determinação da turgescência relativa dos troncos de seringueira, foram instalados 6 fitotensiômetros (2 por cultivar). Este aparelho, desenvolvido por ALVIM (1975), consiste basicamente em um manômetro de tubo aberto feito com vara de vidro de pequeno diâmetro interno (1 a 2 mm), tendo acoplado em sua extremidade inferior um pequeno tubo plástico flexível, com líquido de baixa evaporação (polietileno glicol), associado a um corante (azul de metileno). O manômetro foi fixado à planta por meio de uma fita flexível de alumínio, a qual envolveu o tronco e o reservatório de plástico com pressão suficiente para elevar a coluna manométrica em poucos centímetros acima do reservatório.

Os movimentos ascendentes ou descendentes da coluna, medidos periodicamente através da graduação no próprio tubo manométrico, refletem as alterações no perímetro do tronco, que estão diretamente relacionadas com as variações na turgescência relativa do tronco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **Figura 1** mostra uma fotografia hemisférica tomada do cultivar RRIM 600 para a determinação do IAF. Os cultivares C 228, RRIM 600 e GT 1 mostraram IAF médios da ordem de 1,89; 0,90 e 0,55, respectivamente. BERNARDES (1989) observou valores de IAF da ordem de 0,98 a 1,22 em seringueiras RRIM 600 com 5 anos de idade, submetidas a diferentes tratamentos com reguladores vegetais para alteração da arquitetura da copa, no planalto paulista.

A **Figura 2** mostra as variações na taxa transpiratória dos três cultivares de seringueira no decorrer do dia. Os dados obtidos puderam ser ajustados a um modelo quadrático. Os cultivares RRIM 600 e GT 1 apresentaram modelos altamente significativos ($P < 0,05$). O cultivar GT 1 mostrou taxa transpiratória inferior à dos cultivares RRIM 600 e C 228, durante o período diário. A seringueira apresenta alta sensibilidade estomática ao déficit hídrico, sendo que, em plantas com um ano de idade, submetidas a ciclo de tensão hídrica no solo, observou-se que o potencial hídrico das folhas durante o dia era regulado pela resistência dos estômatos à difusão da água. Sob condições de pequeno déficit hídrico, o fechamento estomático provoca um bloqueio parcial ou total não só à perda de água, como também à entrada de dióxido de carbono (RESNIK & MENDES, 1979). SANSUDDIN & IMPENS (1978), trabalhando com 4 diferentes cultivares de *Hevea*, encontraram baixas taxas transpiratórias sob temperatura controlada. O trabalho de ROCHA NETO (1979), embora realizado com plântulas de seringueira, apresenta resultados que confirmam as baixas taxas de transpiração desta espécie.

Observamos na **Figura 3** aumento dos valores de iluminação abaixo da copa, seguindo uma ordem crescente do

cultivar C 228 < RRIM 600 < GT 1, até o exterior do seringal, explicados pela arquitetura e pelo índice de área foliar das copas dos três cultivares.

MEDRI (1980) observou que a elevação das taxas transpiratórias dos diferentes cultivares de seringueira apresentou correlação direta com o aumento da radiação e com a abertura estomática.

ALVIM (1965) e ROCHA (1976) correlacionaram radiação solar com taxas transpiratórias e abertura estomática. A elevação das taxas transpiratórias dos diferentes cultivares de *Hevea* spp. apresenta correlação direta com o aumento da radiação solar e com a abertura estomática.

GOMES & KOZLOWSKI (1988) encontram taxas de transpiração maiores em cultivares de *Hevea* quando comparados com cultivares de cacau. O declínio diário da taxa transpiratória e da condutância estomática de ambas as espécies pode estar associado com a progressiva desidratação da folha, que conduz ao fechamento parcial dos estômatos. Tal desidratação foliar ocorre porque a resistência à remoção de água de tecidos túrgidos pela transpiração é menor que a resistência à absorção através das raízes.

Os resultados das determinações da turgescência relativa dos troncos dos cultivares em 04/08/89 podem ser observados na Figura 3. Os dados foram obtidos por subtração dos valores observados do valor padrão, considerado às 06h00 e, portanto, correspondem às oscilações dos fitotensiómetros (média de duas repetições) em relação àquele padrão. O cultivar C 228 sofreu maiores reduções na turgescência relativa durante o dia, seguido do RRIM 600 e do GT 1. Pode-se observar que existe uma relação direta entre a umidade relativa do ar e a turgescência relativa, e uma relação inversa entre esta e a temperatura e a iluminância; ou seja, a turgescência relativa diminui com decréscimos na umidade relativa do ar e aumenta com reduções na temperatura e na iluminância.

