

# RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE CINCO PORTA-ENXERTOS DE SERINGUEIRA AO DÉFICIT HÍDRICO NATURAL

*Physiological responses of five rubber rootstocks after water natural deficit*

Elenice de Cássia Conforto <sup>1</sup>

## RESUMO

Foram avaliadas e comparadas as respostas de porta-enxertos de seringueira oriundos de sementes dos cultivares RRIM 600, RRIM 701, GT 1, PB 235 e IAN 873, desenvolvidos sob condições controladas ou submetidos ao déficit hídrico natural, a partir da idade de dois meses. O potencial hídrico foliar ( $\psi_w$ ) limitante para a abertura estomática foi de  $-2,8$  MPa para PB 235, e  $-3,3$  MPa para IAN 873. Após suspensão do déficit hídrico e posterior período de recuperação, quando as plantas atingiram oito meses de idade, verificou-se, com relação ao grupo controle, uma redução da altura da planta entre 8,3 (RRIM 600) a 35,1% (IAN 873); redução do diâmetro do caule, entre 10,2 (RRIM 600) a 29,7% (IAN 873), e redução da área foliar, entre 18,4 (RRIM 701) a 46,4% (IAN 873). A média da taxa fotossintética líquida por unidade de área foliar (A) decresceu de 8,92 para 4,68  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , e da condutância estomática ao vapor de água (gs), de 0,12  $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  para 0,046  $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ; para estas duas variáveis, IAN 873 apresentou menor recuperação. Os valores da taxa de transpiração (E), com exceção de PB 235 e IAN 873, foram comparáveis aos do grupo controle. Com relação às variáveis analisadas, o genótipo IAN 873 foi o mais afetado pela ausência das regas.

**Palavras-chave:** *Hevea brasiliensis* (Müll. Arg.), taxa fotossintética líquida, condutância estomática, desenvolvimento vegetativo, recuperação.

## ABSTRACT

Five rubber rootstocks of RRIM 600, RRIM 701, GT 1, PB 235 and IAN 873, both at the age of 2 months, were investigated and compared when cultivated under controlled conditions or natural water deficit. The limiting leaf water potential ( $\psi_w$ ) for the stomatal opening was  $-2.8$  MPa for PB 235, and  $-3.3$  MPa for IAN 873. After the stress suspension plants were let to grow as a recovering period until they reached the age of 8 months. At this time, reductions of height [between 8.3 (RRIM 600) to 35.1% (IAN 873)], stem diameter [between 10.2 (RRIM 600) to 29.7% (IAN 873)], and leaf area [between 18.4 (RRIM 701) to 46.4% (IAN 873)] were observed when compared to a control group. The average photosynthetic rate decreased from 8.92 to 4.68  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , and the average stomatal conductance decreased from 0.12  $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  to 0.046  $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . For both variables, genotype IAN 873 has shown the lowest recovery. The values of transpiration rate, excepting for PB 235 and IAN 873, were compared to group of control. Based on these parameters, the lowest performance under water deficit conditions was observed for genotype IAN 873.

**Key words:** *Hevea brasiliensis* (Müll. Arg.), photosynthetic rate, stomatal conductance, development, recovery.

## INTRODUÇÃO

Em seringais de cultivo, é largamente utilizado o processo de enxertia, método de propagação que garante plantas mais homogêneas e produtivas. Os enxertos são escolhidos em razão da sua adaptabilidade ao local e produtividade, enquanto que os porta-enxertos, desde que

satisfaçam as condições de vigor ideais para a enxertia, recebem pouca atenção (MARTINS et al., 2000). No entanto, estudos de GONÇALVES et al. (1994) indicaram a influência do porta-enxerto sobre o incremento do perímetro do caule e do crescimento em altura do enxerto. Em adição, MARTINS et al. (2000) concluíram que alguns porta-enxertos causam desuniformidade no desenvolvimento das plantas sobre eles enxertados. Pela influência marcante do porta-enxerto no crescimento e desenvolvimento do enxerto, GONÇALVES et al. (1994) sugerem que para uma boa seleção de porta-enxertos devem ser seguidos os seguintes critérios, em ordem de prioridade: 1) porta-enxertos vigorosos e com elevado potencial de produção; 2) porta-enxertos somente vigorosos, e, 3) porta-enxertos com elevado potencial de produção.

Alguns estudos sobre a biologia dos pés-francos foram realizados sob condições de casa de vegetação (CASCARDO et al., 1993; BRUNINI & CARDOSO, 1998). Porém, experimentos sob condições de campo, onde ocorre uma simultânea variação de vários fatores ambientais, podem trazer conhecimentos fundamentais para a compreensão dos processos adaptativos. Um aspecto relevante nestes estudos é a avaliação do comportamento das plantas sob condições de limitação de água, tanto pelo fato que a expansão da heveicultura tem levado ao uso de áreas agrícolas em regiões com estação seca definida, quanto pelo cenário de escassez de água previsto pelas mudanças climáticas globais.

