

RESISTÊNCIA À SECA EM SERINGUEIRA.

II. CRESCIMENTO E PARTIÇÃO DE ASSIMILADOS EM CLONES SUBMETIDOS A DÉFICIT HÍDRICO¹

HERACLITO E. OLIVEIRA DA CONCEIÇÃO², MARCO ANTONIO OLIVA³
e NEI FERNANDES LOPES⁴

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 ciclos de estresse hídrico, com objetivo de avaliar comparativamente os efeitos sobre o crescimento e a partição de assimilados. Após 185 dias e cinco ciclos de estresse, o número de folhas, número de lançamentos, comprimento e diâmetro das brotações na maioria dos clones diminuíram. O IAN 2903 aumentou o número de folhas (4,7%) e o de lançamento (10%). As brotações do IAN 717 e IAN 3087 foram as menos afetadas no seu crescimento. A partição de assimilados mostrou uma modificação na preferência dos drenos com o déficit, sendo que alocação preferencial para a raiz foi do Fx 3899 e IAN 873, para o caule do IAN 3087 e IAN 6323 e para a folha do IAN 717 e IAN 2903. A relação parte aérea/sistema radicular foi maior no IAN 2903 e menor no Fx 3899. O déficit não provocou mudanças significativas na área foliar específica e na razão de peso foliar. Entretanto, a área foliar total, taxa de produção de área foliar, razão de área foliar, taxa assimilatória líquida, acúmulo e produção de matéria seca decresceram diferencialmente quando submetidos à seca. O clone menos afetado pelo estresse foi o IAN 3087. As maiores reduções nos parâmetros estudados ocorreram no Fx 3899. São discutidos os resultados de cada clone com relação a cada parâmetro estudado.

Termos para indexação: estresse hídrico cíclico.

DROUGHT RESISTANCE IN RUBBER TREE. II. GROWTH AND ASSIMILATION PARTITIONING OF 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 a greenhouse were subjected to cycles of water deficit with the objective of evaluating the effects on growth and assimilation partitioning. After 185 days and five cycles of stress, a reduction in the number of leaves, in the number of flushes, and in the length and diameter of the shoots occurred in the majority of the clones. The IAN 2903 progeny showed an increase in the number of leaves (4,7%) and in the number of flushes (10%). Shoots of the IAN 717 and IAN 3087 progenies were the least affected in their growth. The assimilation partitioning showed a modification in relation to the sinks occurring with the deficit; the preferred sinks were the root in the Fx 3899 and 873 progenies the stem in the IAN 3087 and IAN 6323 progenies and the leaf in the IAN 717 and IAN 2903 progenies. The ratio of the aerial part to the root system was greater in the IAN 2903 progeny and smaller in the Fx 3899 progeny. Under water stress no significant changes occurred in the specific leaf area production values for leaf area and in the leaf area ratio, but the net assimilation value and the accumulation and production of dry matter decreased differentially when submitted to water deficit. The clone least affected by the stress was IAN 3087. The greatest reductions on studied parameters occurred in Fx 3899. The results observed in each clone were discussed in relation to each parameter studied.

Index terms: cyclic water stress.

INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea* spp) é caracterizada por um rápido período de crescimento, alternando com períodos de inatividade, os quais podem ser modificados pelo estresse hídrico (Borchert 1973). Embora altas produções tenham sido registradas em seringais cultivados em áreas com ocorrência de déficits hídricos acentuados (Moraes 1977, Pinhei-

- ¹ Aceito para publicação em 19 de setembro 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.
- ² Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa da Seringueira e Dendê (CNPDS), Caixa Postal 319, CEP 69000 Manaus, AM.
- ³ Biol. Dr. rer. nat., Prof. Univ. Fed. de Viçosa, CEP 36570 Viçosa, MG
- ⁴ Eng. - Agr., Ph.D., Prof. Univ. Fed. de Viçosa, MG.

ro 1981), quase nenhum dado tem sido registrado sobre a resistência à seca e sobre os mecanismos fisiológicos que conduzem essas plantas a sustentar tão alta produção. Alguns estudos, como o de Bergonci (1981), Rocha Neto et al. (1983), Conceição (1983) e Pita (1984), abordam os efeitos do déficit hídrico principalmente na folha, isto é, nos lugares de síntese dos assimilados. Sabe-se, entretanto, pelos resultados de Templeton (1969a, b) em clones malásicos, que a partição dos assimilados em seringueira apresenta estreita relação com a produção, sugerindo, inclusive, a existência de competição entre o crescimento e a produção de látex.

O déficit hídrico altera profundamente as relações fonte-dreno, seja por um efeito sobre a produção primária, seja por uma mudança na distribuição preferencial dos assimilados na planta. O presente estudo pretende mostrar, justamente, os efeitos do estresse hídrico sobre o crescimento e manutenção da fonte, assim como do uso e distribuição de assimilados, em seis clones de seringueira submetidos a déficits hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

Plantas de seis clones de seringueira (IAN 717, IAN 873, IAN 2903, IAN 3087, IAN 6323 e Fx 3899) foram cultivadas sob condições de casa-de-vegetação, no Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPDS/EMBRAPA), em Manaus, AM.

As médias de temperatura máxima e mínima e a umidade relativa média do ar, durante o período experimental, foram de $37,4 \pm 3^{\circ}\text{C}$ e $24,4 \pm 1,6^{\circ}\text{C}$ e $73,4 \pm 5,3\%$, respectivamente. Utilizaram-se "tocos enxertados de razes nuas", cultivados em sacos 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... (1980) para o Estado do Amazonas. Após o plantio, as plantas foram irrigadas regularmente, mantendo-se o solo próximo da capacidade de campo. O conteúdo hídrico do solo foi controlado diariamente, mediante o método gravimétrico e, depois, extrapolado para uma curva de retenção de umidade do solo.

A partir do 85° dia após o plantio, foi induzido um estresse hídrico cíclico, isto é, decréscimos periódicos do potencial de água no solo (Ψ_{solo}) até aproximadamente

um $\Psi_{\text{solo}} = -1,5$ MPa, após o qual o solo era novamente saturado e mantido durante cinco dias próximo da capacidade de campo. A depressão do Ψ_{solo} foi provocada por suspensão do fornecimento de água e controlada gravimetricamente. Durante o período experimental as plantas foram submetidas a cinco ciclos sucessivos de desidratação; cada um teve a duração de $14 \pm 2,5$ dias.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com três repetições. Cada parcela correspondia a uma época de coleta do material e era constituída por seis subparcelas correspondentes aos clones (IAN 717, IAN 873, IAN 2903, IAN 3087, IAN 6323 e Fx 3899), e formada por duas subsubparcelas correspondentes aos dois tratamentos hídricos.

As coletas foram efetuadas a intervalos regulares de 25 dias, a partir do 85° dia após o transplante. Durante o período experimental foram realizadas cinco coletas. Em cada uma, o crescimento de cada parte da planta (folha, caule e raiz) foi avaliado separadamente. Após a determinação do peso da matéria fresca, o material foi secado em estufa de ventilação forçada a 75°C , até peso constante.

Por ocasião de cada coleta, contava-se o número de folhas e lançamentos, e media-se o comprimento e diâmetro de brotação.

