

EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA EM PLÂNTULAS DE SERINGUEIRA SUBMETIDAS A DÉFICIT HÍDRICO¹

OLINTO GOMES DA ROCHA NETO², MARCO ANTÔNIO OLIVA CANO³
e JOSÉ TRACÍSIO L. TIEBAUT⁴

RESUMO - Plântulas de polinização aberta de seringueira (*Hevea* spp.) oriundas dos clones IAN 717 e IAN 873 foram cultivadas em casa de vegetação, com o objetivo de avaliar a produtividade primária, quando submetidas a déficit hídrico crescente, por meio da eficiência no uso de água e da sensibilidade estomática. Foram considerados, como parâmetros de prevenção da seca, a resistência estomática e a taxa transpiratória. Como parâmetros de tolerância, a eficiência no uso de água, as taxas fotossintéticas, o ponto de compensação hídrico e o déficit crítico de saturação. Os menores valores de déficit crítico de saturação foram registrados para as progênies do clone IAN 873, parecendo mostrar menor tolerância a tensões hídricas, em comparação com as progênies do IAN 717. Por meio da relação entre a fotossíntese líquida e as taxas transpiratórias, pôde-se verificar a maior eficiência no uso de água apresentada pelas progênies do clone IAN 717; em teor relativo de água mais baixo, sua eficiência foi maior do que a apresentada pelas progênies do clone IAN 873. As diferenças entre as progênies dos dois clones não foram acentuadas, sob condições hídricas limitantes, podendo-se sugerir que ambos apresentaram maior capacidade de prevenção do que de tolerância à seca.

Termos para indexação: tolerância à seca, sensibilidade estomatal, resistência estomatal, fotossíntese, transpiração.

WATER USE EFFICIENCY IN RUBBER TREE SEEDLINGS SUBJECTED TO WATER DEFICIT

ABSTRACT - Open pollinated seedlings from IAN 873 and IAN 717 rubber tree (*Hevea* spp.) clones grown in greenhouse were subjected to crescent water deficit by the water use efficiency and stomatal sensibility aiming an evaluation of primary productivity. Parameters such as stomatal resistance and transpiratory value were considered as drought avoidance. Water use efficiency, photosynthesis values, water compensation point and water saturation deficit were the parameters utilized in drought tolerance. The lowest values of water deficit saturation were observed in the IAN 873 progeny, suggesting, a lower tolerance to water stress when compared to IAN 717 progeny. A high water efficiency use was observed in the ratio net photosynthesis and transpiratory value in the IAN 717 progeny. On the other hand, when in lower relative content of water, the efficiency was higher when compared with IAN 873 progenies. Differences between both progenies were not stressed under limitant water conditions. In addition, progenies showed a higher prevention capacity than drought tolerance.

Index terms: drought tolerance, stomatal sensibility, stomatal resistance, photosynthesis, transpiration.

INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea* spp.) é uma espécie tropical, típica de regiões de clima quente e úmido, de-

finidos nos tipos climáticos A_f e A_m da classificação de Koeppen; o primeiro caracterizado pela ausência de estação seca, e o segundo, pela presença desta estação, um pouco pronunciada (Bastos & Diniz 1975).

Em áreas da região amazônica, habitat natural da seringueira, as elevadas precipitações pluviométricas e a alta umidade relativa favorecem a incidência e a propagação do fungo *Microcyclus ulei* P. Henn V. Arx, causador do mal-sul-americano-das-folhas, principal entrave para o desenvolvimento da heveicultura no Brasil (Moraes & Bastos 1972). Estes autores sugerem o cultivo da seringueira em regiões com estação seca definida, como medida de escape ao fungo. Aceitando-se esta possibilidade como medida preventiva ao ataque do *M. ulei*, torna-se necessário um maior conhecimen-