Segundo KRAMER & BOYER (1995), dos vários estresses ambientais a que as plantas estão sujeitas, a longo prazo o déficit hídrico reduz o crescimento e a produtividade mais que os outros estresses combinados, porque atua de modo ubíquo. O déficit hídrico afeta praticamente todos os aspectos relacionados ao crescimento e desenvolvimento das plantas, diminuindo a fotossíntese pela redução da área foliar, e afetando vários outros processos, além de alterar o ambiente físico das culturas.

LARCHER (2000) afirma que os padrões de comportamento de uma planta, fixados geneticamente, incluem não somente as reações imediatas em função das mudanças dos fatores externos, mas especialmente a extensão de sua capacidade de adaptação às condições predominantes no ambiente. Esta adaptação aumenta a eficiência do trabalho metabólico e o assegura por um período mais longo sob diferentes circunstâncias, incluindo as situações de déficit hídrico.

Este estudo teve por objetivo avaliar e comparar características ligadas ao vigor e produção de cinco genótipos de seringueira, quando cultivados sob condições de rega controlada ou quando sujeitos ao período seco natural, através do monitoração das trocas gasosas e das características secundárias do crescimento.

<sup>1</sup> Professora Assistente-Doutora. UNESP-IBILCE- Rua Cristóvão Colombo, 2265 – Jardim Nazareth – São José do Rio Preto – SP – 15054-000 – e-mail: [elenice@ibilce.unesp.br](mailto:elenice@ibilce.unesp.br)

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado durante o ano de 1999, na Área Experimental do Departamento de Zoologia e Botânica da UNESP-IBILCE, em São José do Rio Preto (SP), cidade localizada ao norte do Estado de São Paulo, com latitude Sul de 20°49'11" e longitude Oeste de 49°22'46". O solo do local de cultivo é do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo, com textura arenosa média, em fase de relevo suave ondulada (PRADO, 2000). A análise realizada pelo Laboratório de Solos e Adubos "Rio Alta" (São José do Rio Preto, SP) indicou os seguintes teores de: matéria orgânica,  $9,0 \cdot 10^{-3} \text{ g m}^{-3}$ ;  $P_{\text{resina}}$ ,  $4,0 \cdot 10^{-3} \text{ g m}^{-3}$ ; K,  $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mmol m}^{-3}$ ; Ca,  $15,0 \cdot 10^{-3} \text{ mmol m}^{-3}$ ; Mg,  $4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mmol m}^{-3}$ ; CTC,  $18,0 \cdot 10^{-3} \text{ mmol m}^{-3}$ ; pH (CaCl<sub>2</sub>), 4,9.

As sementes de RRIM 600, RRIM 701, IAN 873, PB 235 e GT 1 foram obtidas junto à Fazenda Água Milagrosa (Tabapuã, SP), e germinadas a partir de 19/02 em local sombreado. Após atingirem o estágio de "pavio" ou "palito" (que é caracterizado pela presença da parte aérea com pelo menos 3,0 cm de altura), em 13/03 as plântulas foram transplantadas diretamente no solo em condições de campo, o qual foi preparado de acordo com as recomendações de CARDOSO (1982) quanto às práticas culturais convencionais para a seringueira.

As plantas foram cultivadas em duas parcelas lineares, distantes 4,0 m entre si, contendo quinze plantas úteis cada linha, duas linhas de cada genótipo, sob espaçamento de 0,80 m entre plantas e 1,50 m entre as linhas. As plantas ficaram cobertas com tela de sombreamento de 50% durante 30 dias, e depois foram expostas a pleno sol. As regas foram realizadas manualmente, em dias alternados, com volume de água suficiente para causar saturação da cova. Decorridos 60 dias após o plantio, quando o segundo lançamento foliar estava maduro, uma das parcelas continuou recebendo regas regulares (plantas irrigadas), enquanto a outra ficou sujeita às condições naturais de precipitação (não irrigadas). Os experimentos prosseguiram até a idade de oito meses, sendo que este período engloba a duração total do déficit hídrico bem como o período destinado à recuperação (30 dias após suspensão do déficit).

Os parâmetros climáticos do ano em que o estudo foi realizado (média das temperaturas máximas e mínimas, e precipitação total) foram fornecidos pelo Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes, da Secretaria da Agricultura e Abastecimento da Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto (SP).

