

# RESISTÊNCIA A SECA EM SERINGUEIRA.

## I. BALANÇO HÍDRICO E PRODUÇÃO PRIMÁRIA EM SEIS CLONES SUBMETIDOS A DÉFICIT<sup>1</sup>

HERACLITO E. OLIVEIRA DA CONCEIÇÃO<sup>2</sup>, MARCO ANTONIO OLIVA<sup>3</sup>, NEI FERNANDES LOPES<sup>4</sup> e OLINTO GOMES DA ROCHA NETO<sup>2</sup>

**RESUMO** - Plantas de Seringueira (*Hevea* spp.) oriundas dos clones IAN 717, IAN 873, IAN 2903, IAN 3087, IAN 6323 e Fx 3899 foram cultivadas em casa de vegetação e submetidas a déficits hídricos crescentes no solo com objetivo de avaliar comparativamente os seus efeitos sobre o potencial hídrico foliar, resistência estomática, fotossíntese, transpiração e teor de clorofila. Os resultados mostraram que o decréscimo do potencial hídrico no solo reduziram linear e diferentemente o potencial hídrico foliar de todos os clones. Os maiores decréscimos foram encontrados nos clones IAN 717, IAN 3087 e IAN 873 e o menor no IAN 6323. Potenciais hídricos foliares entre -1,6 e -2,0 MPa causaram em todos os clones um rápido aumento da resistência estomática e as maiores reduções da transpiração corresponderam ao clone IAN 6323. O ponto de compensação hídrico mais alto foi -2,35 MPa em IAN 2903 e Fx 3899 e o mais baixo -3,18 MPa de IAN 6323. O clone IAN 6323 apresentou um eficiente mecanismo de prevenção à seca e uma efetiva estabilidade do aparelho fotossintético sob condições de estresse. Os clones IAN 717 e IAN 3087 foram, num nível inferior, também resistentes.

Termos para indexação: fotossíntese, transpiração, clorofila, resistência estomática.

## DROUGHT RESISTANCE IN RUBBER TREE. I. WATER BALANCE AND PRIMARY PRODUCTION IN SIX CLONES SUBJECTED TO WATER DEFICIT

**ABSTRACT** - Plants from IAN 717, IAN 873, IAN 2903, IAN 3087, IAN 6323 and Fx 3899 rubber tree (*Hevea* spp) clones grown in greenhouse were subjected to increasing soil water deficits, in order to evaluate the effects of water deficit on leaf water potential, stomatal resistance, photosynthesis, transpiration and chlorophyll content. Decreases in soil water potential reduced linearly and differentially the leaf water potential for all clones. The highest reduction values were found in IAN 717, IAN 3087 and IAN 873, and the lowest one in IAN 6323. Leaf water potential between -1.6 and -2.0 MPa caused a fast increase in stomatal resistance and a sharp reduction in transpiration rates for all clones. The lowest stomatal resistance volumes and the highest reductions in transpiration were in the IAN 6323. The highest water compensation point was -2.35 MPa from IAN 2903 and Fx 3899 progenies and the lowest was -3.18 MPa in the IAN 6323 progeny. IAN 6323 clone showed an efficient mechanism of drought avoidance and an effective stability of the photosynthesis apparatus under stress conditions. To a lesser degree, the IAN 717 and the IAN 3087 were resistant too.

Index terms: stomatal resistance, photosynthesis, transpiration, chlorophyll.

## INTRODUÇÃO

A região amazônica, habitat natural das espécies de *Hevea*, se caracteriza por apresentar um clima quente e úmido, tipo  $A_f$  e  $A_m$  da classificação de Köppen (Bastos & Diniz 1975), que favorece a incidência do fungo *Microcyclus ulei* P. Henn V.

Arx. agente causal do "mal-sulamericano-das-folhas". A necessidade de encontrar uma forma de escape ao fungo tem levado alguns autores (Moraes & Bastos 1972, Rocha Neto et al. 1983) a sugerir o cultivo da seringueira em regiões com estação seca definida. Estes mesmos autores, entretanto, salientam que a disponibilidade de água no solo em determinadas épocas do ano pode ser um fator limitante da produção.

Plantas jovens de seringueira mostram-se pouco resistente às condições de seca. Suas taxas transpiratórias são altas quando túrgidas e a eficiência no uso de água varia de clone para clone (Samsuddim & Impens 1978). Os estômatos fecham em face a moderados déficits hídricos, evitando a progressão do estresse (Resnick & Mendes 1979), afetando, conseqüentemente, a relação fotossíntese/transpi-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 18 de julho de 1985.

Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, para obtenção de grau de Mestre em Fisiologia Vegetal. Trabalho financiado pelo Convênio SUDHEVEA/EMBRAPA.

<sup>2</sup> Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa da Seringueira e Dendê (CNPSP), Caixa Postal 319, CEP 69000 Manaus, AM.

<sup>3</sup> Biól., Dr. rer. nat. Prof. Univ. Fed. de Viçosa, CEP 36570 Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Eng. - Agr., Ph.D., Prof. Univ. Fed. de Viçosa, MG.

ração (Rocha Neto et al. 1983). Sob condições de campo, no Brasil, destacam-se como resistentes os clones nacionais IAN 3087, IAN 2903 e IAN 3156, cultivados experimentalmente em Açailândia, MA, região que apresenta um déficit hídrico anual da ordem de 335 mm (Pinheiro 1981).