- ¹ Aceito para publicação em 9 de fevereiro de 1983. Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, para obtenção de grau de Mestre em Fisiologia Vegetal. Trabalho realizado com a participação financeira do Convênio SUDHEVEA/EMBRAPA, apresentado no III Seminário Nacional da Seringueira, realizado em Manaus, em junho de 1980, promovido pela Superintendência da Borracha.
- ² Eng.º Agr.º, M.Sc. em Fisiologia Vegetal, Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa da Seringueira e Dendê (CNPDS) - EMBRAPA, Caixa Postal 319, CEP 69000 - Manaus, AM.
- ³ Biólogo, Ph.D. em Fisiologia Vegetal, Professor-Adjunto da Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570, Viçosa, MG.
- ⁴ Eng.º Agr.º, M.Sc. em Estatística, Professor da Universidade Federal de Viçosa, MG.

to acerca da resistência e produtividade da seringueira sob condições de limitação de água.

Os trabalhos desenvolvidos até agora em regiões tropicais relacionam, principalmente, a economia hídrica geral da planta com as variações de temperatura, evaporação de água do solo e umidade relativa do ar, afetando a produtividade, durante a sangria (Buttery & Boatman 1976).

Samsuddim & Impens (1978) estudaram, em plantas túrgidas, as diferenças genotípicas de quatro clones de seringueira, em relação às taxas fotossintéticas, resistências difusivas, transpiração e eficiência no uso de água. Observaram a existência de uma hierarquia nas taxas de fotossíntese dos clones e as relacionaram com a resistência residual (resistência do mesófilo + resistência de carboxilação). As taxas transpiratórias não variaram, mas a eficiência no uso de água apresentou diferenças significativas entre os genótipos estudados.

Pode-se admitir, portanto, que a seringueira, como muitas outras espécies, apresente algum mecanismo de resistência às tensões hídricas, que pode ser dos tipos prevenção e/ou tolerância à seca. (Levitt 1972).

Em plantas de seringueira de um ano de idade, submetidas a ciclos de tensão hídrica no solo, observou-se que o potencial hídrico da folha, durante o dia, era regulado pela resistência dos estômatos à difusão de água (Resnik & Mendes 1979). Este fato demonstra que a seringueira apresenta uma alta sensibilidade estomática ao déficit hídrico, podendo, portanto, ser considerada como uma espécie preventiva à perda de água.

O prematuro fechamento estomático, em face de déficits hídricos relativamente suaves, provoca um bloqueio parcial ou total não só à perda de água, como também à entrada de CO_2 . A relação entre a produtividade primária da planta e a perda de água, relação P_n/T , parece ser um bom indicador da produtividade da planta, sob condições hídricas limitantes, quando determinadas sob as mesmas condições (Barrs 1968).

Este trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade primária de plântulas de dois clones de seringueira (IAN 717 e IAN 873), quando submetidos a déficits progressivos de água, por meio de resistência estomática e da eficiência no uso de água,

considerada esta como a relação entre a assimilação líquida de CO_2 e a transpiração.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas plântulas de seringueira (*Hevea* spp.), advindas dos clones IAN 717, com paternos PB 86 x F 4542, e IAN 873, oriundo do cruzamento PB 86 x FA 1717, sendo o primeiro um híbrido interespecífico de *H. brasiliensis* x *H. benthamiana* e o IAN 873 um híbrido intra-específico de *H. brasiliensis*. Os genótipos foram originados de sementes ilegítimas (meio-irmão), provenientes de blocos monoclonais dos referidos clones.

As sementes germinaram em caixas contendo areia. Aproximadamente, três dias após a germinação, foram transplantadas para vasos de cerâmica contendo cerca de cinco litros de solo, cuja análise química revelou um pH de 4,4 (1:2,5) e concentração para P, K, Ca e Mg de 30 ppm, 64 ppm, 1,4 eq. mg/100 g e 0,6 eq. mg/100 g, respectivamente.

As plantas cresceram em casa de vegetação, no período de 15 de janeiro a 15 de maio de 1979. Foram irrigadas regularmente, de modo a manter o solo próximo à sua capacidade de campo.

Os experimentos tiveram início quando as plantas emitiram o segundo surto de lançamentos, utilizando-se para as medições folhas do primeiro lançamento.

A desidratação foi induzida pela diminuição da disponibilidade de água no solo variando-se as quantidades de água e os turnos de rega.