Dentre os caracteres secundários do crescimento (GONÇALVES et al., 1994), foram mensurados, para quinze plantas de cada genótipo, aos dois e aos oito meses (controle e déficit), a altura da parte aérea e o diâmetro do caule a 5 cm do solo. A área das folhas foi obtida, na idade de dois meses, através das medidas lineares da folha presa à planta, com uso da equação (Comprimento x Maior Largura x 0,654), proposta por LIM & NARAYANAN (1972). Aos oito meses, este

procedimento foi realizado com 100 folíolos de cada genótipo, seguido pela determinação do peso da matéria seca dos mesmos; a equação de ajuste entre área foliar e peso da matéria seca foi aplicada ao restante do material foliar.

Valores da taxa fotossintética líquida por unidade de área foliar (A), taxa de transpiração (E), condutância estomática (gs) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foram obtidos com o monitorador portátil de trocas gasosas por infra-vermelho (ADC, UK, modelo LCA-4). As leituras foram feitas na idade de 2 meses; com intervalo máximo de dois dias durante o início do déficit hídrico e depois diariamente nos genótipos mais afetados, a fim de proceder possível intervenção com regas caso a fotossíntese líquida chegasse a zero, e, periodicamente durante a recuperação, até completar 30 dias de suspensão natural do déficit. Foram utilizadas folhas intactas ligadas à planta, maduras e em bom estado fitossanitário, pertencentes ao último lançamento totalmente expandido. A câmara foliar do equipamento foi posicionada na região mediana do folíolo central, por apresentar maior densidade estomática (dados não incluídos). As determinações (15 por genótipo avaliado) foram realizadas no horário entre 8 e 10 horas, considerado mais propício para as trocas gasosas (EAMUS et al., 1999).

Nos genótipos sem irrigação, quando a maioria das 15 leituras das trocas gasosas indicou a ocorrência de condutância estomática igual a zero, imediatamente foi realizada a determinação do potencial hídrico foliar (MPa), com uso de higrômetro-psicrômetro Wescor, modelo HR 33-T, calibrado pelo método ponto de orvalho, associado ao uso da câmara C-52. As amostras foliares foram retiradas do folíolo lateral das mesmas folhas utilizadas para determinação das trocas gasosas, com 5 repetições por genótipo.

Os valores das variáveis de crescimento e das trocas gasosas foram submetidos ao teste F e as comparações das médias foram feitas pelo teste de Tukey (SAS, 1990) segundo ZAR (1999). Antes das análises, os valores de fotossíntese e de transpiração foram convertidos em  $x^{0,5}$ , e os valores da condutância estomática em  $\log(x \cdot 100)$ , segundo MEDICI et al. (2001), sendo apresentados nas tabelas nos seus valores originais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1. Caracterização dos Cidos de Déficit hídrico

Na Figura 1 são apresentados os dados climatológicos do ano em que o experimento foi conduzido. Após suspensão da rega, no meio do mês de maio, até o final da coleta dos dados, em setembro, ocorreram seis períodos sem chuvas, com duração em número de dias respectivamente de 10 (18 a 27/05), 13 (07 a 19/06), 8 (21 a 28/06), 8 (30/06 a 07/07), 13 (09 a 21/07) e 48 (23/07 a 08/09). Além das chuvas, nenhuma rega complementar foi oferecida ao grupo não irrigado.