Num processo de seleção de clones susceptíveis de serem cultivados em regiões fora dos ótimos ecológicos de *Hevea*, far-se-á necessário conhecer mais indicadores do estresse hídrico mediante uma análise comparativa de clones promissores. Um bom indicador fisiológico destes efeitos parecem ser as mudanças no estado energético da água na planta e seus efeitos sobre a abertura e fechamento dos estômatos, perda de água por transpiração, teores de pigmentos fotossintéticos e produção primária.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Plantas de seis clones de seringueira (IAN 717, IAN 873, IAN 2903, IAN 3087, IAN 6323 e Fx 3899) foram submetidas à desidratação crescente do solo, sob condições de casa de vegetação, no Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê - CNPSD/EMBRAPA, Manaus/AM. As médias de temperatura máxima e mínima e a umidade relativa média do ar, durante o período experimental, foram de  $37,4^{\circ}\text{C} \pm 3,0^{\circ}\text{C}$  e  $24,4^{\circ}\text{C} \pm 1,6^{\circ}\text{C}$  e  $73,4\% \pm 5,3\%$ , respectivamente. Utilizaram-se "tocos enxertados de raízes nuas" cultivados em sacolas de polietileno com capacidade para 8 kg de substrato seco. A terra utilizada foi obtida em um Latossolo Amarelo Álico, textura média, fase floresta equatorial perenifolia, coletado na profundidade de 0 cm - 20 cm, sob áreas de mata. No plantio, cada planta recebeu 25 g de termofosfato de Yorin e, após 45 e 75 dias, adubações básicas de NPKMg e micronutrientes, de acordo com as recomendações do Sistema de Produção para o Estado do Amazonas (Sistemas... 1980). Após o plantio, as plantas foram irrigadas regularmente, mantendo-se o solo próximo da capacidade de campo. Quando as plantas atingiram o 95º dia após o plantio, iniciou-se a desidratação do solo através da suspensão total da irrigação. O conteúdo hídrico do solo foi controlado diariamente, durante 18 dias, através do método gravimétrico e, depois, extrapolado para uma curva de retenção de umidade do solo.

Os seguintes parâmetros foram determinados: assimilação de  $\text{CO}_2$ , resistência estomática à difusão do vapor de água, potencial hídrico foliar, transpiração e clorofila.

Todas as determinações foram realizadas em laboratório, com condições de temperatura e umidade relativa do ar parcialmente controladas, para onde as plantas eram levadas com 24 h de antecedência. Todos os parâmetros

foram avaliados a cada 48 h, desde o início da desidratação do solo, até atingir-se o murchamento permanente visível das plantas.

A fotossíntese líquida (Pn) foi calculada a partir dos valores de assimilação de  $\text{CO}_2$  determinados pelo método descrito por Zunker & Kreeb (1970) e modificados por Bergonci (1981), sob uma densidade de fluxo radiante de  $81 \text{ mW.cm}^{-2}$ .

As taxas de assimilação de  $\text{CO}_2$  foram determinadas em folhas totalmente maduras do último fluxo de crescimento no horário das 7:00 às 10:00 h da manhã. Simultaneamente, foram realizadas avaliações do potencial hídrico foliar, resistência estomática, transpiração e teor de clorofila.

A resistência estomática (Rs) foi determinada, na mesma folha imediatamente após as medições da fotossíntese, por meio de um porômetro de difusão automático modelo Delta T Devices MK II.

O potencial hídrico foliar ( $\Psi_f$ ) foi determinado por meio de uma câmara de pressão PMS 600 (Scholander et al. 1965). Nas avaliações, foram utilizadas as folhas opostas às empregadas nas medições de fotossíntese.

A transpiração (T) foi determinada na mesma folha utilizada para medir a fotossíntese, através do método gravimétrico (Catsky 1974).

Os teores de clorofila foram determinados a partir de amostras de 15 discos foliares de 1,0 cm de diâmetro, tomados ao longo da nervura principal da folha usada na medição da fotossíntese e calculados segundo Arnon (1949).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as curvas foram ajustadas através de regressão polinomial.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A diminuição da água disponível no solo pode provocar respostas da parte aérea da planta que visam a manutenção de uma alta saturação hídrica mediante um rápido fechamento dos estômatos ou um aumento do gradiente na absorção e transporte da água até as folhas. Assim, a relação entre as variações do potencial hídrico do solo ( $\Psi_{\text{solo}}$ ) e do potencial hídrico da folha ( $\Psi_f$ ) parecem ser um bom indicador do tipo de resposta das plantas ao déficit hídrico. Nos seis clones estudados (Fig. 1), observou-se que o  $\Psi_f$  segue uma relação linear ( $R = 0,96$ ) em decorrência do decréscimo do  $\Psi_{\text{solo}}$ . Entretanto, com exceção do IAN 6323, que apresentou a menor redução do  $\Psi_f$ , os outros clones mostraram diferenças semelhantes quando túrgidos e murchos. O fato dos clones IAN 717,