Em plantas túrgidas e desidratadas, foram medidos os seguintes parâmetros: déficit crítico de saturação (DCS); fotossíntese líquida (P_n); taxa transpiratória (T); resistência estomática (r_s) e teor relativo de água (ϕ).

Para a determinação do DCS, utilizou-se o método gravimétrico (Weinberger et al. 1972), tomando-se 36 folíolos uniformes e túrgidos de cada clone. O peso fresco máximo dos folíolos (PF_{max}) foi obtido saturando-os, em câmara úmida, a 30°C , por 24 horas. O peso fresco mínimo (PF_{min}) foi determinado após a indução de níveis de desidratação, entre 30% e 70% do peso fresco máximo. O peso de ressaturação (P_{res}) foi obtido após, novamente, 48 horas em câmara úmida. O peso seco (PS) foi determinado em estufa de ventilação forçada a 75°C , até peso constante.

A medição da taxa fotossintética foi feita por meio do método potenciométrico, em aparelho descrito por Zunker & Kreeb (1970) e adaptado por Castro (1977).

Dois dias antes das medições, as plantas foram escolhidas e transportadas para uma sala de crescimento, com ambiente parcialmente controlado (temperatura de $25 \pm 3^\circ\text{C}$ e umidade relativa em torno de 70%), e mantidas sob uma intensidade luminosa de $1,5 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$, aproximadamente, fornecida por oito lâmpadas fluorescentes de 40 w cada uma, em fotoperíodo de treze horas. Uma hora antes das medições, as plantas foram submetidas à mesma

iluminação anterior, seguindo-se da introdução de uma folha completa, sem destacar, na cubeta de medição. Nesta fase, procurou-se manter a folha completamente espalmada e com a fase abaxial voltada para a fonte luminosa.

Durante as medições da fotossíntese, a intensidade luminosa foi de $30 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$, a temperatura foi mantida em $26 \pm 2^\circ\text{C}$ e a concentração de CO_2 no ar variou entre 300 ppm e 360 ppm. A velocidade do fluxo de ar no circuito foi ajustada para 0,3 litro por minuto, aproximadamente. O aquecimento foi parcialmente reduzido com o uso de um filtro de água de 4 cm de espessura, aproximadamente, colocado entre a fonte luminosa e a cubeta de medição. Durante todas as medições, a temperatura da solução indicadora de pH foi mantida a 25°C . Para o cálculo da fotossíntese líquida (P_n) foram feitas as correções de pressão barométrica, volume do circuito e temperatura, conforme Sestak et al. (1971).

A perda de água pelos folíolos foi determinada gravimetricamente, sendo tomados, de cada planta, os folíolos opostos aos utilizados anteriormente para a fotossíntese.

Os folíolos, após serem destacados e pesados individualmente, foram introduzidos na cubeta de medição, onde, por dois minutos, tiveram o mesmo tratamento (iluminação, temperatura e circulação de ar) dado às plantas durante as medições de fotossíntese. Em seguida, foram novamente pesados. As diferenças de peso relacionadas com a área foliar foram utilizadas para o cálculo da taxa transpiratória (T). Sob as mesmas condições, mediu-se a evaporação de água através de uma superfície livre (disco de Piché), durante as medições de transpiração. Com base nas taxas transpiratórias das folhas e na evaporação da superfície livre, calculou-se a transpiração relativa para as plântulas de ambos os clones.

A resistência estomática r_s ao vapor de água foi medida com um porômetro de difusão Lambda LI-60. Utilizou-se a câmara adaptada por Kanemasu et al. (1969), segundo o método descrito por Wallihan (1964). Nesta medição, foram utilizados os mesmos folíolos anteriormente usados nas medições de fotossíntese, tomando-se sempre a mesma região e evitando-se os bordos e a nervura central. Durante as determinações, procurou-se manter a face abaxial dos folíolos voltada para a fonte luminosa, mantendo-se as mesmas condições ambientais utilizadas nas determinações anteriores.