PIKE (1941) mostrou que os troncos de seringueira sofreram variações diurnas no diâmetro, diretamente relacionadas com oscilações da turgescência destes troncos. Hou-

ve rápida redução do diâmetro pouco depois do amanhecer, que continuou a uma taxa menor durante toda a manhã e à tarde, seguida de elevação, que continuou durante a noite, para alcançar um máximo pouco antes do alvorecer. Considerando o mesmo período de determinação (das 06h00 às 18h00), os resultados obtidos neste trabalho concordam parcialmente com o exposto acima. Ainda observamos na **Figura 3** que os valores mínimos da turgescência relativa (estabelecidos indiretamente pelas oscilações dos fitotensiómetros) dos três cultivares, ocorrem das 16h00 às 17h00, logo em seguida aos valores máximo e mínimo de temperatura e umidade relativa do ar, respectivamente, os quais ocorreram por volta das 15h00.

As maiores reduções na turgescência relativa obtidas para o cultivar C 228 são explicadas pelo maior IAF, e conseqüentemente, pela maior superfície total transpirante que apresenta em relação aos demais cultivares. O cultivar C 228 apresenta-se bastante enfolhado, com copa bem fechada. Os demais apresentam copas mais abertas, com número de folhas relativamente menor. Alterações nas taxas transpiratórias podem levar ao surgimento de déficits hídricos na planta e conseqüente redução na turgescência ou potencial pressão do sistema vascular. Este, por sua vez, está intimamente relacionado com o potencial pressão do sistema laticífero e, portanto, com a produção de látex durante o dia.

As alterações da pressão de turgescência durante o dia, ou potencial pressão, estão correlacionadas positivamente com a umidade relativa do ar e, negativamente, com alterações da temperatura, evaporação dos atmômetros, déficits hídricos e abertura dos estômatos. A perda de turgescência durante o dia provavelmente resulta da perda de água dos tecidos do floema pelo estresse provocado pela transpiração (BUTTERY & BOATMAN, 1985).

ALVIM (1975) observou que ao irrigar-se um solo com baixa disponibilidade de água, ocorreu rápido incremento no perímetro do tronco, o que leva a uma retomada do desenvolvimento em menos de 24 horas, e a uma nova curva de crescimento, muito semelhante à do período anterior ao

estresse hídrico da planta. Concluiu que a atividade cambial não é totalmente restringida durante o período de estresse hídrico e que as contrações do tronco ocorridas no período de deficiência hídrica no solo foram devidas principalmente à desidratação dos tecidos do tronco. Concluiu, ainda, que incrementos contínuos do diâmetro, após um acréscimo inicial, se devem ao desenvolvimento efetivo do câmbio; e que decréscimos prolongados, após um período inicial de contração, são uma indicação de estresse hídrico interno.

A turgescência relativa do tronco mostrou altos coeficientes de correlação com a temperatura. Observou-se uma correlação inversa entre a turgescência do tronco e a temperatura, nos três cultivares estudados (Figura 4).



Figura 1. Fotografia hemisférica tomada de *Hevea brasiliensis* cv. RRIM 600, para determinação do índice de área foliar.

