

RELAÇÕES ENTRE O DÉFICIT HÍDRICO E ALGUNS PROCESSOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS EM QUATRO CLONES DE SERINGUEIRA.

Ana Francisca Fernandes Corrêa (*)

Guido Ranzani (**)

Luiz Gonzaga Rebouças Ferreira (***)

RESUMO

No presente trabalho estudou-se a variação da resistência difusiva estomática, teor de prolina livre e clorofila total durante um período de cinquenta dias após a suspensão da rega em clones jovens de seringueira, IAC 222, IAN 717, IAN 873 e IAN 6484, visando-se avaliar suas resistências à seca. A tolerância ao déficit hídrico foi determinada através da resistência difusiva estomática e pelo acúmulo de prolina livre. Também avaliou-se o efeito de déficit hídrico sobre o teor de clorofila total. O clone IAN 873 apresentou os mais altos valores da resistência estomática e de prolina livre, enquanto o teor de clorofila decresceu com o déficit hídrico. O clone IAN 717, comparado aos demais, mostrou baixa resistência estomática e o menor acúmulo de prolina livre, porém manteve alto teor de clorofila durante quase todo o período experimental. Os resultados sugerem que prolina livre é um parâmetro mais indicador do nível de hidratação do tecido do que de resistência à seca em seringueira. O clone IAN 873 foi o que sofreu maior desidratação. O clone 717 manteve os tecidos mais hidratados, sendo provavelmente o mais resistente.

INTRODUÇÃO

A região Amazônica apesar de constituir um habitat natural para a seringueira, possui uma distribuição irregular de chuvas. Além disto, a retenção de umidade do solo é baixa (Wambeke, 1978) e as variações diárias de temperatura, umidade relativa do ar e evaporação de água do solo afetam a produtividade da seringueira (Buttery & Boatman, 1976).

O déficit hídrico no solo e/ou altas taxas transpiratórias, na maioria dos casos, causam reduções no teor de água das plantas. Como este é um parâmetro essencialmente dinâmico, seu decréscimo pode ocasionar alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas

(*) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus - AM.

(**) Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina - DF.

(***) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE.

de profundidade e folhas inteiramente expandidas do último lançamento. Nas amostras de terra foram determinados os conteúdos de umidade por método gravimétrico (Figura 1). E das folhas, foram retirados discos foliares de 0,8 cm de diâmetro, excluindo as nervuras principais, para a determinação do teor de clorofila e de prolina pelo método de Messer (1961) modificado por Rena & Masciotti (1976) e o teor de clorofila segundo Steffens *et al.* (1976), sendo os resultados obtidos através das equações propostas por Arnon (1949).

A resistência difusiva estomática foi medida com um porômetro de resistência difusiva "LAMBDA LI-60" com sensor horizontal adaptado por Kanemasu *et al.* (1969), segundo o método descrito por Wallihan (1964). As medidas foram feitas sempre na mesma região foliar, evitando-se a nervura central e os bordos dos folíolos, com a folha em sua posição normal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra que a resistência difusiva estomática aumentou em função do déficit hídrico, para todos os clones estudados; sendo que os clones IAN 873 e IAN 6484 apresentaram o mesmo tipo de curva, diferindo estatisticamente somente até o 10^o dia de seca (Tabela 2). Os clones IAC 222 e IAN 717 mostraram o mesmo tipo de comportamento apesar da intensidade de suas respostas, terem sido estatisticamente diferentes nos dez primeiros dias e também no trigésimo dia.

Observa-se também que os clones IAC 222 e IAN 717 comparados aos demais (Tabela 2) tiveram aumento de resistência difusiva estomática significativamente menor até o 20^o dia de seca, passando a aumentar rapidamente a partir deste período. Ao contrário destes, os clones IAN 873 e IAN 6484 aumentaram rapidamente desde os primeiros dias de déficit hídrico. Isto sugere que a resistência estomática para os primeiros clones se eleva gradualmente até um valor crítico de déficit hídrico, a partir do qual aumenta rapidamente, concordando com os resultados de Rocha Neto (1979) e Conceição (1983).

A sensibilidade a este valor crítico é variável não só de espécie para espécie (Begg & Turner, 1976) entre espécies (Shimshi & Ephrat, 1973) mas também, em particular, para os clones de Hevea (Samsuddin, 1978).

Esta diferença de sensibilidade pode ser ocasionada por fatores morfológicos como densidade, tamanho estomático e espessura cuticular, os quais foram observados ser variáveis para os clones estudados (Medri, 1980).