Por intermédio das equações de regressão, obtidas para os valores de P_n e T, calculou-se o ponto de compensação hídrico (PCH) e a eficiência no uso de água (E). Para o cálculo da eficiência no uso de água, tomaram-se quinze valores P_n/T , distribuídos no intervalo de 95% de teor relativo de água, até o ponto de compensação hídrico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos valores de DCS, procurou-se estabelecer a quantidade máxima de água que as plântulas dos dois clones poderiam perder, em relação

ao seu estado túrgido, conservando, ainda, a capacidade de recuperação, quando as condições hídricas do solo são restabelecidas.

A capacidade de ressaturação das folhas das progênies de IAN 717 e IAN 873, após serem submetidas a déficits hídricos controlados, é mostrada na Fig. 1.

A desidratação máxima tolerada por planta de seringueira, neste experimento, foi de 51,4% e 58,4% para as plântulas dos clones IAN 873 e IAN 717, respectivamente. Tais percentagens são compatíveis com os valores obtidos por Stocker (1956), para plantas mesófilas, e indicam que o maior valor de DCS apresentado pelos progênies do clone IAN 717 lhe confere maior tolerância à perda do que aquelas do IAN 873.

Os valores de DCS obtidos neste experimento indicam apenas a capacidade de reidratação do protoplasma, quando sujeito a déficit hídrico, servindo somente como referência para uma comparação com outros parâmetros mais sensíveis ao déficit, como fotossíntese e transpiração.

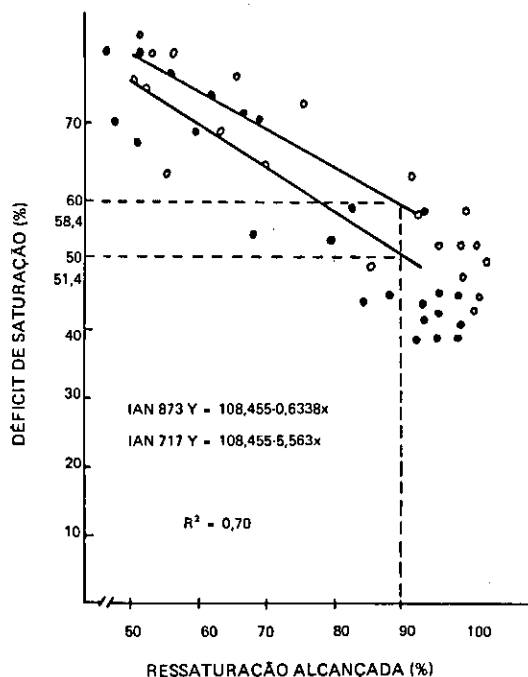


FIG. 1. Déficit crítico de saturação de "SEEDLINGS" IAN 717 e IAN 873.

Os resultados obtidos para r_s estão apresentados na Fig. 2. Pode-se observar que os menores valores de resistência estomática difusiva ao vapor de água, medidos para as plântulas dos dois clones, foram obtidos em plantas túrgidas ($\phi \pm \pm 95\%$); todavia, mesmo nestas condições, as plantas do IAN 873 apresentaram valores mais altos de resistência ($7 \pm 2 \text{ s} \cdot \text{cm}^{-1}$) do que as de IAN 717 ($4,5 \pm 2 \text{ s} \cdot \text{cm}^{-1}$). Estes valores parecem bastante elevados, quando comparados com a r_s observada em algumas plantas mesófitas (Gale & Poljakoff-Mayber 1968). Entretanto, a espessa camada cuticular apresentada por plantas de seringueira (Medri, comunicação pessoal) parece justificar plenamente os resultados obtidos.

O aumento de r_s apresentou a mesma tendência para os genótipos dos dois clones, à medida que a desidratação da folha foi aumentando; contudo, os genótipos do IAN 873 mostraram-se dotados de maior sensibilidade estomática ao déficit hídrico, haja vista que para esta população a r_s aumentou significativamente em teores de água mais elevados.