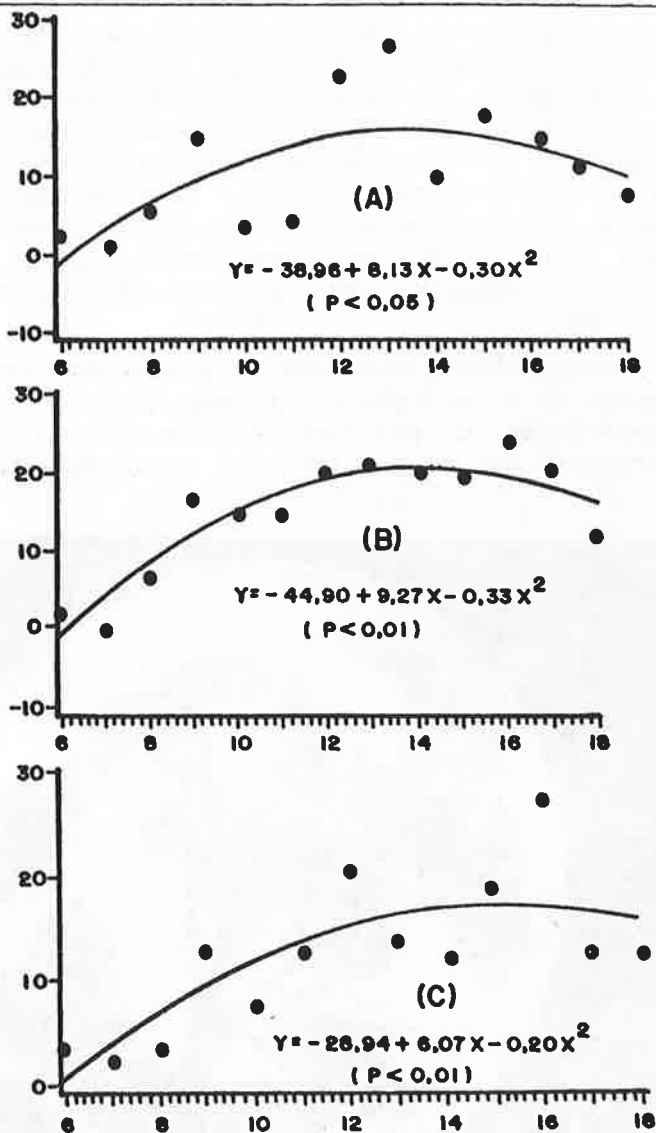


Figura 2. Pontos referentes ao andamento diário da taxa transpirat6ria ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$) e representa76o gr6fica dos valores ajustados para o modelo quadr6tico, em fun76o do tempo (horas do dia), dos cultivares C 228 (A), RRIM 600 (B) e GT 1 (C), em 04/08/89.

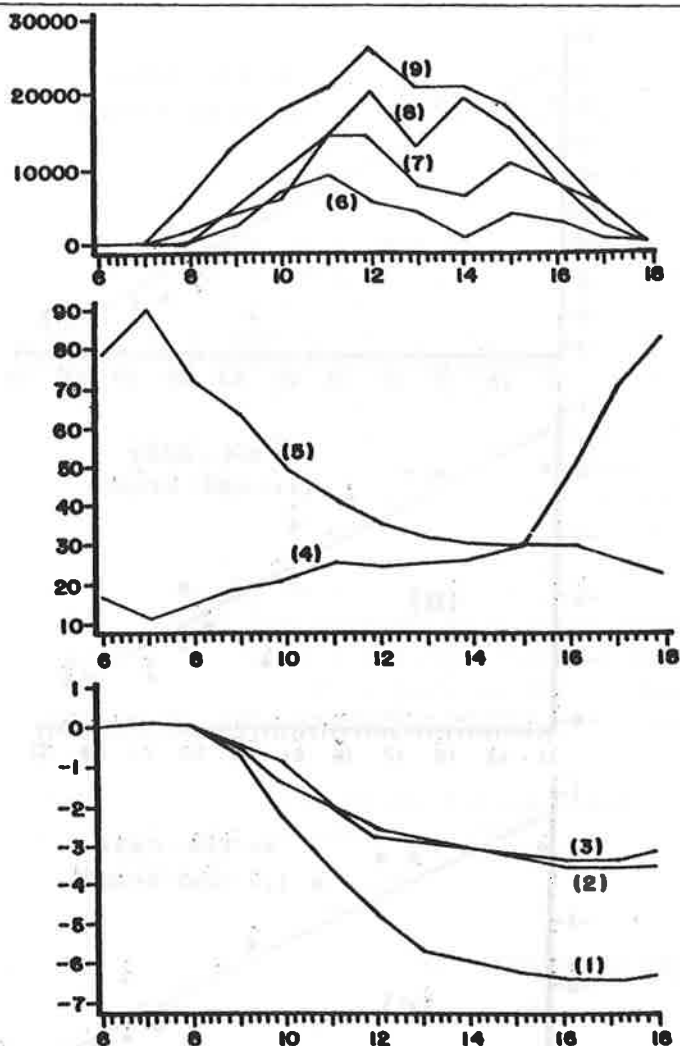


Figura 3. Oscilações (cm) das leituras dos fitotensiômetros em intervalos de uma hora, dos cultivares C 228 (1), RRIM 600 (2) e GT 1 (3), em 04/08/89. Os gráficos (4) e (5) correspondem respectivamente à temperatura (°C) e umidade relativa (%) e os de (6) a (9) respectivamente à iluminância (lux) medida sob a copa dos cultivares C 228, RRIM 600, GT 1 e no exterior do seringal.