Os dados primários de matéria seca total (W_t) e área foliar (A_f) foram submetidos à análise de variância. Curvas exponenciais de crescimento foram as que melhor se ajustaram aos dados primários de W_t e A_f . Assim, as equações $W_t = Ae^{Bt}$ e $A_f = Ae^{Bt}$ foram usadas para determinar os valores ajustados de matéria seca e área foliar, respectivamente, sendo t os dias de crescimento, e A e B , constantes de ajustamento.

A partir dos valores ajustados de matéria seca total (W_t), matéria seca foliar (W_f) e área foliar (A_f), foram calculados os seguintes parâmetros de crescimento: taxa de produção de matéria seca ($C_W = dW/dt$), taxa de crescimento de área foliar ($C_A = dA_f/dt$), taxa assimilatória líquida ($E_A = 1/A_f \cdot dW/dt$), razão de área foliar ($F_A = A_f/W_t$), razão de peso foliar ($F_W = W_f/W_t$) e área foliar específica ($S_A = A_f/W_f$), de acordo com o proposto por Radford (1967). Como o crescimento foi exponencial, durante o período em estudo, a taxa de crescimento relativo (R_W) é a constante B da equação ajustada de W_t em relação a t .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 185 dias de crescimento, foram observadas, nas plantas túrgidas dos seis clones, diferenças no número de lançamento e no número de folhas (Tabela 1). O clone IAN 873 foi o que apresentou o maior número de folhas e lançamento, quando túrgidos, enquanto o IAN 2903 e o IAN 6323 apre-

sentaram os menores números de folhas e lançamentos, respectivamente. Após cinco ciclos de estresse, observou-se uma redução muito mais acentuada no número de folhas que no número de lançamentos, embora no IAN 2903 se tenha encontrado um estímulo tanto na emissão do lançamento quanto no número de folhas. Isto pode significar que, após déficits cíclicos consecutivos, a maioria dos clones podem perder porções consideráveis de sua área foliar (IAN 717, IAN 6323 e Fx 3899), atingindo a um 1/4 do seu total. Esta redução nem sempre está em relação com o menor número de

lançamentos (IAN 3087 e IAN 6323), o que significa uma perda líquida na quantidade de folha e não em decréscimo na emissão foliar.

O comprimento e o diâmetro médio das brotações sofreu reduções significativas com o estresse hídrico em todos os clones (Tabela 2). Quando túrgido, IAN 873 apresentou brotações notoriamente maiores que as dos demais clones, porém, em diâmetro, o melhor foi o IAN 2903. Após os ciclos de estresse, o crescimento caulinar foi reduzido entre 24% e 41%, com exceção do IAN 3087, que não foi afetado. As reduções no diâmetro das

TABELA 1. Número médio de folhas e de lançamento de clones de seringueira cultivados em solo próximo da capacidade de campo (CC) e submetidos a estresse hídrico cíclico (EC), 185 dias após o transplante.

Clone	Número de folhas		Redução (%)	Número de lançamentos		Redução (%)
	CC	EC		CC	EC	
IAN 717	24,7	18,3	-25,9	3,0	2,3	-23,3
IAN 873	26,0	22,0	-15,4	3,3	3,0	- 9,1
IAN 2903	17,7	18,0	+ 1,7	3,0	3,3	+10
IAN 3087	25,7	23,0	-10,5	3,0	3,3	+10
IAN 6323	22,0	15,7	-28,6	2,7	2,7	0
Fx 3899	21,3	15,3	-28,2	3,0	2,3	-23,3
F (clones)	++			n.s.		
F (nível de água)	++			++		

++ Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

n.s. Não significativo.

TABELA 2. Comprimento e diâmetro médio da brotação de clones de seringueira, cultivados em solo próximo da capacidade de campo (CC) e submetidos à estresse hídrico cíclico (EC), 185 dias após o transplante.

Clone	Comprimento da brotação (cm.planta ⁻¹)		Redução (%)	Diâmetro da brotação (cm.planta ⁻¹)		Redução (%)
	CC	EC		CC	EC	
IAN 717	54,2	41,3	-23,8	0,81	0,74	- 8,6
IAN 873	70,8	52,5	-25,8	0,87	0,69	-20,7
IAN 2903	55,5	37,2	-32,9	0,94	0,72	-23,4
IAN 3087	54,7	54,0	- 1,3	0,93	0,76	-18,2
IAN 6323	58,3	34,3	-41,2	0,85	0,62	-27,1
Fx 3899	54,2	35,8	-33,9	0,81	0,68	-16,0
F (clone)	++			++		
F (nível de água)	++			++		

++ Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

brotações oscilaram entre 8,6% no IAN 717, e 27,1% no IAN 6323. Este último foi o mais afetado tanto no comprimento como no diâmetro da brotação. Déficits hídricos moderados, da ordem de -0,1 MPa, reduzem as taxas de crescimento caulinar do clone RRIM 600 (Haridas 1979). Plantas sob estresse estimulam a produção de inibidores de crescimento, tal como ácido abscísico, e reduzem a produção de promotores de crescimento (Itai & Vaadia 1971, Wright 1972, Pereira 1979).

Déficits hídricos provocaram também reduções significativas no diâmetro da brotação dos clones estudados (Tabela 2). Resultados semelhantes são relatados por Haridas (1979) para GT 1, RRIM 612 e RRIM 703, condicionados a períodos de seca de sete a dez dias. Este mesmo autor ainda enfatiza a existência de variabilidade interclonal em resposta à irrigação, visto que após pré-condicionamento ao estresse há um incremento extra em diâmetro para RRIM 703, mas não para GT 1 e RRIM 612.

Plantas jovens de seringueira exibem um padrão de crescimento episódico caracterizado por um rápido alongamento do internódio, seguido por um curto período de dormência (Templeton 1968, Moraes 1977, Haridas 1979).

A ocorrência de tensões hídricas internas durante o período de rápido alongamento do caule ou das folhas, pode induzir uma sensível diminuição das taxas de crescimento, afetando o tamanho do lançamento e, num último termo, a produção. Um parâmetro sensível a estas mudanças é o acúmulo de matéria seca total (W_t) da planta. Nota-se que durante o período experimental, W_t apresentou um crescimento exponencial em relação ao tempo, com altos coeficientes de determinação (Fig. 1). Déficits hídricos cíclicos alteraram significativamente, W_t , provocando reduções que variam entre 28% e 37%, em relação às plantas mantidas sob irrigação, sendo que os clones IAN 873, IAN 6323 e Fx 3899 foram os mais influenciados. Entretanto, não houve diferenças no acúmulo de W_t entre os clones mantidos sob déficit hídrico cíclico. Resultados similares foram observados para clones malásicos de seringueira submetidos a déficits hídricos moderados (Pushparajah & Haridas 1977, Haridas 1979).

Em plantas túrgidas (Fig. 1), verificou-se que o

IAN 6323 e o IAN 717 apresentaram o maior e o menor acúmulo de W_t , respectivamente. Contudo, não se observaram diferenças entre clones mantidos sob turgidez plena. Templeton (1968), estudando dois clones malásicos de seringueira, verificou que o acúmulo de W_t entre 39 e 69 meses foi menor para RRIM 501, embora houvesse, até aos 39 meses de idade, um acúmulo muito similar para ambos os clones.