Em teores relativos de água inferiores a 75%, observou-se um acentuado aumento da r_s nos dois conjuntos de plântulas, atingindo, muitas vezes, valores superiores a $100 \text{ s} \cdot \text{cm}^{-1}$. Estas observações estão de acordo com Sionit & Kramer (1976) que,

para soja e girassol, verificaram um aumento gradual na r_s à medida que o déficit hídrico evoluiu, até que um ponto crítico é atingido, quando a resistência aumenta rapidamente. Este ponto crítico, provavelmente, está ligado a um efeito de retroalimentação, ocasionado pelo aumento na concentração de ácido abscísico no mesófilo na folha e seu transporte até as células guardas, através da corrente transpiratória, provocando o fechamento ativo dos estômatos (Raschke 1975, Zabadal 1974).

Em plantas adultas de seringueira, tem sido observado que o diâmetro do tronco e a pressão de turgescência para a expulsão do látex, durante a sangria, são dependentes do estado de turgidez da planta. Ambos aumentam durante a noite e diminuem durante o dia, sendo estas oscilações correlacionadas com vários fatores, entre os quais, o déficit hídrico foliar e a abertura estomática (Buttery & Boatman 1976).

Na Fig. 3 estão representadas as taxas de P_n , obtidas para as plantas túrgidas e desidratadas, de IAN 717 e IAN 873, respectivamente.

Sob condições de turgidez plena ($\phi = \pm 95\%$), as progênies do clone IAN 717 exibiram maiores taxas de fotossíntese líquida ($9,5 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$), do que o clone IAN 873 ($7,0 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$). Estes resultados estão de acordo com

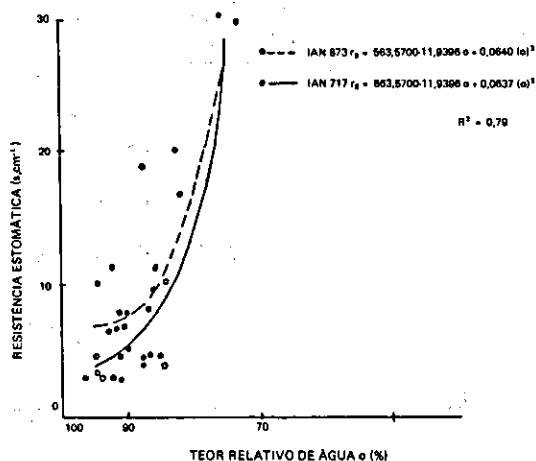


FIG. 2. Resistência estomática (r_s) em função do teor relativo de água (a) de "SEEDLINGS" IAN 717 e IAN 873.

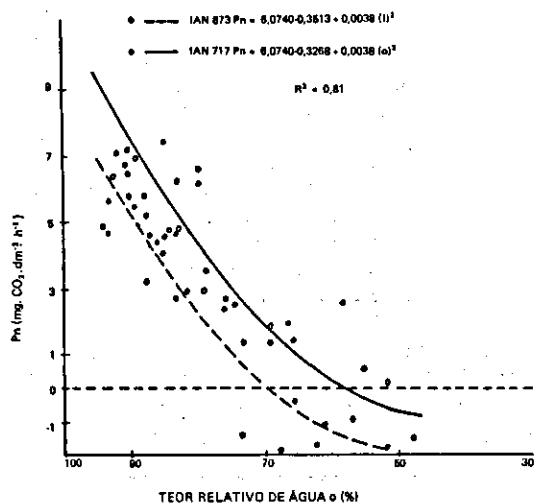


FIG. 3. Efeito do déficit hídrico sobre P_n de "SEEDLINGS" IAN 717 e IAN 873.

os obtidos por Samsuddim & Impens (1978) que encontraram para plantas túrgidas de seringueira, clone PB₅/51 e GT₁, taxas fotossintéticas de 7,5 mg CO₂ · dm⁻² · h⁻¹ e 8,5 mg CO₂ · dm⁻² · h⁻¹, respectivamente.