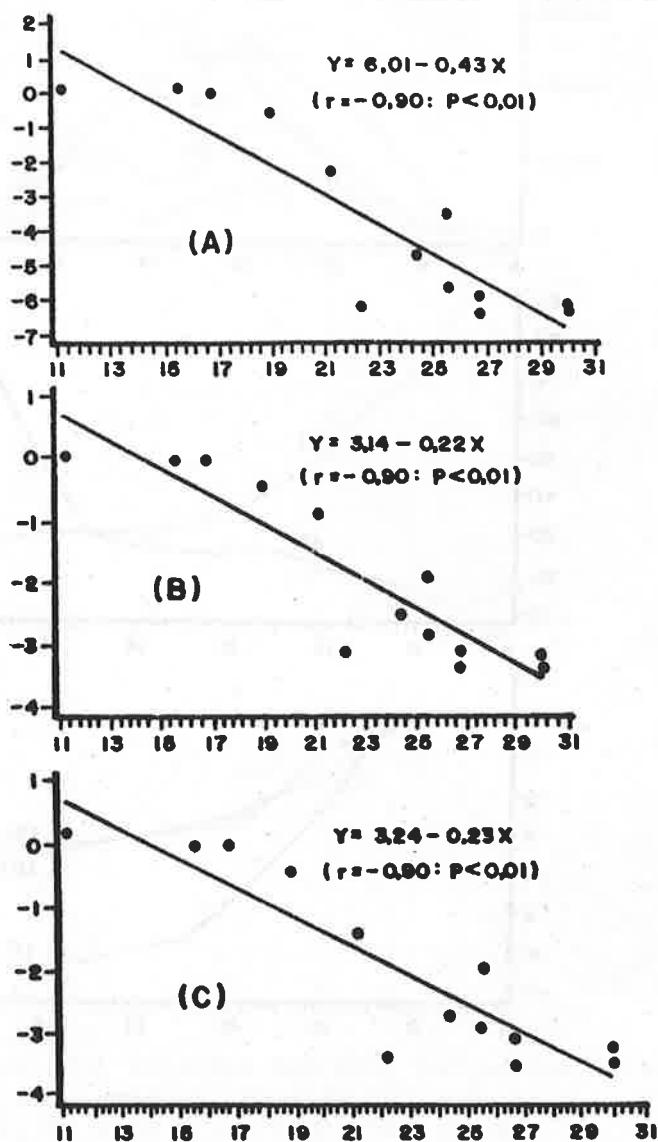


Figura 4. Análise de regressão linear entre os valores de oscilações das leituras dos fitotensiômetros (cm) e a temperatura (°C) para os cultivares C 228 (A), RRIM 600 (B) e GT 1, em 04/08/89.

RESUMO

O presente trabalho, realizado no Campo Experimental de Agricultura da E.S.A. Luiz de Queiroz, em Piracicaba-SP, teve por finalidade o estudo comparado do índice de área foliar (IAF), da transpiração e da variação no perímetro do tronco dos cultivares C 228, RRIM 600 e GT 1 de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg., com 4,5 anos de idade. O IAF foi determinado pelo método de fotografias hemisféricas e as taxas transpiratórias pelo método das pesagens rápidas. A variação no perímetro do tronco foi estabelecida através de fitotensiômetros. Através de termohigrógrafo e luxímetro, instalados no interior do seringal, foram determinadas a temperatura, a umidade e a iluminância. O cultivar C 228 apresentou IAF de 1,89, superior ao dos cultivares RRIM 600 (0,90) e GT 1 (0,55). O cultivar GT 1 mostrou taxa transpiratória inferior à dos cultivares RRIM 600 e C 228, no decorrer do dia. Os fitotensiômetros revelaram que o cultivar C 228 apresentou maiores reduções no perímetro do tronco durante o período diurno com relação aos cultivares RRIM 600 e GT 1. Este parâmetro mostrou índices significativos de correlação em relação à temperatura ambiente.

Palavras-chave: Seringueira, *Hevea brasiliensis*, índice de área foliar.

SUMMARY

LEAF AREA INDEX, TRANSPIRATION AND STEM RELATIVE TURGOR
OF RUBBER TREE CULTIVARS

This study was concerned with the leaf area index (LAI) and water status of 4.5 year old rubber trees (*Hevea brasiliensis*) of three cultivars, C 228, RRIM 600 and GT 1, in Piracicaba, São Paulo State, Brazil. LAI was determined by photographic measurement with hemispherical lens. Transpiration rate was established by the rapid weighing method with a portable precision balance, and stem relative turgor was determined by phytotensiometer.