A partição de assimilados mostrou uma notória variação clonal, tanto nos controles irrigados como nas respostas dos clones ao déficit (Fig. 2). As taxas de crescimento que condicionam significativamente a alocação de assimilados é fixada geneticamente, o que conduz a diferenças intra-específicas (Brouwer 1962). Entretanto, condições do meio, tais como disponibilidade de nutrientes, de água, temperatura, competição, toxidez etc. podem causar modificações adaptativas nos indivíduos. Na alocação preferencial dos assimilados destacaram-se o Fx 3899 e IAN 873 para a raiz, o IAN 3087 e IAN 6323 para caule, e, para folha, o IAN 717 e IAN 2903. A distribuição relativa da matéria seca nesses órgãos significa maior capacidade fotossintética no caso das folhas, maior crescimento do caule em diâmetro e em altura, ou maior capacidade de absorção no caso da raiz.

Os déficits hídricos cíclicos provocaram reduções diferenciais nos percentuais de acúmulo de matéria seca das raízes, caules e folhas dos diferentes clones. Com exceção do clone Fx 3899, todos os demais submetidos a estresse hídrico cíclico no final do experimento alocaram proporcionalmente mais assimilados no sistema radicular em comparação com as plantas-controles. O clone Fx 3899 mostrou, quando estressado, uma partição de assimilados atípica, pois a matéria seca da raiz sofreu proporcionalmente maior redução do que a matéria seca de caules e folhas, embora as causas que levaram a este comportamento não possam ser explicadas. Geralmente, déficits hídricos proporcionam uma partição de assimilados maior para as raízes do que para a parte aérea, resultando em aumento da área de exploração do solo pelas raízes. Itai & Vaadia (1965) encontraram uma significativa redução na atividade de citocinina no exsudado do xilema de raízes de girassol estressada, em comparação com o exsudado de plantas-con-

troles. Vários trabalhos sugerem que a citocinina produzida nas raízes é importante no metabolismo foliar, e que o déficit hídrico reduz o suprimento de citocinina, para as folhas (Itai & Vaadia 1965, Ben-Zioni et al. 1967); é provável que a redução na síntese de reguladores de crescimento (citocinina) nas raízes seja um importante fator na redução do crescimento de plantas estressadas, podendo ser também um fator que acelera a senescência foliar.

Com exceção do IAN 3087, as folhas de clones estressadas mostraram menor acúmulo relativo de matéria seca. A menor percentagem de acúmulo observado em IAN 717 deve-se principalmente às reduções do número de folhas e da área foliar em decorrência dos déficits hídricos cíclicos (Ta-

bela 1 e Fig. 3). IAN 717 e Fx 3899 estressados aumentaram proporcionalmente a quantidade de assimilados alocados para o crescimento do caule, ao inverso do IAN 3087, que teve uma redução relativa da matéria seca do caule, em comparação com os tratamentos - testemunhas (Fig. 2). Déficits hídricos influenciam a diferenciação de novos órgãos e a expansão de órgão existentes (Hsiao et al. 1976), além de acelerar a senescência foliar (Ike & Thurtell 1981, Ike 1982). A relação parte aérea/sistema radicular (PA/SR) indica a forma como a planta ajusta sua morfologia ao novo estado de equilíbrio hídrico causado pelo estresse. Tanto uma diminuição da superfície transpirante quanto um aumento da superfície de absorção modificam a relação PA/SR. Os valores obtidos para esta re-

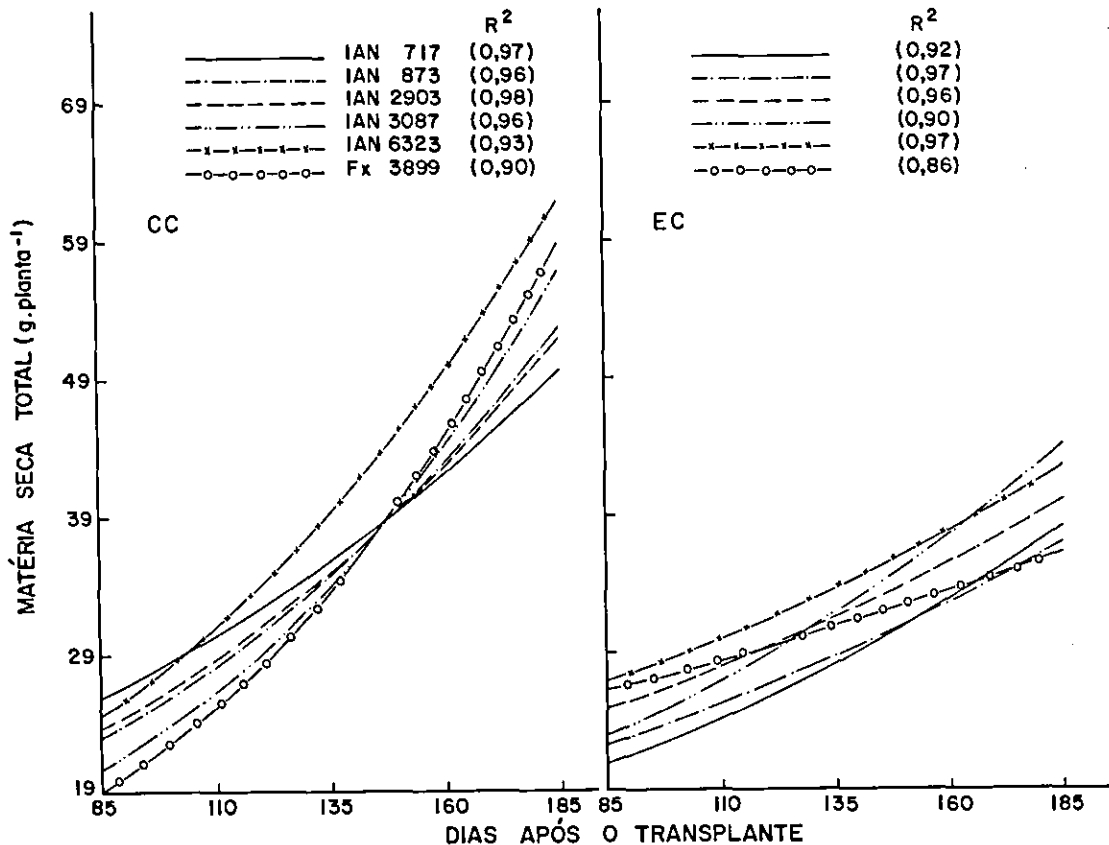


FIG. 1. Matéria seca total de clones de seringueira cultivados em solo próximo da capacidade de campo (CC) e submetidos a ciclos de estresse hídrico (EC).

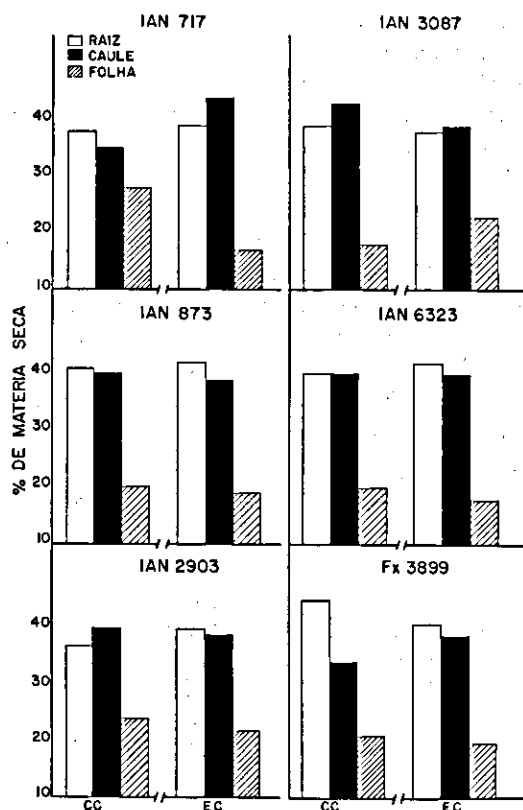


FIG. 2. Distribuição relativa da matéria seca, 185 dias após o transplante, de seis clones de seringueira cultivados em solo próximo da capacidade de campo (CC) e submetidos a estresse hídrico cíclico (EC).