As taxas de fotossíntese, tanto no IAN 717 como no IAN 873, decaíram, num curto intervalo de teor relativo de água, à medida que o déficit hídrico aumentou na folha. Para o IAN 873, o PCH ocorreu em teor relativo de água mais alto ($\phi = 70\%$) do que o verificado para o IAN 717 ($\phi = 50\%$). Esse decréscimo de P_n como de T (Fig. 3 e 4), quando o déficit hídrico aumentou, parece ter como causa o fechamento estomático.

Nos clones estudados, é possível que o déficit hídrico foliar e a diminuição da transpiração tenham provocado um excessivo aquecimento dos folíolos, concorrendo, deste modo, para a queda das taxas de fotossíntese líquida.

De um modo geral, parece que o movimento estomático, em resposta ao estado hídrico das folhas, foi o principal controlador da troca de CO₂, determinando, deste modo, as taxas de fotossíntese líquida obtidas.

Os efeitos dos déficits hídricos progressivos sobre T em IAN 717 e em IAN 873 são mostrados na Fig. 4. Para os descendentes dos dois clones, a redução de T se deu em uma função exponencial, à medida que o déficit hídrico se fez sentir nos folíolos. Em ambos os casos observou-se uma acentuada diminuição da transpiração em teor relativo de água de 80%, aproximadamente.

Em seringueira, pode-se observar que as plantas, quando túrgidas, apresentaram taxas transpiratórias aparentemente elevadas, parecendo mostrar que, nestas condições, ela se apresenta como uma espécie consumidora de água. Entretanto, estes valores representam, apenas, cerca de 15 a 20% da taxa de evaporação de uma superfície livre, determinada sob as mesmas condições, proporcionando uma transpiração relativa consideravelmente baixa (Fig. 4). Este fato deve estar relacionado com a espessa camada cuticular que a seringueira apresenta, bem como com o fechamento estomático prematuro observado nas plantas, indicando um comportamento preventivo aos primeiros sintomas de déficit hídrico.

Sob déficit hídrico acentuado ($\phi = 50\%$), verifi-

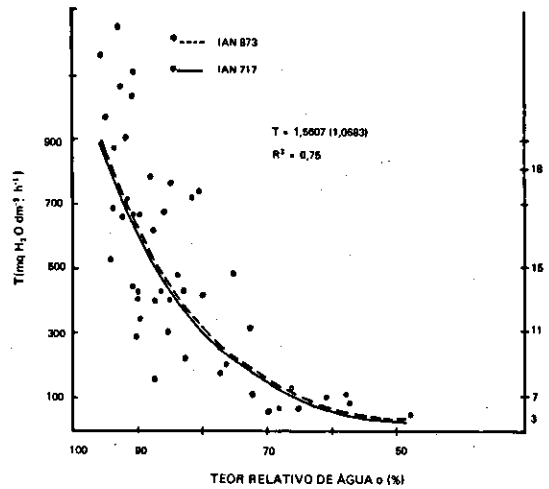


FIG. 4. Efeito do déficit hídrico sobre a transpiração de "SEEDLINGS" IAN 717 e IAN 873.

cou-se um estacionamento na taxa transpiratória das plântulas dos dois clones, em valores muito baixos, sendo a sua manutenção provavelmente controlada pela resistência cuticular. As folhas de seringueira apresentam uma epiderme superior dotada de células bem unidas, sem espaços intercelulares, e com uma fina camada protetora de cutina. Esta estrutura é aparentemente adaptada para prevenir a face abaxial da folha quanto a condições ambientais adversas (Bobilioff 1923).

Os valores de eficiência no uso de água, relativos às plântulas dos clones IAN 717 e IAN 873, foram obtidos a partir da relação P_n/T, e estão representados na Fig. 5.

Os resultados mostram que plantas do clone IAN 717 apresentaram-se mais eficientes na utilização de água do que as do IAN 873, porquanto, com menor teor relativo de água, mostraram maior eficiência no uso de água. Isto, em parte, se deve às maiores taxas fotossintéticas apresentadas pelo IAN 717, mesmo quando a troca gasosa foi diminuída pelo fechamento parcial dos estômatos, ocasionado pelo déficit de água na folha. Por esse motivo, Kriedman (1971) concluiu que a contribuição da resistência estomática no processo transpiratório, quando o déficit hídrico aumenta, é mais relevante do que a difusão de CO₂, sendo, portanto, o principal fator condicionante de maior eficiência no uso de água de certas espécies.