Variations in the microclimate were observed through a microclimate unit installed in the rubber tree plantation. Cultivar C 228 presented a LAI 1.89, higher than that of the cultivars RRIM 600 (0.90) and GT 1 (0.55). Cultivar GT 1 showed lowest transpiration rate, followed by RRIM 600 and C 228, during the day. The phytotensiometers indicated that cultivar C 228 presented higher relative turgor reductions during the day in relation to cultivars RRIM 600 and GT 1. Stem relative turgor showed a high correlation index with temperature.

Key words: Rubber tree, *Hevea brasiliensis*, leaf area index.

LITERATURA CITADA

- ALVIM, P.T., 1960. Stomatal opening as a practical indicator of moisture deficiency in cacao. *Phyton*, 15(1): 79-89.
- ALVIM, P.T., 1965. A new type of porometer for measuring stomatal opening and its use in irrigation studies. In: ECKHARDT, F.E. (ed.) *Methodology of Plant Ecology*. Paris, UNESCO. p.325-329.
- ALVIM, P.T., 1975. A new dendrometer for monitoring cambium activity and changes in the internal water status of plants. *Turrialba*, 25(4): 445-447.
- BERNARDES, M.S., 1989. Efeito de métodos de indução de copa no desenvolvimento da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg. cv. RRIM 600). Piracicaba. 192p. (Mestrado - ESALQ/USP).
- BUTTERY, B.R. & S.G. BOATMAN, 1985. *Déficits Hídricos e Fluxo de Látex*. Trad. de P.C. Hipólito. Campinas, Fundação Cargill. 120p.
- DIJKMAN, M.L., 1951. *Hevea, Thirty Years of Research in the Far East*. Coral Gables, University of Miami Press. 329p.
- FERRI, M.G., 1979. Transpiração nos principais ecossistemas brasileiros e em espécies cultivadas no Brasil. In: FERRI, M.G. (coord.) *Fisiologia Vegetal*. São Paulo, EPU/EDUSP. V.1, p.25-74.
- GOMES, A.R.S. & T.T. KOZLOWSKI, 1988. Stomatal charac-

- teristics, leaf waxes, and transpiration rates of *Theobroma cacao* and *Hevea brasiliensis* seedlings. **Annals of Botany**, 61: 425-432.
- HUBER, B., 1927. Zur Methodik der Transpirationsbestimmung am Standort. **Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.**, 46: 611.
- LEONG, W.; R. LEMEURE & P.K. YOON, 1982. Characterization of leaf area index and canopy light penetration of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. by hemispherical photography. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia**, Kuala Lumpur, 30(2): 80-90.
- MEDRI, M.E., 1980. Anatomia Comparada e Correlações Anatomo-fisio-ecológicas de Seis Clones de *Hevea* spp. Manaus. 432p. (Doutorado - Instituto de Pesquisas da Amazônia).
- PIKE, E.E., 1941. Trunk diameter of trees of *Hevea brasiliensis*: Experiments with a new dendrometer. **Nature**, London, 148: 51-52.
- RAWITSCHER, F., 1942. Algumas noções sobre a transpiração e o balanço d'água de plantas brasileiras. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 14(1): 7-36.
- RESNIK, M.E. & L.F. MENDES, 1979. Water relations of young rooted rubber plants subjected to various degree of water stress. **Revista Theobroma**, Itabuna, 9(4):85-95.
- ROCHA, Z.M.M., 1976. Estudo Comparativo da Tolerância à Desidratação em Cacaueiro (*Theobroma cacao*, Linn.) e Plantas de Sombreamento. Salvador. 55p. (Mestrado - Universidade Federal da Bahia).
- ROCHA NETO, O.G., 1979. Eficiência no Uso da Água em Plantas Jovens de Seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) Submetidas a Déficit Hídrico. Viçosa. 36p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- SANSUDDIN, A. & I. IMPENS, 1978. Water vapour and carbon dioxide diffusion resistances of four *Hevea brasiliensis* clonal seedlings. **Experimental Agriculture**, 14: 173-177.
- STOCKER, O., 1956. Messmethoden der Transpiration. In: **Handbuch de Pflanzenphysiologie**, Band III, Pflanze und Wasser. Berlin, Springer Verlag. p.292-311.