TABELA 3. Relação parte aérea:sistema radicular¹ de clones de seringueira cultivados em solo próximo da capacidade de campo (CC) e submetidos a estresse hídrico cíclico (EC).

Clones	Capacidade de campo	Estresse hídrico cíclico
IAN 717	1,66	1,60
IAN 873	1,47	1,39
IAN 2903	1,73	1,53
IAN 3087	1,54	1,64
IAN 6323	1,49	1,35
Fx 3899	1,21	1,45

¹ Valores calculados a partir dos dados obtidos na última coleta (185 dias após o transplante).

lação podem ser vistos na Tabela 3. O maior valor da relação PA/SR foi apresentada pelo clone IAN 2903, enquanto Fx 3899 exibiu o menor valor. Quando se comparam os valores da relação PA/SR das plantas estressadas, verifica-se que, de modo geral, houve diminuição dos valores da relação PA/SR de todos os clones, exceto para o IAN 3087 e o Fx 3899, que aumentaram relativamente a relação PA/SR. Os resultados obtidos para os clones IAN 3087 e Fx 3899 estão de acordo com os observados por Haridas (1979), em RRM 600, embora as diferenças observadas por esse autor fossem relacionadas com a periodicidade de crescimento do caule das plantas de seringueira. Contudo, neste trabalho é possível que as diferenças encontradas para a relação PA/SR estejam relacionadas com os maiores crescimentos do caule para Fx 3899 e das folhas para IAN 3087 nas plantas estressadas, em relação as plantas túrgidas (Fig. 2). Geralmente, decréscimos na relação PA/SR podem ser esperados em plantas que apresentam características da prevenção à seca. Verificou-se que durante o período experimental o desenvolvimento da área foliar (A_f) apresentou uma tendência exponencial de crescimento em relação ao tempo (Fig. 3). Déficits hídricos influenciaram marcadamente A_f , pois até o final do período experimental o IAN 717 foi o clone que sofreu a maior redução de A_f em função do estresse cíclico, e IAN 3087 foi o menos influenciado. Entretanto, as reduções observadas não foram significativas entre os clones condicionados pelo déficit hídrico, e provavelmente estão relacionadas com a menor expansão dos tecidos foliares e/ou redução do número de folhas (Tabela 2). Em plantas mantidas sob turgidez plena, os maiores valores de A_f foram apresentados pelos clones IAN 717 e IAN 6323, enquanto IAN 873 apresentou os menores. Contudo, a principal diferença de A_f foi observada entre os tratamentos hídricos, a qual significou, em todos os clones, uma real perda de área foliar e, conseqüentemente, da produção.

A taxa de produção de matéria seca (C_w) e a taxa de produção de área foliar (C_A) aumentaram com a idade das plantas, mas sempre influenciadas pelos ciclos de estresse (Fig. 4 e 5). Os déficits hídricos cíclicos causaram reduções acentuadas em C_w e, no final do período experimental,

verificaram-se decréscimos médios em C_W da ordem de 31%, 60%, 53%, 50%, 66% e 83% para IAN 717, IAN 873, IAN 2903, IAN 3087, IAN 6323 e Fx 3899, respectivamente. Os clones IAN 717 e Fx 3899 apresentaram o menor e maior valor de C_W , respectivamente, quando túrgidos. Sob estresse, a maior depressão de C_W foi observada no Fx 3899 (Fig. 4). Os valores de C_A mostraram, entretanto, que IAN 717 conseguiu o maior valor quando túrgido, e Fx 3899 novamente foi menos eficiente sob estresse e sofreu uma redução de 75%.

A taxa assimilatória líquida (E_A) diminuiu em função da idade das plantas, para todos os clones, nos diferentes tratamentos hídricos (Fig. 6). Este comportamento mostra que E_A é uma caracterís-

tica do crescimento mais dependente da idade da planta do que de fatores externos, conforme assinala Watson (1952). E_A decresceu gradativa e diferencialmente em função dos ciclos de estresse, atingindo, durante o período experimental, valores médios que variaram entre 2,3 e 1,2 $g \cdot m^{-2} \cdot dia^{-1}$. Os menores valores de E_A em ordem decrescente foram encontrados para IAN 6323, IAN 873, IAN 2903 e Fx 3899. Os clones IAN 717 e IAN 3087 tiveram os maiores valores médios de E_A . O maior valor de E_A exibido pelo IAN 717 sob déficit hídrico deveu-se ao comportamento de seus componentes C_W e A_f (Fig. 3 e 4), visto que este clone sob estresse cíclico apresentou uma forte redução da área foliar, sem mostrar uma redução acentuada em C_W . Os valores máximos de E_A