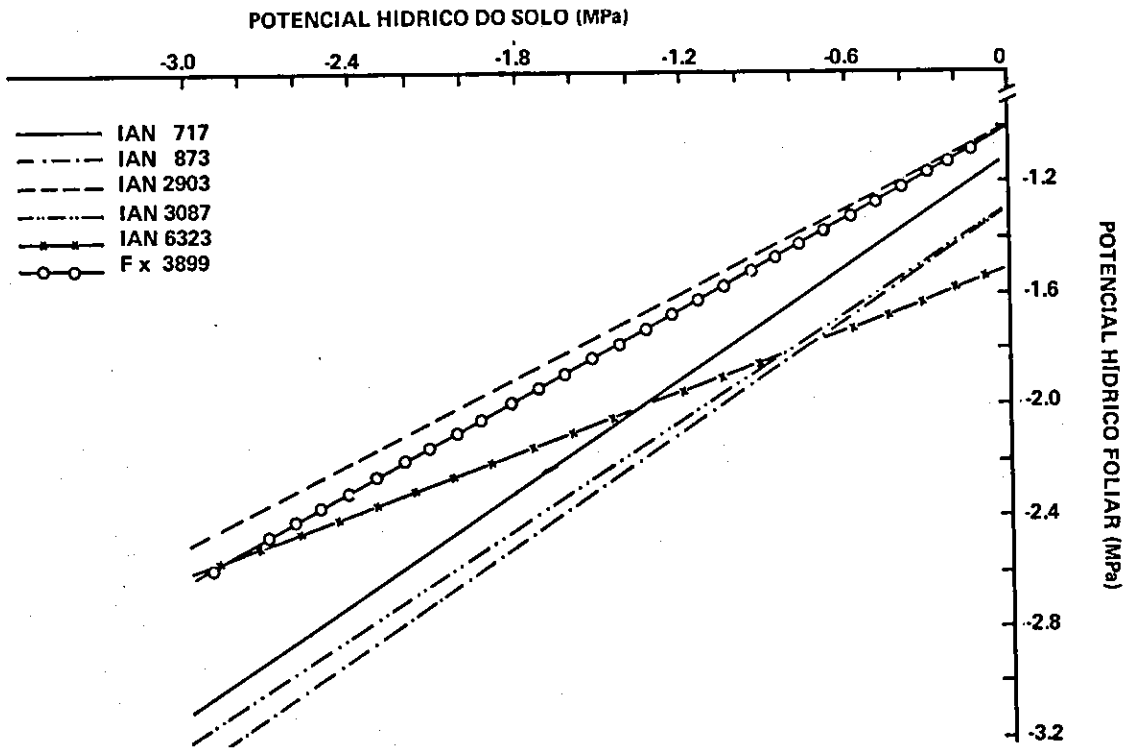


FIG. 1. Potencial hídrico foliar de seis clones de seringueira em relação com as mudanças do potencial hídrico do solo.

IAN 3087 e IAN 873 possuem  $\Psi_f$  menores em plantas túrgidas e murchas quando comparados com Fx 3899 e IAN 2903, pode indicar uma menor capacidade de retenção de água na folha, o que parcialmente é confirmado com os valores da resistência estomática (Fig. 2) e mais claramente com os resultados da transpiração (Fig. 4). O clone IAN 6323 mostrou, porém, um comportamento diferente, "gastando" água quando túrgido e "conservando-a" quando estressado. Assim o confirmam os resultados do  $\Psi_f$ , da resistência estomática e da transpiração. Os valores de  $\Psi_f$  atingidos até o murchamento visível das plantas variam entre -2,5 e -3,2 MPa e são relativamente mais baixos que os encontrados por Resnick & Mendes (1979) no clone Fx 2261, submetidos a três regimes hídricos. Com o decréscimo do  $\Psi_f$ , todos os clones fecharam os seus estômatos, aumentando, conseqüentemente, a resistência estomática ( $R_s$ ) à difusão do vapor de água (Fig. 2).

Verificou-se que o fechamento dos estômatos, em função dos decréscimos do  $\Psi_f$ , começa lentamente com déficits hídricos foliares moderados (Fig. 2). A partir de -1,5 MPa, foi encontrado um notório incremento dos valores da  $R_s$  em todos os clones, com exceção do IAN 6323. Este último atingiu valores de  $R_s$  equivalentes à metade dos demais clones quando submetidos às mesmas intensidades de estresse hídrico. Os resultados de  $R_s$  para IAN 6323 encontram também suporte nos de fotossíntese (Fig. 3) e transpiração (Fig. 4). Além de mostrar a maior taxa fotossintética sob déficit hídrico crescente, o IAN 6323 consegue diminuir a transpiração às mesmas taxas dos outros clones apenas com a metade da  $R_s$ . Este comportamento poderia ser explicado por uma significativa diferença na densidade e tamanho estomático entre o IAN 6323 e os outros clones estudados. Plantas de seringueira apresentam estômatos apenas na epiderme abaxial e a densidade é variável em função