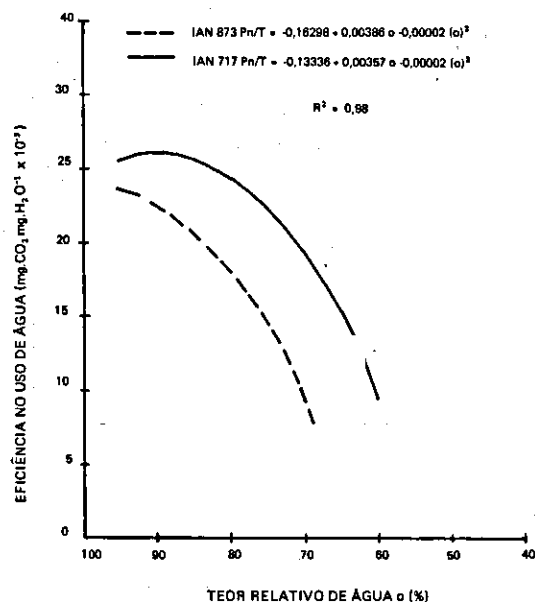


FIG. 5. Efeito do déficit hídrico sobre a eficiência no uso de água de "SEEDLINGS" IAN 717 e IAN 873.

A relação P_n/T caracteriza o tipo de prevenção ao déficit apresentada por algumas espécies (Levitt 1972). Sob condições de déficit hídrico, altos valores na relação P_n/T são característicos de espécies conservadoras de água, enquanto valores baixos indicam que se trata de uma espécie consumidora.

Alguns trabalhos mostram que, para certas espécies, a relação P_n/T se manteve constante em uma grande faixa de potencial hídrico, indicando que a resistência estomática controla ambos os processos, em um mesmo grau (Janes 1973, Barrs 1968).

Os resultados obtidos por Samsuddim & Impens (1978) indicam que a variação na resistência do mesófilo em clones de seringueira é fator de grande importância, para maior ou menor eficiência no uso de água.

Em ambos os clones de seringueira, os maiores valores da relação P_n/T ocorreram em plantas túrgidas, mostrando que a capacidade fotossintética das plantas é máxima apenas sob estas condições, e que pequenas variações no teor relativo de água das folhas provocam uma diminuição na transpiração, como na fotossíntese.

Estes resultados contrastam com os de Teixeira

(1978) que observou, em algumas espécies de leguminosas, maiores valores da relação P_n/T em teor relativo de água de 70%, aproximadamente. Pode-se relacionar este fato com a tolerância apresentada por essas espécies, mostrando que a queda das taxas transpiratórias, atribuída ao déficit hídrico, não foi acompanhada pela diminuição da fotossíntese líquida.

Deste modo, pode-se dizer que as progênies de ambos os clones de seringueira mostraram-se preventivas à perda de água, quando túrgidas, mas pouco tolerantes à medida que o déficit hídrico aumentava.

CONCLUSÕES

1. Plântulas do clone 717 túrgidas apresentaram maiores eficiências fotossintéticas e no uso de água, comparadas com as de IAN 873.

2. Quando submetidos a déficit hídrico, IAN 717 mostrou as menores depressões nas taxas fotossintéticas e transpiratórias e, conseqüentemente, uma maior eficiência no uso de água com baixos teores relativos de água.

3. O clone IAN 873, entretanto, apresentou uma maior resistência estomática à difusão da água, quando túrgido e sob condições de déficit hídrico.