A Figura 3 mostra os valores médios observados do acúmulo de prolina livre dos tecidos foliares em quatro clones de seringueira durante o período de cinquenta dias de déficit hídrico. Este acúmulo considerado como uma medida de tolerância à seca (Levitt, 1980), também foi observado em feijão (Arcay & Rena, 1977; Sawazaki *et al.*, 1981), arroz (Madruga & Rena, 1977); algodão (Ferreira *et al.*, 1979) e em cacau (Rodrigues *et al.*, 1982).

Dentre os clones estudados o IAN 873 foi o que respondeu mais tardiamente para o acúmulo de prolina livre, ou seja, ao 20^o dia de seca era o que apresentava menor teor. Entretanto ao 50^o dia o teor de prolina acumulado em seus tecidos foliares era aproxima

damente 8 vezes superior ao do IAN 717, ficando os clones IAC 222 e IAN 6484 em posições intermediárias.

O fato do clone IAN 873 ter apresentado valores médios mais altos de prolina e resistência estomática (Tabela 2), e os clones IAC 222 e IAN 717 os mais baixos sugere uma relação entre o acúmulo de prolina e sensibilidade estomática em plantas tolerantes à seca. Provavelmente, o elo de ligação entre estes dois parâmetros deve-se ao aumento da síntese de ácido abscísico em folhas de plantas sob déficit hídrico. Pois é sabido que o mesmo induz tanto o fechamento de estômatos (Raschke, 1975), como o acúmulo de prolina (Aspinall & Paleg, 1981). Este último, talvez porque o ácido abscísico estimule a síntese de prolina a partir do glutamato (Buhl & Stewart, 1983). Entretanto, com o clone IAN 6484 não aconteceu o mesmo, pois sua resistência estomática foi bastante elevada, *enquanto que o teor de prolina foi baixo. Mas como este clone é um híbrido (H. brasiliense x H. pauciflora)*, no qual a característica de acumular prolina, sob condições de déficit hídrico, pode ter sido perdida.

A Figura 4, mostra a variação do teor de clorofila em função dos dias de seca. O clone IAN 717, manteve o teor de clorofila significativamente mais alto em relação aos demais, durante quase toda a fase experimental (Tabela 2). Provavelmente, isto se relaciona com os valores de resistência estomática (Figura 2) e teores de prolina (Figura 3) apresentados por esse clone, significativamente mais baixos, quando comparados ao do IAN 873, sugerindo que esse clone foi o que manteve seus tecidos menos desidratados.

Já o clone IAN 873 apresentando maior magnitude de decréscimo de clorofila e de aumento do teor de prolina livre, parece ter sofrido senescência precoce devido ao déficit hídrico, uma vez que sua resistência estomática foi alta.

Esta idéia é reforçada pelo fato de que o α -ceto-glutarato, composto sugerido como precursor de clorofila (Mellers *et al.*, 1975), é um metabólito intermediário das vias biossintéticas de prolina e do ácido Δ -aminolevulínico (Bengtson *et al.*, 1978).

Portanto, o déficit hídrico favorece o acúmulo de prolina inibindo o metabolismo do ácido Δ -aminolevulínico, o qual se acumula e afeta a regeneração da protoclórofila, causando conseqüentemente, um decréscimo no teor de clorofila.

O clone IAC 222 demonstrou ser bastante sensível ao déficit hídrico, devido o maior decréscimo no teor de clorofila, embora a resistência difusiva estomática tenha sido baixa e o teor de prolina tenha acumulado posição intermediária em relação aos demais clones.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos pode-se concluir que:

1. O teor de prolina livre reflete mais os níveis de desidratação dos tecidos do que uma característica de resistência à seca em seringueira.

2. O clone IAN 873 apresentou os maiores valores de resistência difusiva estomática e de acúmulo de prolina, evidenciando, portanto, maior desidratação. Também sofreu

senescência precoce como consequência do decréscimo no teor de clorofila.

3. O clone IAN 717 mostrou resistência difusiva estomática baixa em relação ao IAN 873, o mais baixo acúmulo de prolina e o mais alto teor de clorofila durante quase todo período experimental, devido os seus tecidos terem permanecido mais hidratados, sendo provavelmente o mais resistente à seca.

4. Os clones IAC 222 e IAN 6484 não apresentaram boa correlação entre os três parâmetros estudados, merecendo, portanto, serem melhor avaliados.