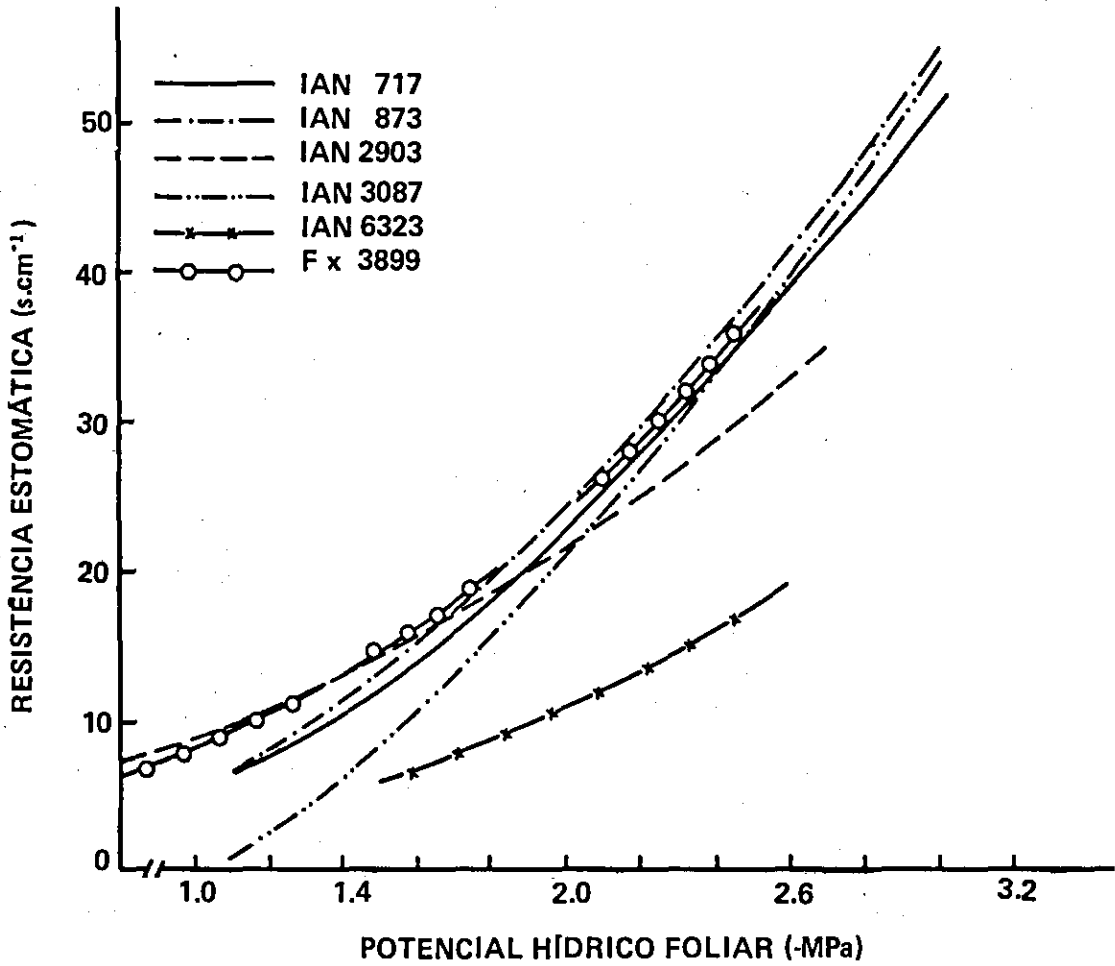


FIG. 2. Variação da resistência estomática em plantas de seis clones de seringueira em relação com potenciais hídricos foliares decrescentes.

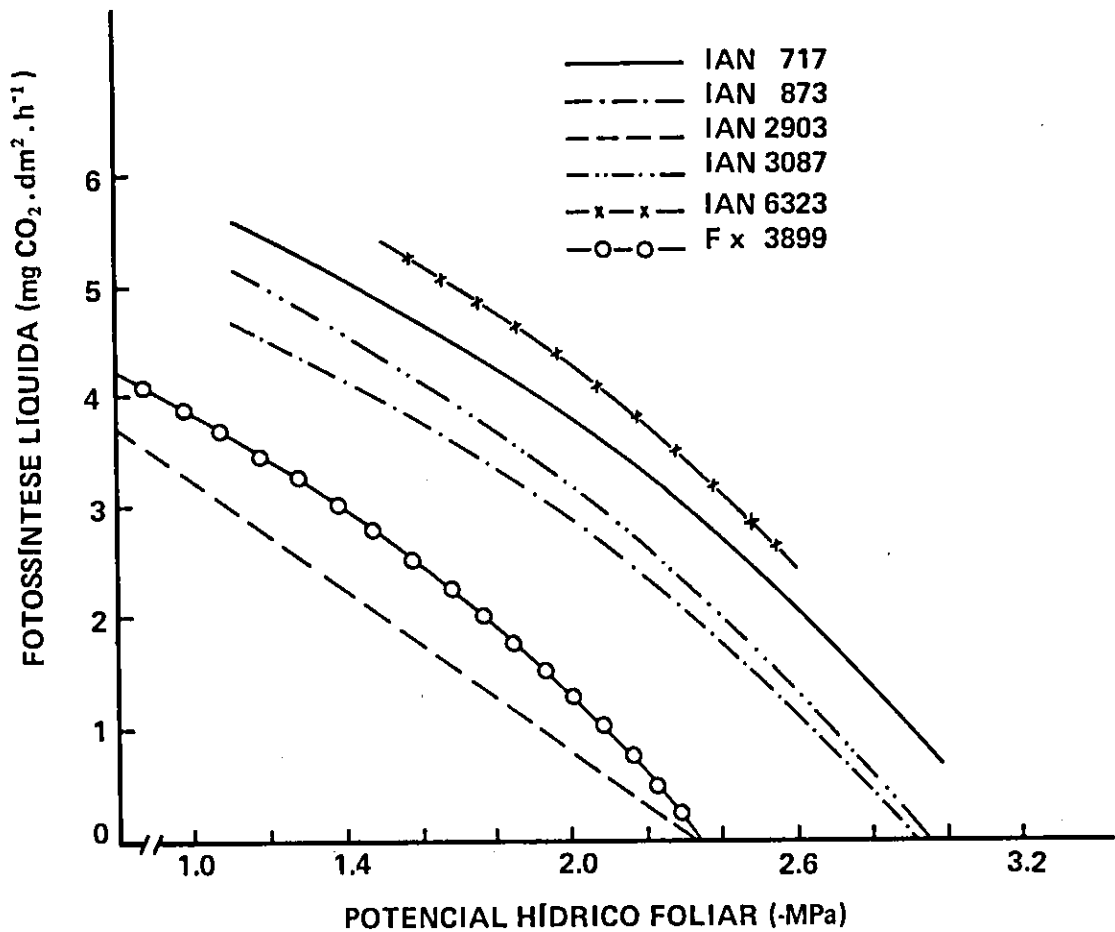


FIG. 3. Fotossíntese líquida em plantas de seis clones de seringueira em função de potenciais hídricos foliares decrescentes.