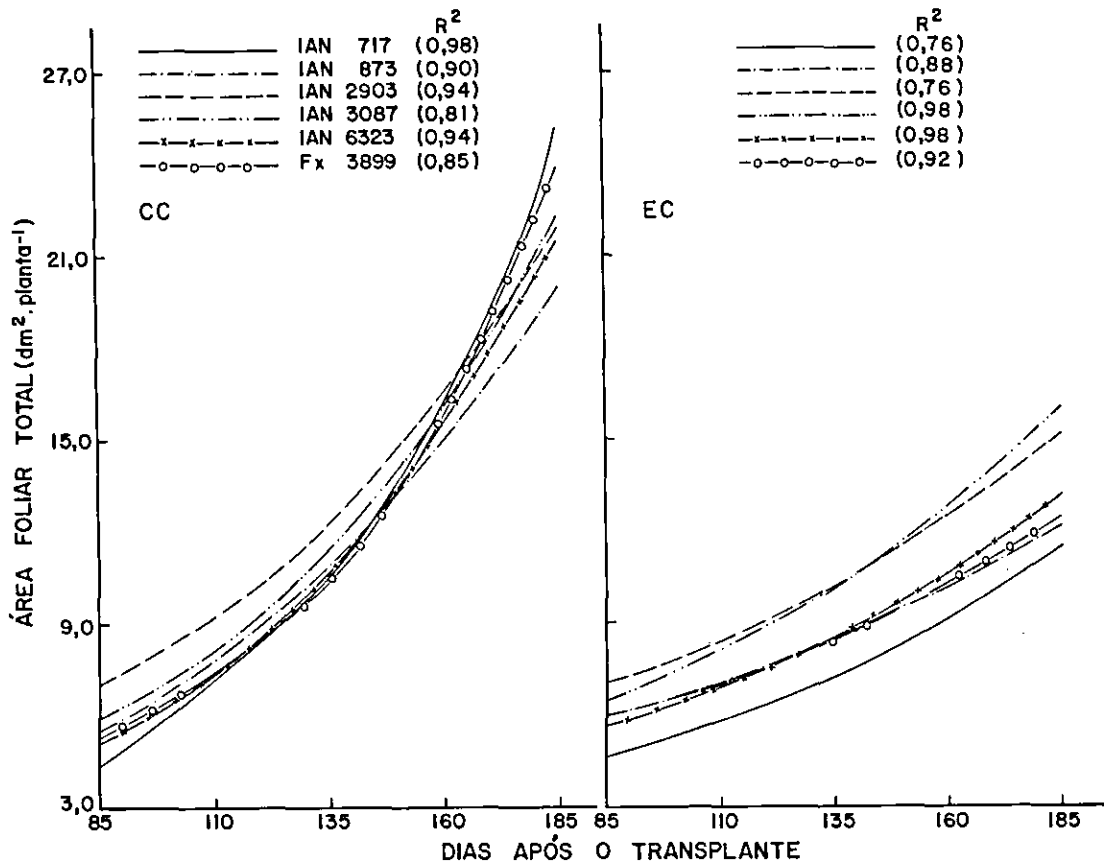


FIG. 3. Área foliar total de clones de seringueira cultivados em solo próximo da capacidade de campo (CC) e submetidos a ciclos de estresse hídrico (EC).

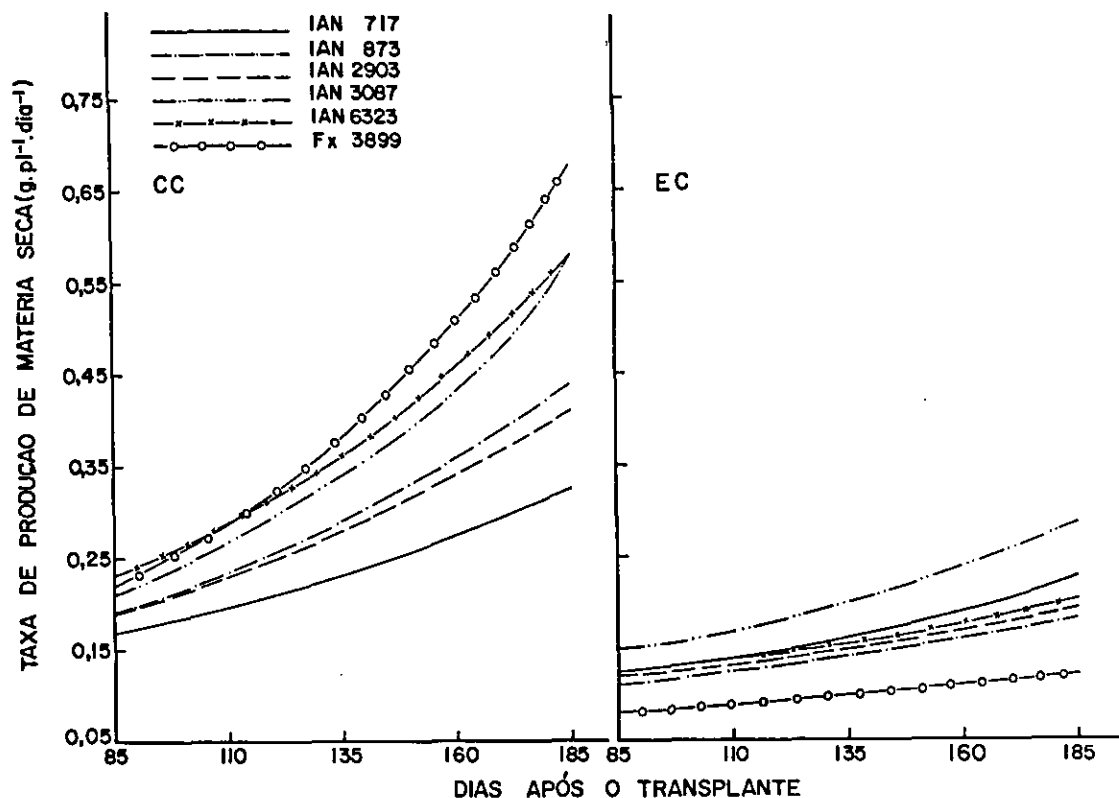


FIG. 4. Taxa de produção de matéria seca de clones de seringueira cultivados em solo próximo da capacidade de campo (CC) e submetidos a ciclos de estresse hídrico (EC).

foram obtidos aos 85 dias após o transplante e oscilaram entre 4,50 e 2,73 $\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, respectivamente, para os clones IAN 6323 e IAN 2903, quando túrgidos. Em seringueira, foi observado que altos valores do índice de área foliar conduzem à redução de E_A , C_W e R_W (Templeton 1968). Os resultados mostraram um gradual decréscimo dos valores de E_A com a idade. A mesma tendência foi observada por Templeton (1968) nos clones RRIM 501 e RRIM 513.

A Tabela 4 mostra os valores das taxas de crescimento relativo (R_W) obtidas neste experimento, tendo em vista que os dados primários de W_t foram ajustados, assumindo o modelo de crescimento exponencial ($W_t = A \exp Bt$), em função do tempo. Portanto, os valores de R_W devem ser representados pela constante B da equação exponencial ajustada para cada clone e/ou tratamento, advinda de W_t .

TABELA 4. Taxa de crescimento relativo de clones de seringueira cultivados em solo próximo da capacidade de campo e submetidos a déficits hídricos cíclicos.

Clone	Taxa de crescimento	Relativo ($\text{mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$)
	Capacidade de campo	Déficits hídricos cíclicos
IAN 717	6,5	5,9
IAN 873	8,4	4,9
IAN 2903	7,9	4,8
IAN 3087	10,2	6,5
IAN 6323	9,3	4,6
Fx 3899	11,5	3,2