SUMMARY

This study investigates changes in the stomatal diffusive resistance, free proline level, and total chlorophyll in clones IAC 222, IAN 717, IAN 873 and IAN 6485 of young rubber trees evaluating their drought resistance by measuring these parameters during fifty days of drought.

Water deficit prevention was determined by stomatal resistance; and tolerance was measured by the accumulation of free proline. The effect of water deficit on total chlorophyll level was also ascertained.

Clone IAN 873 showed the highest stomatal diffusive resistance and free proline level; whereas, total chlorophyll decreased with water deficit.

Clone IAN 717 showed low stomatal diffusive resistance and free proline level, but maintained a high level of chlorophyll during almost the whole experimental period.

The results suggest that the free proline level reflects tissue hydration rather than drought resistance in rubber trees. Clone IAN 873 suffered highest dehydration. Clone IAN 717 maintained more hydrated tissues and was thus the most resistant.

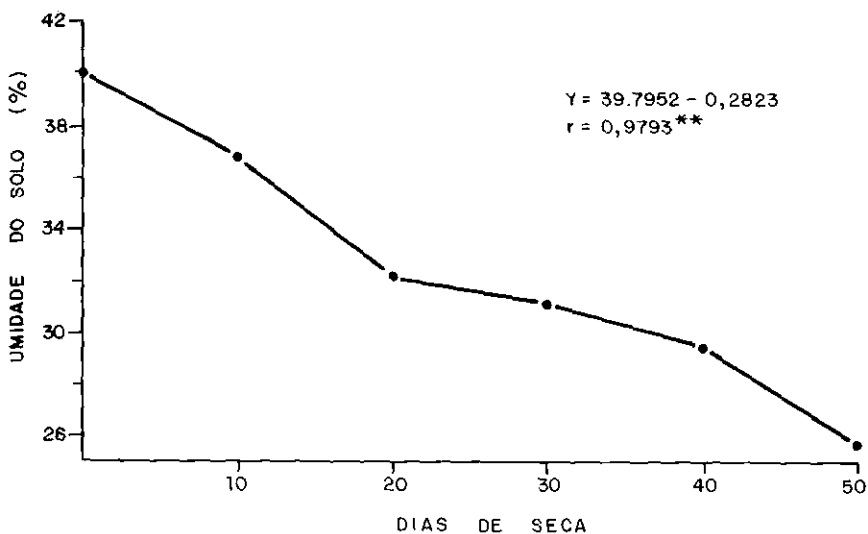


Fig. 1. Variação da umidade do solo (%) em função dos dias de seca. Relações entre o déficit hídrico ...

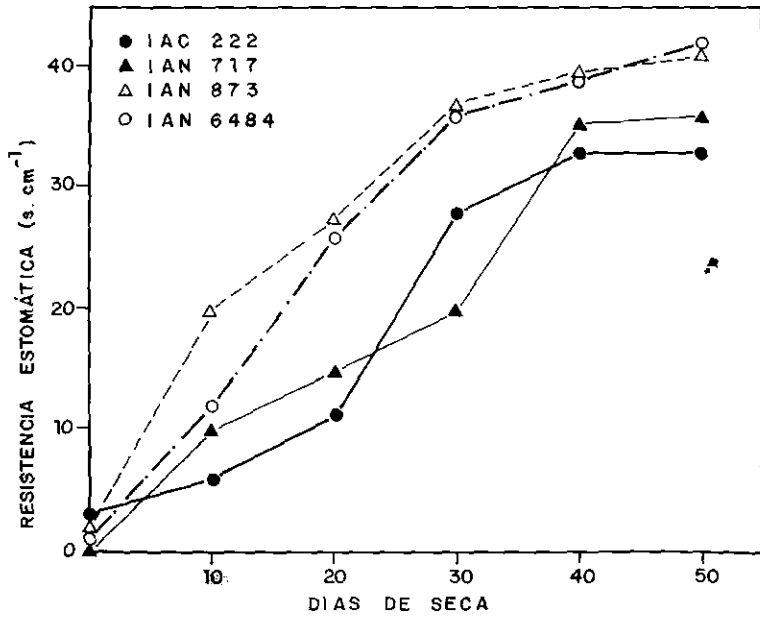


Fig. 2. Variação da resistência difusiva estomática em folhas totalmente expandidas do último lançamento em função do déficit hídrico, em quatro clones de seringueira.