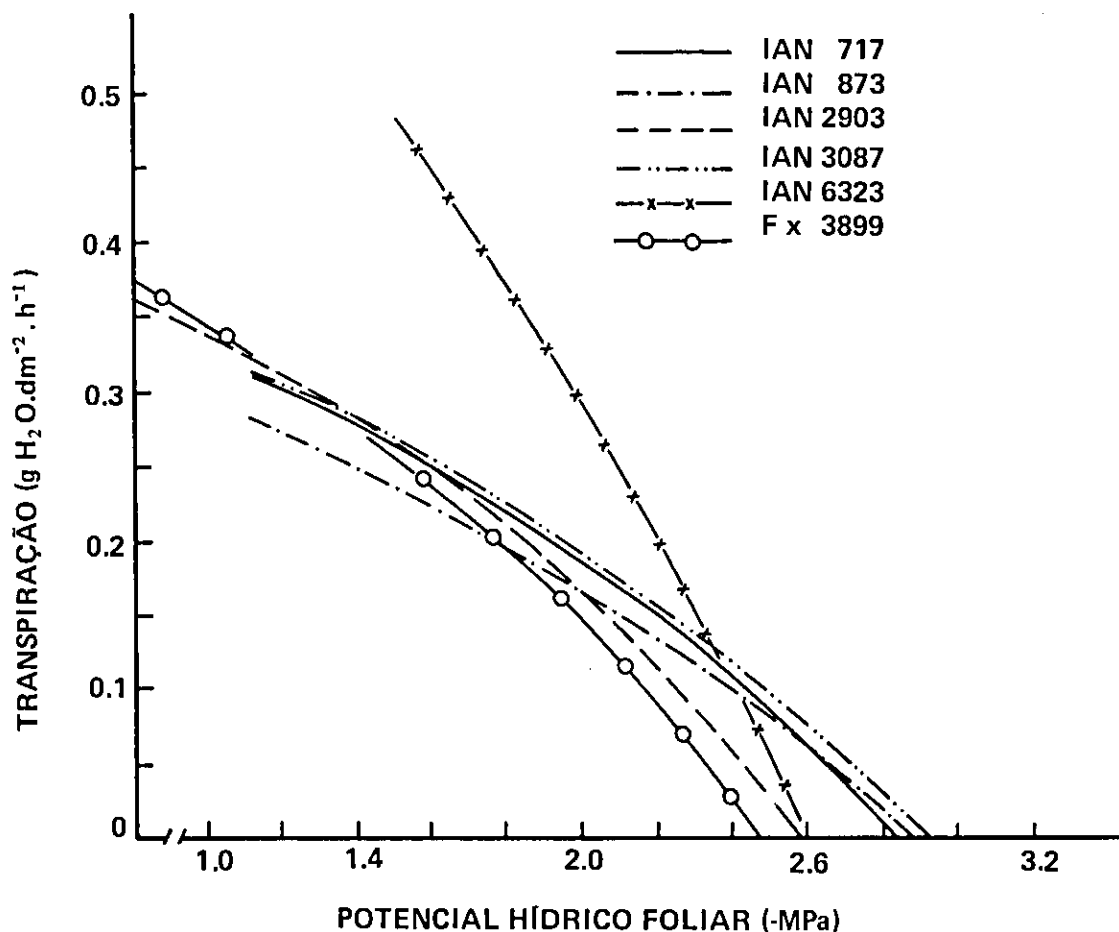


FIG. 4. Transpiração em plantas de seis clones de seringueira submetidas a potenciais hídricos decrescentes.

das espécies e seus híbridos interespecíficos (Senanayake 1969, Senanayake & Saramanayake 1970, Samsuddin 1980, Medri & Lleras 1980, 1981). Os clones IAN 717, IAN 873, IAC 222, Fx 4512, P10 e IAN 6484 apresentam densidade e tamanho estomático variando entre 170 e 590 estômatos. $\text{mm}^{-2}$  e 26 a  $43\mu$ , respectivamente (Medri & Lleras 1980). A densidade e tamanho de estômatos são usualmente correlacionados negativamente. Assim sendo, a velocidade de fechamento dos estômatos é mais importante ao escape à desidratação do que suas diferenças em tamanho e frequência (Kozłowski 1972).

A sensibilidade dos estômatos ao déficit mostrou que para os clones IAN 717, IAN 873, IAN

2903, IAN 3087 e Fx 3899 um  $\Psi_f$  em torno de -1,6 MPa induz o rápido fechamento dos estômatos. Em IAN 6323, o fechamento estomático foi progressivo e não apresentou um  $\Psi_f$  limite para iniciar o processo. Rocha Neto et al. (1983) e Bergonci (1981) encontraram que o Fx 2261, IAN 717 e IAN 873 iniciam o fechamento com 25% de déficit de saturação.

As taxas de fotossíntese líquida ( $P_n$ ) observadas em plantas túrgidas foram 6,7; 6,2; 5,0; 6,5; 5,4 e 4,9  $\text{mg CO}_2 \text{ dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ , respectivamente para IAN 717, IAN 873, IAN 2903, IAN 3087, IAN 6323 e Fx 3899. Esses valores de  $P_n$  estão ligeiramente abaixo dos encontrados por Samsuddin & Impens (1978) para clones malásicos e, por Rocha Neto

et al. (1983) para IAN 717 e IAN 873, quando estudaram plantas túrgidas dos referidos clones. Entretanto, resultados similares foram obtidos com o clone Fx 2261 por Bergonci (1981) e por Pita (1984) em *H. pauciflora*. Ao contrário da resistência estomática à difusão d'água (Fig. 2), as taxas fotossintéticas das plantas submetidas a déficit hídrico conseguiram diferenciar os clones entre si. Os resultados mostraram que as diferenças de  $P_n$  dos clones quando túrgidos, sem grandes modificações, se mantiveram até atingir o ponto de compensação hídrica, isto é, até o  $\Psi_f$  onde a fixação e evolução do  $CO_2$  pela planta se igualam. Os clones IAN 6323, IAN 717, IAN 3087 e IAN 873, cujos pontos de compensação hídrico atingiram os  $\Psi_f$  menores (Fig. 3), foram os que apresentaram as menores reduções de  $P_n$ .