4. Também o clone IAN 873 atingiu o menor valor de déficit crítico de saturação.

REFERÊNCIAS

- BARRS, H.D. Effect of cyclic variations in gas exchange under constant environmental conditions on the ratio of transpiration to net photosynthesis. *Physiol. Plant.* 21:918-22, 1968.
- BASTOS, T.X. & DINIZ, T.D.A.S. Clima típico da seringueira. Belém, EMBRAPA-Representação Pará, 1975. 19p.
- BOBILIOFF, W. *Anatomy of Hevea brasiliensis* (C. Yampolsky, transl.) Orell. Zurich, Fussli. 1923. 150p.
- BUTTERY, B.R. & BOATMAN, S.G. Water deficit and flow of latex. In: KOZLOWSKI, T.T. *Water deficit and plant growth*. New York, Academic Press, 1976. v.4, p.233-89.
- CASTRO, T.A.P. Efeito de déficit hídrico sobre a fotossíntese e respiração em *Phaseolus vulgaris*, L. e *Phaseolus bracteolatus*, D.C. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1977. 38p. Tese Mestrado.
- GALE, J. & POLJAKOFF-MAYBER, A. Resistances to the diffusion of gas and vapor in leaves. *Physiol. Plant.*, 21:1170-6, 1968.

- JANES, B.E. Variations in transpiration, net CO₂ assimilation and leaf water potential of paper plants produced by changes in the root and top environment. In: SLATYER, R.O. Plant responses to climatic factors. Proc. Uppsala Symp. Paris, p.193-99. 1973.
- KANEMASU, E.T.; TRURTELL, G.W. & TANNER, C.B. Design, calibration and field use of a stomatal diffusion porometer. *Plant Physiol.*, 44:881-5, 1969.
- KRIEDMAN, P.E. Photosynthesis and transpiration as a function of gaseous diffusive resistances in orange leaves. *Physiol. Plant.*, 24:218-25, 1971.
- LEVITT, J. Responses of plants to environmental stress. New York, Academic Press, 1972. 697p.
- MORAES, V.H.F. & BASTOS, T.X. Viabilidade e limitações climáticas para as culturas permanentes, semipermanentes e anuais, com possibilidade de expansão na Amazônia. In: INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE, Belém, PA. Boletim Técnico. Belém, 1972. p.123-53. (Boletim Técnico, 54).
- RASCHKE, K. Stomatal action. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 26:309-40, 1975.
- RESNIK, M.E. & MENDES, L.F. Water relations of young potted rubber plants subjected to various degrees of water stress. *Theobroma*, 9(4):185-95, 1979.
- SAMUDDIM, Z. & IMPENS, I. Water vapor and carbon dioxide diffusion resistance of four *Hevea brasiliensis* clonal seedlings. *Exp. Agric.*, 14:173-7, 1978.
- SESTAK, Z.; JARVIS, P.G. & CATSKY, J. Criteria for selection of suitable methods. In: SESTAK, Z.; JARVIS, P.G. & CATSKY, J. Plant photosynthetic production. Manual of methods. Hague, W. Junk N.V. Publishers 1971. p.1-38.
- SIONIT, N. & KRAMER, P.J. Water potential and stomatal resistance of sunflower and soybean subjected to water stress during various growth stages. *Plant Physiol.*, 58:537-40, 1976.
- STOCKER, O. Die DURRERESISTENZ. In: ENCYCLOPEDIA OF PLANT PHYSIOLOGY. Berlin, Goettinger Heidelberg, Springer-Verlag, 1956. vol. III: VI-D, 727p.
- TEIXEIRA, J.B. Efeito do déficit hídrico sobre a fotossíntese, a respiração, a transpiração e a eficiência no uso de água em seis espécies de leguminosas forrageiras. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1978. 38p. Tese Mestrado.
- WALLIHAN, E.F. Modification and use of an electric hygrometer for estimating relative stomatal aperture. *Plant Physiol.*, 43:208-14, 1964.
- WEINBERGER, P.; ROMERO, M. & OLIVA, M.A. Ein methodischer Beitrag zur Bestimmung des subletalen (kritischen) Wassersättigungsdefizits. *Flora*, 161: 555-61, 1972.
- ZABADAL, T.J. A water potential threshold for the increase of ABA in leaves. *Plant Physiol.*, 53:125-7, 1974.
- ZUNKER, E. & KREEB, K. Untersuchungen zur potentiometrischen Messung der Photosyntheserate. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, 83:245-57, 1970.