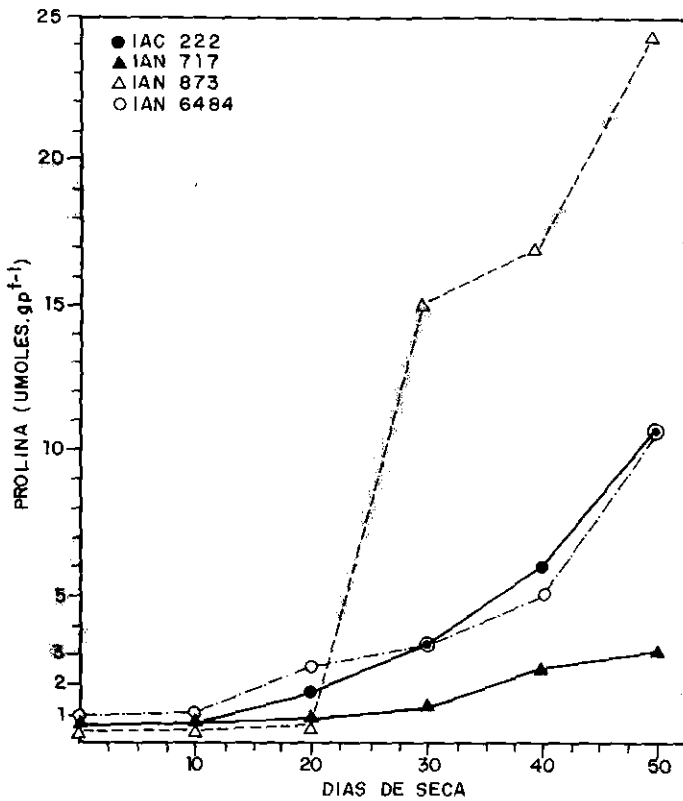


Fig. 3. Variação do teor de prolina em folhas totalmente expandidas do último lançamento em função do déficit hídrico em quatro clones de seringueira.

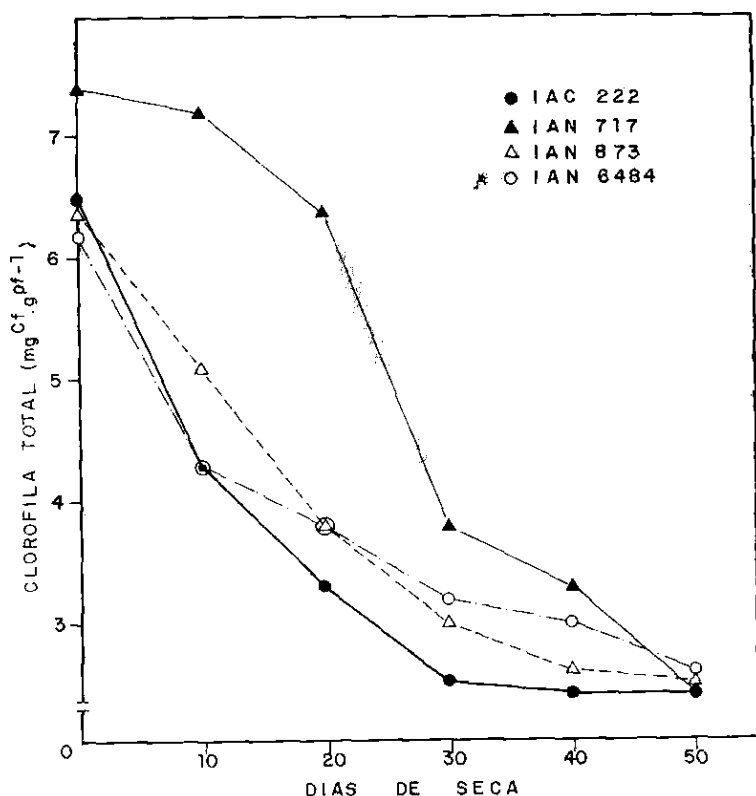


Fig. 4. Variação do teor de clorofila em folhas totalmente expandidas do último lançamento em função do déficit hídrico, em quatro clones de seringueira.

Tabela 1. Clones utilizados e seus parentais.

Clone	Parentais	Espécie
IAN 873	Diplóide	
IAC 222	poliplóide (IAN 873)	<i>Hevea brasiliensis</i>
IAN 717	híbrido (PB 86 x F 4542)	<i>H. brasiliensis</i> x <i>H. benthamiana</i>
IAN 6484	híbrido (PB 86 x P 10)	<i>H. brasiliensis</i> x <i>H. pauciflora</i>

Fonte: Medri, 1980.