Diferenças significativas nas taxas de  $P_n$  entre genótipos da *Hevea* têm sido observadas, mesmo em plantas túrgidas (Samsuddin & Impens 1978). A resistência interna à difusão de  $CO_2$  é de três a sete vezes maior que a resistência estomática à difusão de  $CO_2$ . Contudo, a resistência interna apresenta pouca variação entre os clones quando comparada com a resistência estomática. Este fato parece explicitar ligeiramente as diferenças nas taxas de  $P_n$  dos clones estudados.

As reduções nas taxas de  $P_n$ , em função dos decréscimos no  $\Psi_f$ , mostraram a mesma tendência observada para IAN 717 e IAN 873 por Rocha Neto et al. (1983) e para Fx 2261 por Bergonci (1981), quando verificaram que  $P_n$  é intensamente reduzida à medida que o déficit hídrico aumenta na folha. Aparentemente, a alta  $R_s$  exibida pelos clones, dificulta a difusão de  $CO_2$  até os sítios de carboxilação.

Em clones malásicos de seringueira, Samsuddin & Impens (1978, 1979a, b), observaram variações na resistência do mesófilo, quando plantas túrgidas foram comparadas, e concluíram que os clones que apresentam maior taxa de  $P_n$  exibem uma resistência do mesófilo três vezes menor do que aqueles com baixo valor de  $P_n$ , ainda que a magnitude da resistência residual estivesse sobrestimada.

O fechamento estomático em plantas sob deficiência hídrica não só impede a perda de água como também influe no balanço térmico reduzindo drasticamente o esfriamento da folha por perda

do calor latente. O resultado pode ser um aumento da temperatura foliar a níveis supra ótimos com previsíveis efeitos sobre os processos reativos e oxidativos do metabolismo do carbono. Estudos relacionando os efeitos do déficit sobre a temperatura foliar e a fotossíntese fazer-se-iam necessários.

O comportamento de T em função de  $\Psi_f$  decrescentes, pode ser visto na Fig. 4. A queda do  $\Psi_f$  afetou marcadamente T, em todos os clones. Entretanto, foi observado que os decréscimos em T foram graduais até  $\Psi_f$  de -1,8 MPa para IAN 717, IAN 873 e IAN 3087, a partir do qual T declinou rapidamente, atingido valores negligíveis em  $\Psi_f$  maior que -2,8 MPa. IAN 2903, IAN 6323 e Fx 3899 mostraram comportamento diferente, reduzindo T abruptamente à medida que decrescia o  $\Psi_f$ . Tal comportamento pode ser explicado tomando-se por base a efetividade que o aparelho estomático oferece à difusão do vapor de água, visto que esses clones apresentaram os menores valores de  $R_s$  (Fig. 2). Em termos comparativos, o clone IAN 6323 mostrou possuir as mais altas taxas transpiratórias. Os valores relativamente menores aos encontrados por Rocha Neto et al. (1983) e Bergonci (1981) podem ser atribuídas à saturação de vapor de água local de cada experimento. Entretanto, a eficiência no uso de água, expressada pela relação  $P_n/T$ , que é máxima segundo Rocha Neto et al. (1983) em plantas túrgidas de IAN 717 e IAN 873, aparentemente não mostrou a mesma tendência no IAN 6323. Embora não seja possível calcular a eficiência a partir de dados experimentais, é possível inferi-la das Fig. 3 e 4, e ela mostra um aumento com a progressão do déficit. Isto parece encontrar fundamento na estabilidade da clorofila durante o estresse (Fig. 5).

Os teores de clorofila foram também alterados pelos decréscimos do  $\Psi_f$ . Verificou-se que o aumento da intensidade do estresse produziu decréscimo gradual no conteúdo de clorofila total, sendo esta redução superior a 50% para os IAN 717 e IAN 873, inferiores a 50%, para os demais clones, no final do período de desidratação. Os menores decréscimos foram observados no IAN 6323.

Em seringueira, Bergonci (1981) observou que os teores de clorofila podem decrescer mesmo em função de déficit hídrico moderado. É possível que o giro da clorofila, ou seja, a relação síntese/