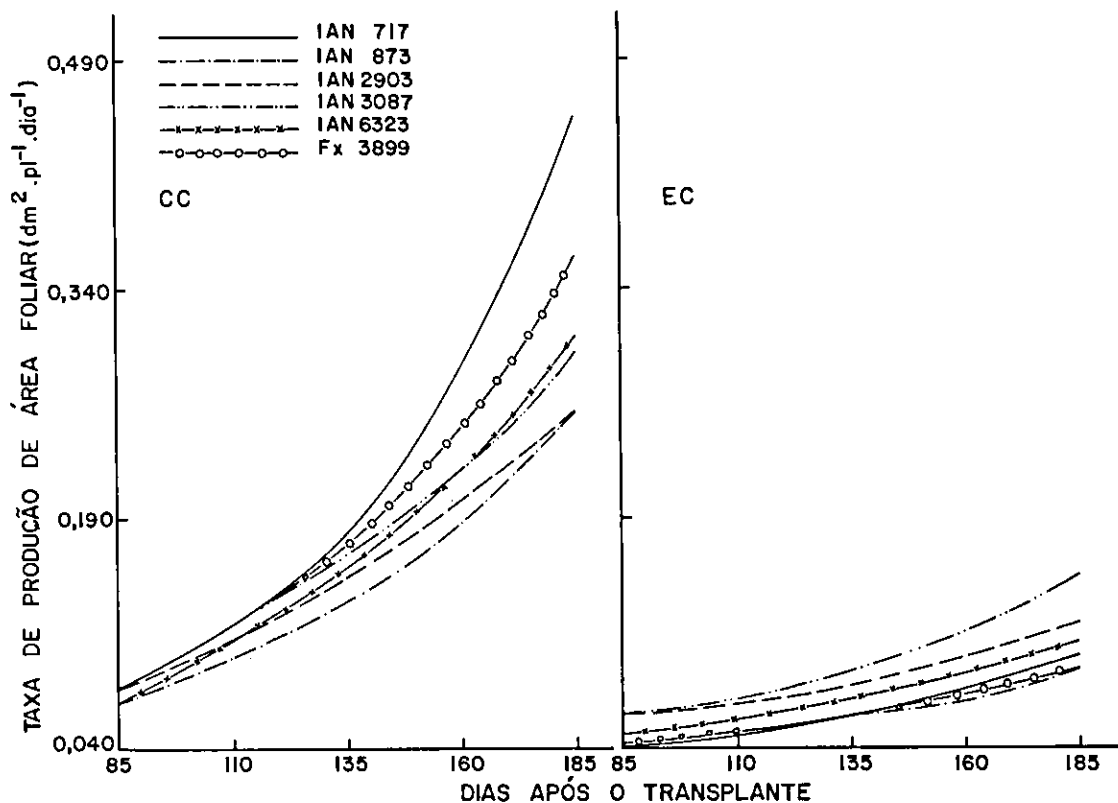


FIG. 5. Taxa de produção de área foliar de clones de seringueira cultivados em solo próximo da capacidade de campo (CC) e submetidos a ciclos de estresse hídrico (EC).

Observa-se que os déficits cíclicos provocaram reduções significativas em R_W , atingindo valores de 72% em Fx 3899, quando comparados com as respectivas R_W das plantas túrgidas. Verifica-se que os déficits hídricos sucessivos reduziram marcadamente e diferencialmente R_W dos clones estudados. Este fato é perfeitamente explicado, visto que o R_W é sensível à mudança no meio ambiente (Watson 1952, Kvet et al. 1971, Hunt 1978), e diferenças intraespecíficas são possíveis desde que a magnitude dessas diferenças esteja sujeita a marcadas interações ontogênicas e ambientes (Hunt 1978, Anel & Jaber 1981).

Em plantas túrgidas (Tabela 4), os valores de R_W variaram entre 6,5 e 11,5 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$. Templeton (1968) encontrou R_W máximo para o clone RRIM 501, igual a 0,037 $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{semana}^{-1}$, entre nove e quinze meses de idade. Vale ressaltar que

R_W máximo obtido por Templeton (1968) é comparável apenas ao observado para IAN 717. Houve uma ampla correlação entre R_W e E_A , para os clones mantidos sob turgidez plena, mostrando que as plantas que apresentaram os maiores valores de E_A , também mostram maiores de R_W (Tabela 4 e Fig. 6).

A Fig. 7 mostra o comportamento da razão de área foliar (F_A), isto é, a relação entre a superfície fotossintetizante e a matéria seca total da planta. Verificou-se que F_A aumentou com idade das plantas, independentemente do condicionamento ao estresse, embora ocorresse nos valores de F_A entre os clones nos diferentes tratamentos hídricos, principalmente com relação às plantas estressadas do IAN 717, que exibiram uma marcada redução de F_A no final do período experimental. Os decréscimos observados em F_A deveriam-se

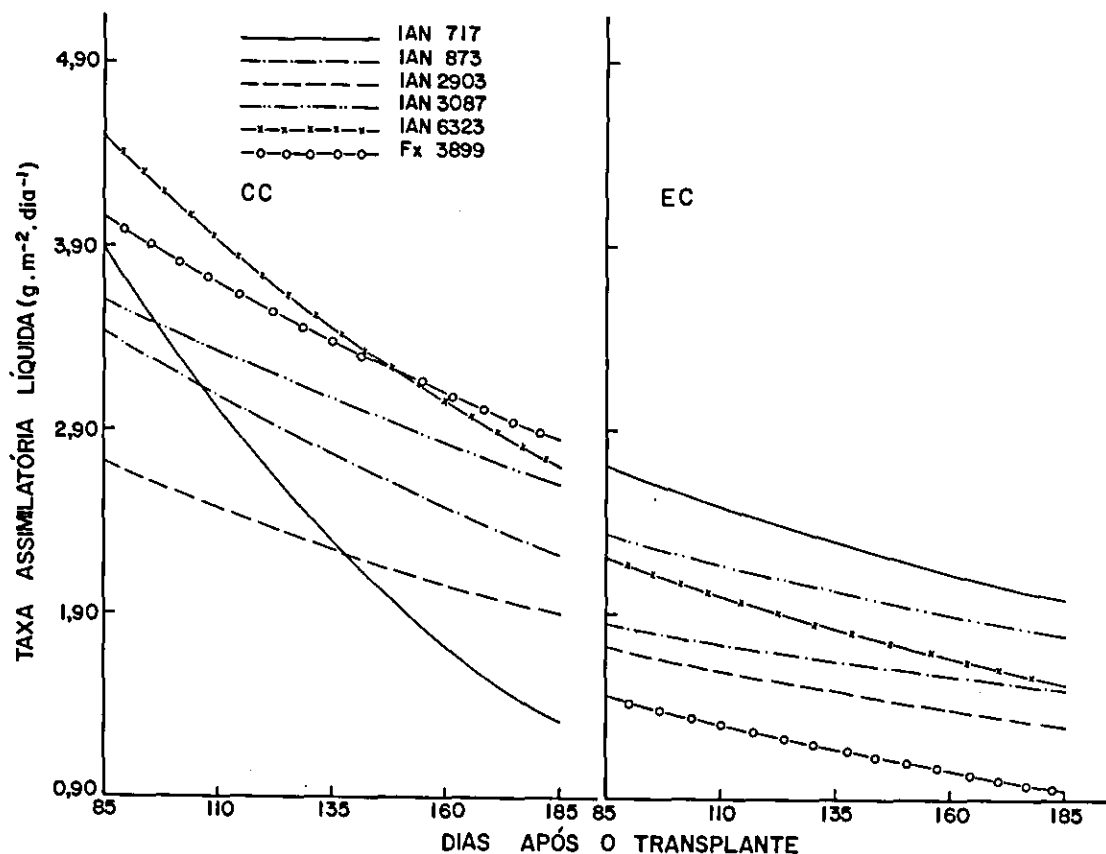


FIG. 6. Taxa assimilatória líquida de clones de seringueira cultivados em solo próximo da capacidade de campo (CC) e submetidos a ciclos de estresse hídrico (EC).

principalmente às reduções de A_f (Fig. 3), visto que a expansão foliar foi muito mais afetada do que as reduções de W_f e W_t . Normalmente, F_A decresce com a ontogenia das plantas. Entretanto, neste trabalho, R_W (Tabela 4) foi constante durante a fase experimental, e E_A (Fig. 6) decresceu com a idade das plantas, e, como $F_A = R_W/E_A$, assim F_A aumentou com a ontogenia das plantas.

F_A tem como componentes a razão de peso foliar (F_W) e a área foliar específica (S_A) (Radford 1967, Kvet et al. 1971, Hunt 1978). A tendência de F_W está mostrada na Fig. 8. Verifica-se que F_W aumentou com a idade das plantas, tanto em plantas estressadas como nas mantidas sob turgidez plena, e não mostraram diferenças entre clones e níveis de água, exceto para plantas estressadas de IAN 717, que apresentaram uma redução acentuada

de F_W ao final do período experimental. Plantas de *Camellia sinensis* mostraram reduções nos valores de F_W quando submetidas a déficit hídrico (Kulasegaram & Kathiravetpillai 1976). As tendências de comportamento, observadas tanto para F_A quanto para F_W , neste trabalho, mostraram-se inversas às encontradas para clones malásicos de seringueira (Templeton 1968). Entretanto, é possível que essas diferenças estejam relacionadas com a idade dos clones em estudo, dado o caráter perene da seringueira.