Tabela 2. Valores médios de resistência difusiva estomática prolina livre e clorofila observados em folhas totalmente expandidas no último lançamento de plântulas de quatro clones de seringueira (IAC 222, IAN 717, IAN 873 e IAN 6484) durante cinquenta dias de seca.

CLONE	Período (dias de seca)					
	0	10	20	30	40	50
resistência difusiva estomática (s.cm ⁻¹)						
IAC 222	2,7509 a ⁽¹⁾	6,4258 a	11,5258 a	28,3951 a	32,7524 a	33,3295 a
IAN 717	0,3395 b	9,6075 b	15,2991 a	20,4103 b	35,4955 ab	36,2969 a
IAN 873	1,7117 c	19,9736 c	27,5487 b	37,3862 cd	39,4958 b	40,7324 b
IAN 6484	1,1844 d	11,5726 d	25,8707 b	36,0914 d	38,6946 b	42,1248 b
prolina (umoles gPF ⁻¹)						
IAC 222	0,4479 a ⁽¹⁾	0,4737 a	1,6498 a	3,0426 a	6,2025 a	10,6530 a
IAN 717	0,5003 a	0,5875 ab	0,7539 b	1,1915 b	2,0136 b	2,7744 b
IAN 873	0,3589 a	0,3865 a	0,4059 b	15,1520 c	17,2025 c	24,4590 c
IAN 6484	0,8649 b	0,8497 b	2,5536 a	3,4175 a	5,7395 a	10,7104 a
clorofila (mgC _t .gPF ⁻¹)						
IAC 222	6,4565 a ⁽¹⁾	4,2841 a	3,3280 a	2,2923 a	2,3969 a	2,5027 a
IAN 717	7,3686 b	5,9665 a	6,4413 b	3,7657 b	3,3081 b	2,0260 a
IAN 873	6,3485 a	5,0872 a	3,8186 a	3,0456 ab	2,5961 a	2,5053 a
IAN 6484	6,1781 a	4,2841 a	3,8176 a	3,0258 ab	3,1294 ab	2,3540 a

(1) As médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 0,05 de probabilidade.

Referências bibliográficas

- Alberte, R. S.; Fiscus, E. L.; Naylor, A. W. - 1975. The effects of water stress on the development of the photosynthetic apparatus in greening leaves. *Plant Physiol.*, 55 (2): 317-321.
- Alberte, R. S. & Thornber, J. P. - 1977. Water stress effects on the content and organization of chlorophyll in mesophyll and bundle sheath chloroplasts of maize. *Plant Physiol.*, 59(3): 351-353.
- Arcay, J. J. M. & Rena, A. B. - 1977. Dehydration growth regulators, potassium pH and leaf age and accumulation of the proline in bean discs (*Phaseolus vulgaris* L.). *Experientiae*, 23(4): 53-59.
- Arnon, D. - 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.*, 24(1): 1-15.
- Aspinall, D. & Paleg, L. G. - 1981. Proline accumulation. Physiological aspects. In: Paleg, L. G. & Aspinall, D. eds. *The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants*. Academic Press, Sydney. p. 205-241.
- Begg, J. E. & Turner, N. C. - 1976. Crop water deficits. *Adv. Agron.*, 28: 161-217.
- Bengtson, C.; Klockare, B.; Klockar, R.; Larsson, S.; Sandquist, E. - 1978. The after effect of water stress on chlorophyll formation during greening and the levels of abscisic acid and proline in dark grown in wheat seedlings. *Plant Physiol.*, 43(3): 205-212.
- Buhl, M. B. & Stewart, G. R. - 1983. Effects of NaCl on proline synthesis and utilization in excised barley leaves. *Plant Physiol.*, 72(3): 664-667.
- Buttery, B. R. & Boatman, S. G. - 1976. Water deficits and flow of latex. In: Kozłowski, T.T. eds. *Water Deficit and Plant Growth*. Academic Press New York, vol. 4. p. 233-289.
- Camargo, A. P.; Alfonsi, R. R.; Pinto, H. S.; Chiarini, J. V. - 1977. Zoneamento da aptidão climática para culturas comerciais, em áreas de cerrado. In: *IV Simpósio sobre o Cerrado; bases para utilização agropecuária*. Ed. Universidade de São Paulo, São Paulo. p. 89-105.
- Conceição, H. E. O. - 1983. *Avaliação fisiológica de clones de seringueira (Hevea brasiliensis Muell Arg.) submetidos a diversos regimes hídricos*. Universidade Federal de Viçosa. Tese de Mestrado. 78 p.
- EMBRATER/EMBRAPA - 1980. Sistemas de produção para a cultura da seringueira no Estado do Amazonas. Revisão. Manaus. *Boletim*, 188: 59-64.
- Ferreira, L. G. R.; Souza, J. G. de; Prisco, J. T. - 1979. Effects of water deficit on proline accumulation and growth of two cotton genotypes of different drought resistances. *Z. Pflanzenphysiol.* Bd. 93.S. 189-199.
- Kanemasu, E. T.; Thurtell, G. W.; Tanner, C. B. - 1969. Desing calibration and field use of a stomatal diffusion porometer. *Plant Physiol.*, 44: 881-885.
- Levitt, J. - 1980. Responses of plants to environmental stress. V. II. *Water, radiation salt and other stress*. New York Academic Press. p. 98-100.
- Madruga, L. A. N. & Rena, A. B. - 1977. Variações na concentração de prolina livre em folhas de plantas intactas de cinco cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) submetidas à desidratação. *R. Ceres*, 24 (133): 226-236.
- Medri, M. E. - 1980. *Anatomia comparada e correlações anatomo-fisioecológicas de seis clones de Hevea spp.* INPA/FUA. Tese de Doutorado. 428 p.
- Mellers, E.; Belkin, J.; Harel, E. - 1975. The biosynthesis of γ -aminolevulinic acid in
- Relações entre o déficit hídrico ...