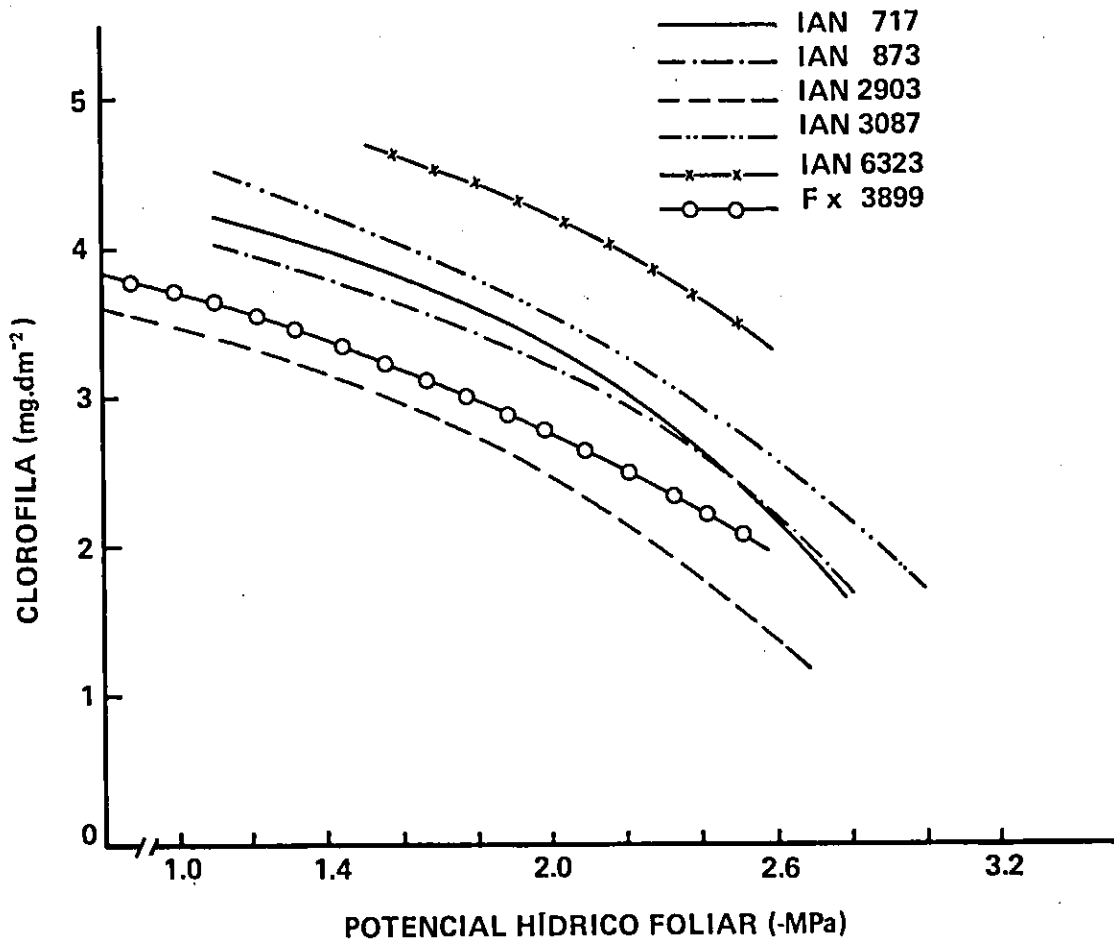


FIG. 5. Teor de clorofila em plantas de seis clones de seringueira submetidas a potenciais hídricos decrescentes.

degradação seja alterada, e decréscimos no  $\Psi_f$  possam provocar redução na taxa de síntese e/ou aumento na taxa de degradação de clorofila. Folhas adultas são mais sensíveis ao déficit e um aumento na taxa de degradação anteciparia a sua senescência (Bourque & Naylor 1971). Segundo Virgin (1965) e Alberte et al. (1975), déficits hídricos não muito acentuados provocam uma redução no conteúdo da clorofila, mais pela inibição da síntese "de novo" que pela degradação dos pigmentos existentes. No presente estudo, verificou-se que, à medida que se intensificou a desidratação, os clones apresentaram-se com folhas cloróticas e ressequidas, sendo que algumas plantas morreram ao final do período em estudo. Notadamente, bai-

xos  $\Psi_f$  induziram a senescência das folhas, o que provavelmente, refletiu em decréscimos no conteúdo de clorofila (Jenkins et al. 1981).

Em conjunto, os resultados da maioria dos clones estudados mostraram as mesmas respostas em face ao estresse, porém com diferente intensidade. A evolução do  $\Psi_f$  mostrou certa relação com o fechamento preventivo dos estômatos e a conseqüente diminuição do fluxo transpiratório, evitando, desta forma, atingir níveis letais de déficit hídrico. A fotossíntese mostrou-se diferencialmente melhor relacionada com os teores de clorofila de cada clone com a resistência estomática. O clone IAN 6323 mostrou os  $\Psi_f$  mais baixos, quando túrgido, o que pode significar uma melhor eficiência nos



processos de absorção e condução da água para a parte aérea. Os baixos valores da  $R_s$  podem estar relacionados com uma alta densidade estomática que, junto aos altos teores de clorofila, justificam as maiores taxas de fotossíntese. Em face do estresse hídrico, os estômatos bloqueiam o fluxo transpiratório, mantendo, porém, altas taxas fotossintéticas, o que pode interpretar-se como uma alta eficiência no uso de água. Estas características indicam ser o clone IAN 6323 o mais promissor para condições de seca entre os clones abordados neste trabalho. Entretanto, outros estudos faze-riam necessários para complementar um processo de seleção de clones promissores. Os resultados mostram apenas que o clone IAN 6323 é fotossinteticamente eficiente sob condições de deficiência hídrica. Algumas perguntas como sobre o crescimento e manutenção dos órgãos fotossintetizados durante o estresse, acúmulo de matéria seca e partição de foto-assimilados sob condições de déficit deveriam ser respondidas. Estes problemas formam parte dos objetivos de um estudo complementar.

### CONCLUSÕES

1. Clones de seringueira apresentam, em face ao déficit hídrico, respostas de diferentes intensidades no potencial hídrico, fotossíntese, transpiração e teor de clorofila.
2. A linearidade da resposta de potencial hídrico foliar em relação ao decréscimo do potencial hídrico do solo mostram uma baixa capacidade de "escape" à seca dos clones estudados.
3. O clone IAN 6323, possui maior tolerância à desidratação, quando comparado com os outros clones. O IAN 717 e IAN 3087 foram, num nível inferior, também resistentes.