O comportamento da área foliar específica (S_A) pode ser visto na Fig. 9. Observa-se que S_A decresce à medida que aumenta a idade das plantas, tanto para clones estressados quanto para túrgidos, mostrando que o déficit hídrico afetou tanto A_f quanto W_f , F_W e S_A foram pouco afetados

RESISTÊNCIA À SECA EM SERINGUEIRA

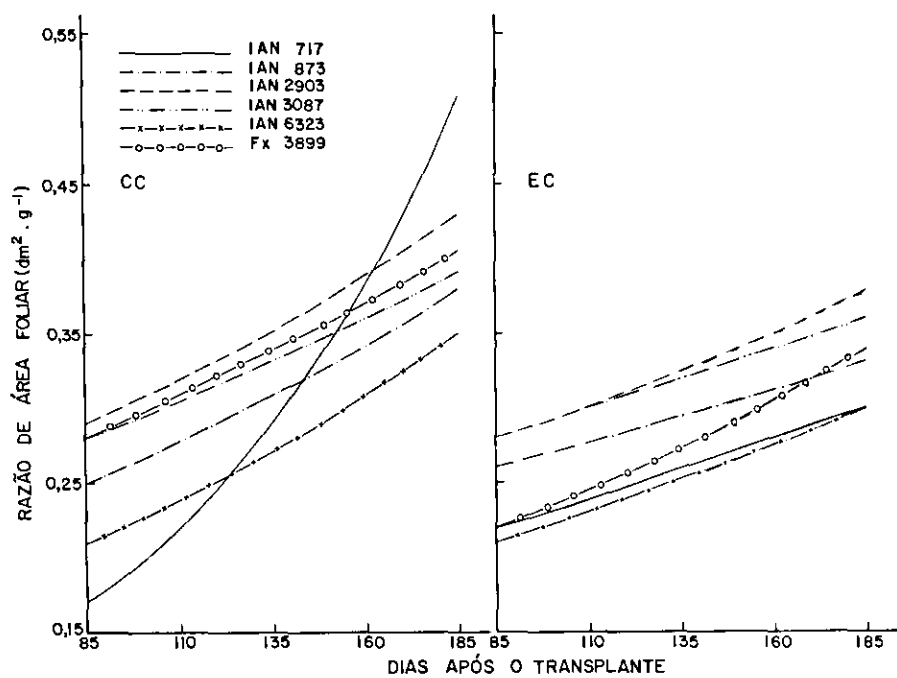


FIG. 7. Razão de área foliar de clones de seringueira cultivados em solo próximo da capacidade de campo (CC) e submetidos a ciclos de estresse hídrico (EC).

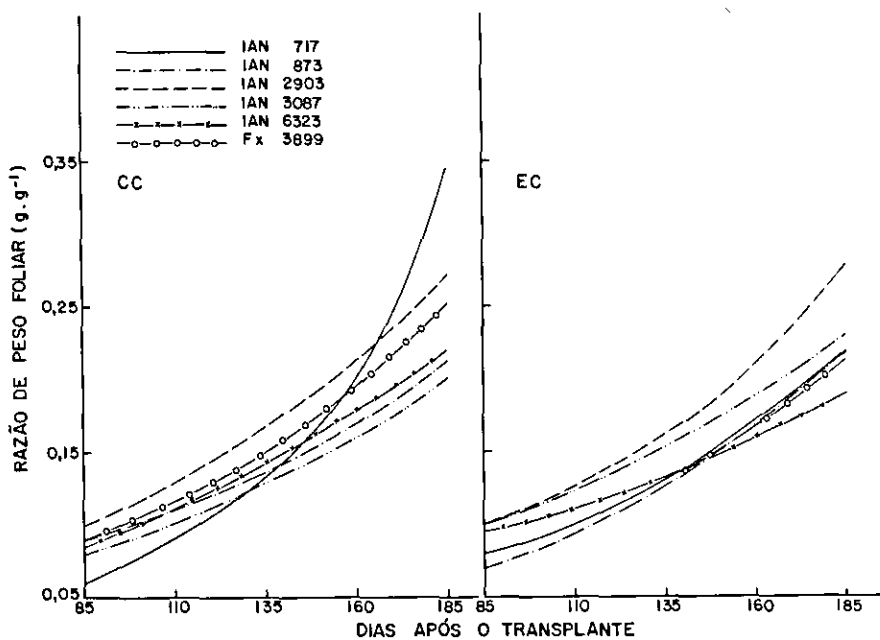


FIG. 8. Razão do peso foliar de clones de seringueira cultivados em solo próximo da capacidade de campo (CC) e submetidos a ciclos de estresse hídrico (EC).

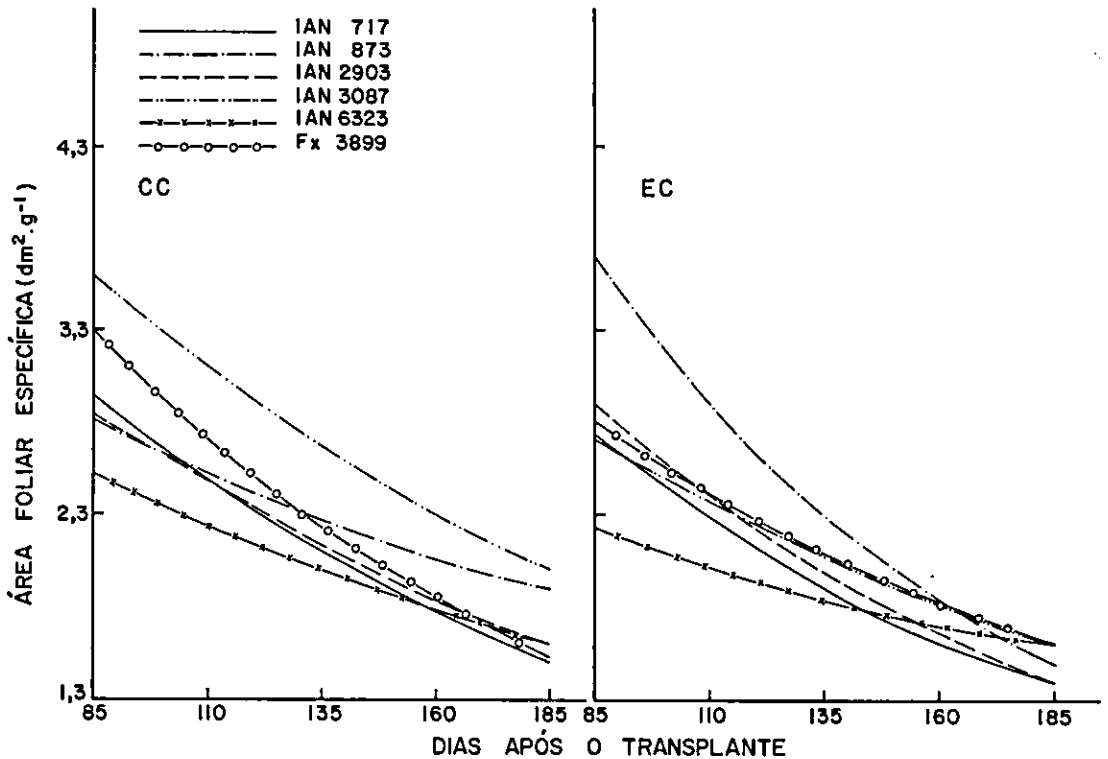


FIG. 9. Área foliar específica de clones de seringueira cultivados em solo próximo da capacidade de campo (CC) e submetidos a ciclos de estresse hídrico (EC).

pelos déficits hídricos sucessivos, provavelmente por terem W_f , W_t , e A_f reduzidas de modo semelhante pelo condicionamento ao estresse, para um mesmo clone.