- greening maize leaves. **Phytochemistry**, 14(11): 2399-2402.
- Messer, M. - 1961. Interference by amino acids and peptides with the photometric estimation of proline. **Anal. Biochem.**, 2: 253-259.
- Raschke, K. - 1975. Stomatal action. **Ann Rev. Plant Physiol.**, 26: 309-340.
- Rena, A. B. & Masciotti, G. Z. - 1976. Efeito do déficit hídrico sobre o metabolismo do nitrogênio e o crescimento de quatro cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) R. **Ceres**, 23(128): 288-301.
- Rocha Neto, O. G. - 1979. **Eficiência no uso de água em plantas jovens de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) submetidas a déficit hídrico.** Universidade Federal de Viçosa. Tese de Mestrado. 36 p.
- Samsuddin, Z. - 1978. **Laboratory study on leaf gas-exchange characteristic of *Hevea brasiliensis* Muell Agr. and their relationships to field performance data.** Tese de Doutorado. 180 p.
- Sawazaki, H. E.; Teixeira, J. P. F.; D'Artagan de Almeida, L. - 1981. Variação do teor de prolina em folhas de feijão em função da disponibilidade de água no solo. **Bragantia**, 40(5): 47-56.
- Seitz, E. W. & Hochster, R. M. - 1964. Free proline in normal and in crown gall tumor tissue of tomato and tabaco. **Life Sci.**, 3: 1033-1037.
- Shimshi, D. & Ephrat, J. - 1975. Stomatal behaviour of wheat cultivars in relation to their transpiration, photosynthesis and yield. **Agron. J.**, 67: 326-331.
- Singh, T. N.; Aspinal, D.; Paleg, L. G. - 1972. Proline accumulation and varietal adaptability to drought in barley: a potential metabolic measure of drought resistance. **Nature New Biol.**, 236: 188-190.
- Stefeens, D.; Blos, I.; Schoch, S.; Rugiger, W. - 1976. Lichtablangikeit der phytolakkumulation. Einbeitrag zur frage der chlorophyll biosynthese. **Planta**, 130: 151-158.
- Tempest, D. W.; Meers, J. L.; Brown, C. M. - 1970. **J. Gen. Microbiol.**, 64 171-185, Apud: Begg, J. E. & Turner, N. C. - 1976. Crop water deficits. **Adv. Agron.**, 28: 161-217.
- Thompson, J. F.; Morris, G. J.; Gering, R. K. - 1960. The effect of mineral supply on the amino acid composition of plants. **Qualitas Plantarum Et Material Vegetables**, 6: 261-275.
- Wallihan, E. F. - 1964. Modification and use of an electric hygrometer for estimating relative stomatal aperture. **Plant Physiol.**, 43: 200-214.
- Wambeke, A. van - 1978. Properties and potentials of soils in the amazon basin. **Inter-ciência**, 3(4): 233-240.
- Zabadal, T. J. - 1974. A water potencial threshold for the increase of ABA in leaves. **Plant Physiol.**, 53(1): 125-127.

(Aceito para publicação em 27.04.1987)