### REFERÊNCIAS

- ALBERTE, R.S.; FISCUS, E.L. & NAYLOR, A.W. The effects of water stress on the development of photosynthetic apparatus in greening leaves. *Plant Physiol.*, 55:317-21, 1975.
- ARNON, D. Copper enzymes in isolated chloroplasts; polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.*, 24:1-15, 1949.
- BASTOS, T.X. & DINIZ, T.D.A.S. Clima típico da seringueira. Belém, EMBRAPA - Representação. Estadual Pará, 1975. 12p.
- BERGONCI, J.I. Estudos fisiológicos relacionados com o balanço de  $CO_2$  durante a ontogenia foliar em *Hevea brasiliensis* Muell Arg. Viçosa, UFV, 1981. 53p. Tese Mestrado.
- BOURQUE, D.P. & NAYLOR, A.W. Large effects of small water deficits on chlorophyll accumulation and ribonucleic acid synthesis in etiolated leaves of jack beans (*Canavalia ensiformis* (L) D.C.). *Plant Physiol.*, 47:591-4, 1971.
- CATSKY, J. Water saturation deficits (relative water content). In: SLAVIK, B., ed. *Methods of studying plant water relation*. Berlin, Springer, 1974. p.136-55.
- JENKINS, G.I.; BAKER, N.R. & WOOLHOUSE, H.W. Changes in chlorophyll content acid organization during senescence of the primary leaves of *Phaseolus vulgaris* L. in relation to photosynthetic electron transport. *J. Exp. Bot.*, 32:1009-20, 1981.
- KOZLOWSKI, T.T. Shrinking and swelling of plant tissue. In: KOZLOWSKI, T.T., ed. *Water deficits and plant growth*. New York, Academic Press, 1972. v.3, p.1-64.
- MEDRI, M.E. & LLERAS, E. Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Muell Arg. *Acta amaz.*, 10:463-93, 1980.
- MEDRI, M.E. & LLERAS, E. Comparação anatômica entre folhas de um clone diplóide (IAN 873) e dois clones poliplóides (IAC 207, 222) de *Hevea brasiliensis* Muell Arg. *Acta amaz.*, 11:35-47, 1981.
- MORAES, V.H.F. & BASTOS, T.X. Viabilidade e limitações climáticas para as culturas permanentes, semi-permanentes e anuais, com possibilidade de expansão na Amazônia brasileira; zoneamento agrícola da Amazônia. B. téc. Inst. Pesq. Agropec. N, (54): 13-53, 1972.
- PINHEIRO, F.S.V. Comportamento de alguns clones amazônicos de seringueira (*Hevea* spp.) nas condições ecológicas de Açailândia; resultados preliminares. Viçosa, UFV, 1981. 83p. Tese Mestrado.
- PITA, F.A.O. Ontogenia foliar em plântulas de seringueira (*Hevea* spp.) submetida a dois regimes hídricos. s.l., UFV, 1984. 92p. Tese Mestrado.
- RESNICK, M.E. & MENDES, L.F. Water relations of young potted rubber plant subjected to various degrees of water stress. *R. Theobroma*, 9:185-95, 1979.
- ROCHA NETO, O.G. da; CANO, M.A.O. & TIEBAUT, J.T.L. Eficiência no uso de água em plântulas de seringueira submetidas a déficit hídrico. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 18(4):363-9, abr. 1983.
- SAMSUDDIN, Z. Differences in stomatal density, dimension and conductances to water vapor diffusion in seven *Hevea* species. *Biol. Plant.*, 22:154-6, 1980.
- SAMSUDDIN, Z. & IMPENS, I. Photosynthesis and resistances to carbon dioxide in *Hevea brasiliensis* Muell Arg. clones. *Oecologia*, 37:361-3, 1979a.

- SAMSUDDIN, Z. & IMPENS, I. Photosynthetic rates and diffusion resistances of seven *Hevea brasiliensis* Muell Arg. clones. *Biol. Plant.*, 21:154-6, 1979b.
- SAMSUDDIN, Z. & IMPENS, I. Water vapor and carbon dioxide diffusion resistances of four *Hevea brasiliensis* clonal seedlings. *Exp. Agric.*, 14:173-7, 1978.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREET, E.D. & HEMMINGSEN, E.A. Sap pressure in vascular plants. *Science*, 148:339-46, 1965.
- SENANAYAKE, J.D. & SARAMANAYAKE, P. Intraspecific variation of stomatal density in *Hevea brasiliensis* Muell Arg. *Rubber Res. Inst. Ceylon Q. J.*, 46: 61-8, 1970.
- SENANAYAKE, Y.D.A. Species specific abaxial foliar characteristics of *Hevea benthamiana* Muell Arg., *H. brasiliensis* Muell Arg. and *Hevea spruceana* (Benth) Muell Arg. and their expression in interspecific hybrids. *Rubber Res. Inst. Ceylon Q.J.*, 45:22-31, 1969.
- SISTEMAS de produção para a cultura da seringueira no Estado do Amazonas. Manaus, EMBRAPA/EMBRATER, 1980. 104p. (EMBRAPA/EMBRATER. Boletim, 189).
- VIRGIN, H.I. Chlorophyll formation and water deficit. *Physiol. Plant.*, 18:994-1000, 1965.
- ZUNKER, E. & KREEB, K. Untersuchungen zur potentiometrischen Messung der Photosyntheserate. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, 83:245-57, 1970.