F_A e S_A são geralmente muito sensíveis às mudanças do ambiente e mais propensas a tendências ontogenéticas. Contudo, as variações em F_A , apresentadas pelos clones quando submetidos a déficits hídricos cíclicos, provavelmente estão relacionadas com as reduções ocorridas em A_f , pois a redução na expansão foliar foi mais acentuada do que as diminuições de W_t e W_f . Entretanto, F_W foi menos influenciado pelo estresse hídrico do que F_A e S_A , o que demonstra ser F_W uma característica de crescimento mais conservadora.

CONCLUSÕES

1. Todos os clones estudados mostraram, em face de estresse hídricos cíclicos, sensíveis redu-

ções, tanto no seus atributos morfológicos quanto nas suas taxas de crescimento.

2. Parâmetros relacionados com a produção primária, como a taxa assimilatória líquida e o acúmulo de matéria seca total, assim como a distribuição dos assimilados, sofreram, respectivamente, decréscimos e alterações com o déficit hídrico cíclico, em todos os clones.

3. Considerando os parâmetros estudados como indicadores de resistência à seca, pode-se concluir que, no conjunto, o clone IAN 3087 foi o que apresentou o melhor desempenho após cinco ciclos de estresse hídrico. Em ordem decrescente, o IAN 717, IAN 6323, IAN 2903 e IAN 873 ocuparam um lugar intermediário, ao passo que o Fx 3899 foi o mais afetado.

REFERÊNCIAS

ANDEL, J. van & JABER, J.C. Analysis of growth and nutrition of six plants species of woodland clearing. *J. Ecol.*, 69:871-82, 1981.

RESISTÊNCIA À SECA EM SERINGUEIRA

- BEN-ZIONI, A.; ITAI, C. & VAADIA, Y. Water and salt stress, kinetin and protein synthesis in tobacco leaves. *Plant Physiol.*, 42:361-5, 1967.
- BERGONCI, J.I. Estudos fisiológicos relacionados com o balanço de CO₂ durante a ontogenia foliar em *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. Viçosa, UFV, 1981. 53p. Tese Mestrado.
- BORCHERT, R. Simulation of rhythmic tree growth under constant conditions. *Physiol. Plant.*, 29:173-80, 1973.
- BROUWER, R. Distribution of dry matter in plant. *Neth. J. Agric. Sci.*, 10:361-75, 1962.
- CONCEIÇÃO, H.E.O. da. Avaliação fisiológica de clones de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) submetidos a diversos regimes hídricos. Viçosa, UFV, 1983. 80p. Tese Mestrado.
- HARIDAS, G. Water consumption and growth of young rubber plants (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) as affected by differential soil moisture regimes and fertility status. In: SYPOSIUM ON WATER IN MALAYSIAN AGRICULTURE, Kuala Lumpur, Malásia, 1979. Proceedings . . . Kuala Lumpur, Malaysian Soc. Soil Sci., 1979.
- HSIAO, T.C.; FERERES, E.; AZEVEDO, E. & HENDERSON, D.W. Water stress and dynamics of growth and yield of crop plants. In: LANGE, O.L.; KAPPER, L. & SCHULZE, E.D., ed. Water and plant life; problems and modern approaches. Berlin, Springer, 1976. p. 281-303.
- HUNT, R. Plant growth analysis. London, E. Arnold, 1978. 67p.
- IKE, I.F. Effect of water deficits on transpiration, photosynthesis and leaf conductance in cassava. *Physiol. Plant.*, 55:411-4, 1982.
- IKE, I.F. & THURTELL, G.W. Response of indoor-growth cassava to water deficits and recovery of leaf water potential and stomatal activity after water stress. *J. Exp. Bot.*, 130:1029-34, 1981.
- ITAI, C. & VAADIA, Y. Cytokinin activity in water-stressed shoots. *Plant Physiol.*, 47:87-90, 1971.
- ITAI, C. & VAADIA, Y. Kinetin-like activity in root exudate of water stressed sunflower plants. *Physiol. Plant.*, 18:941-4, 1965.
- KULASEGARAM, S. & KATHIRAVETPILLAI, A. Effect of shade water supply on growth and apical dominance in tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze.). *Trop. Agric.*, Trinidad, 53:161-72, 1976.
- KVET, J.; ONDOCK, J.P.; NECAS, J. & JARVIS, P. G. Methods of growth analysis. In: SESTAK, Z.; CATSKY, J. & JARVIS, P.G., ed. Plant photosynthetic production; manual of methods. Haia, W. Junk. N.V., 1971. p.343-91.
- MORAES, V.H.F. Rubber. In: ALVIM, P.T. & KOZLOWSKI, T.T., ed. Ecophysiology of tropical crops. New York, Academic Press, 1977. p.315-31.
- PEREIRA, J.S. Relações hídricas das árvores. *Agron. Lusit.*, 39:155-73, 1979.
- 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.) submetidas a dois regimes hídricos. Viçosa, UFV, 1984. 102p. Tese Mestrado.
- PUSHPARAJAH, E. & HARIDAS, G. Developments in reduction in immaturity period of *Hevea* in Peninsular Malaysia. *J. Rubber Res. Inst. Sci. Sri Lanka*, 54:93-105, 1977.
- RADFORD, P.J. Growth analysis formulae; their use and abuse. *Crop Sci.*, 7:171-5, 1967.
- ROCHA NETO, O.G. da; CANO, M.A.O. & THIEBAUT, 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.
- SISTEMA de produção para cultura de seringueira no Estado do Amazonas. Manaus, EMBRATER/EMBRAPA, 1980. 104p. (EMBRATER/EMBRAPA. Boletim, 189).
- TEMPLETON, J.K. Growth studies in *Hevea brasiliensis*. I. Growth analysis up to seven years after budgrafting. *J. Rubber Res. Inst. Malays.*, 20:136-46, 1968.
- TEMPLETON, J.K. Partition of assimilates. *J. Rubber Res. Inst. Malays.*, 21:259-63, 1969a.
- TEMPLETON, J.K. Where lies the yield summit of *Hevea*? *Plant. Bull. Rubber Res. Inst. Malays.*, (104):220-5, 1969b.
- WATSON, D.F. Climate, weather, and plant yield. In: EVANS, L.T., ed. Environmental control of plant growth. New York, Academic Press, 1952. p.337-50.
- WRIGHT, S.T.C. Physiological and biochemical response to wilting and other stress conditions. In: REES, A.R.; COCKSHULL, K.E.; HAND, D.W. & HURD, R.G., ed. Crop processes in controlled environments. London, Academic Press, 1972. 319p.