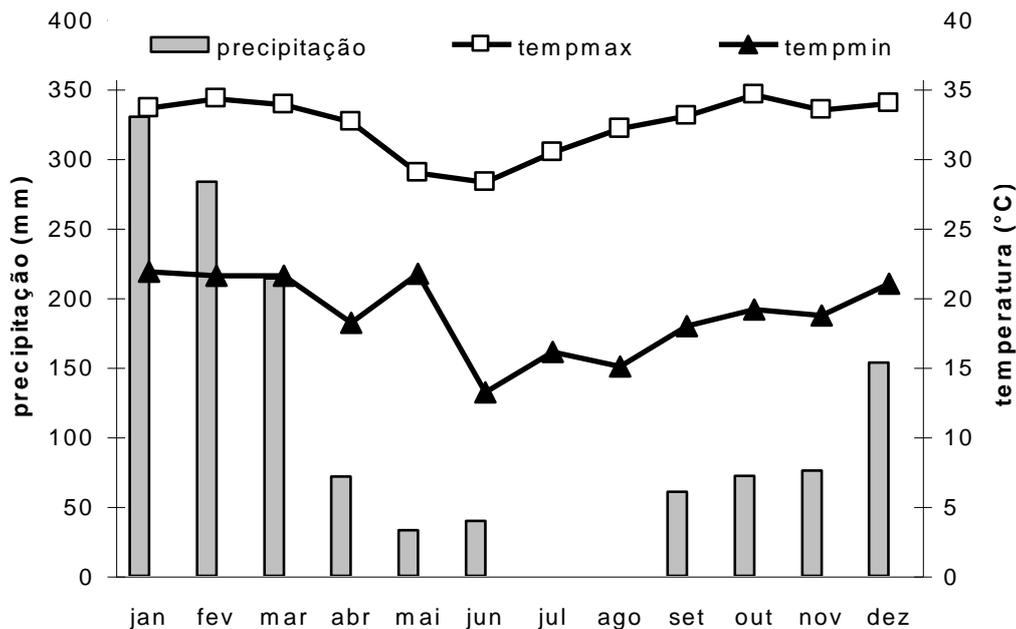


Figura 1: Dados mensais das temperaturas médias diárias (mínima e máxima) e da pluviosidade total, durante o período de experimentos. As setas indicam o início (18/05/99) e o final (08/09/99) do período seco avaliado.

## 2. Trocas Gasosas

O acompanhamento das trocas gasosas durante o período de déficit hídrico de maior duração (48 dias) é mostrado na Figura 2; durante este período, algumas observações merecem destaque. Até o 22º dia não foi observado fechamento estomático total em nenhuma planta, de nenhum dos genótipos. A partir do 27º dia pelo menos uma das quinze leituras realizadas para PB 235 e IAN 873 acusou fechamento estomático, e as medidas passaram a ser realizadas às 8:30 horas, a fim de se constatar a partir de qual horário a abertura estomática estava sendo totalmente restringida. No dia 34º, foi verificada pelo menos uma medida indicativa de fechamento estomático também para o genótipo RRIM 701, e as medidas passaram a ser realizadas às 8:00 horas. No 44º dia, foi observado que mais de 40% das plantas de PB 235 e IAN 873 apresentavam seus estômatos fechados; nesta data, os valores médios de potencial hídrico verificados foram de -2,8 e de -3,3 MPa, respectivamente. Contudo, apesar do fechamento estomático, as plantas continuaram realizando fotossíntese com ganho líquido. No 46º dia de déficit hídrico, um acúmulo de nuvens levou à queda na radiação e a uma pequena recuperação das trocas gasosas.

Na tarde do 48º dia houve suspensão do déficit hídrico devido a ocorrência de chuvas, que tiveram duração de dois dias e somaram 89 mm. Medidas realizadas no terceiro dia após suspensão do déficit hídrico indicaram que a recuperação ocorreu de modo desigual entre os genótipos, pois as taxas de transpiração das plantas não irrigadas variaram de 77,7% (GT 1) a 29,7% (IAN 873) do valor obtido para as plantas controle. Em termos de condutância estomática, houve variação de 56,0% (GT 1) a 19,7% (IAN 873), e no caso da taxa de fotossíntese, de 73,6% (GT 1) a 39,0% (RRIM 600 e IAN 873).

Nas medidas realizadas dez dias após a suspensão do déficit hídrico, período que acumulou mais 21,6 mm de chuvas, verificou-se que IAN 873 apresentava, de modo percentual, menor recuperação que os demais genótipos. Entre o décimo e o trigésimo dia após suspensão do déficit hídrico, ocorreram ainda mais 13,8 mm de precipitação, totalizando 124,4 mm.

Decorridos 30 dias após suspensão do déficit hídrico, novas determinações das trocas gasosas foram realizadas, conforme dados da Tabela 1. Com relação à taxa fotossintética e à condutância estomática, nenhum dos genótipos submetidos ao tratamento recuperou os valores ao nível das plantas controle de mesma idade, tendo havido inclusive um decréscimo significativo com relação aos valores mensurados na idade de dois meses. Sob condições controladas, o genótipo IAN 873 apresentou o maior incremento nas duas variáveis consideradas, enquanto que as plantas que sofreram déficit hídrico apresentaram maior redução percentual com relação ao grupo controle. Quanto à taxa de transpiração, apenas os genótipos PB 235 e IAN 873 não conseguiram recuperação ao mesmo nível das plantas controle de mesma idade.

## 3. Crescimento

Os valores referentes à altura total das plantas, diâmetro do caule a 5 cm do solo e área foliar são apresentados na Tabela 2. Sob irrigação continuada, aos oito meses de idade todos os genótipos apresentaram aumentos significativos nestas três variáveis, com relação aos valores iniciais. O déficit hídrico levou à um percentual de redução da altura da planta que variou entre 8,3 (RRIM 600) e 35,1% (IAN 873); do diâmetro do caule, entre 10,3 (RRIM 600) e 29,7% (IAN 873), e da área foliar, de 18,4 (RRIM 701) a 46,4% (IAN 873) em relação ao controle.

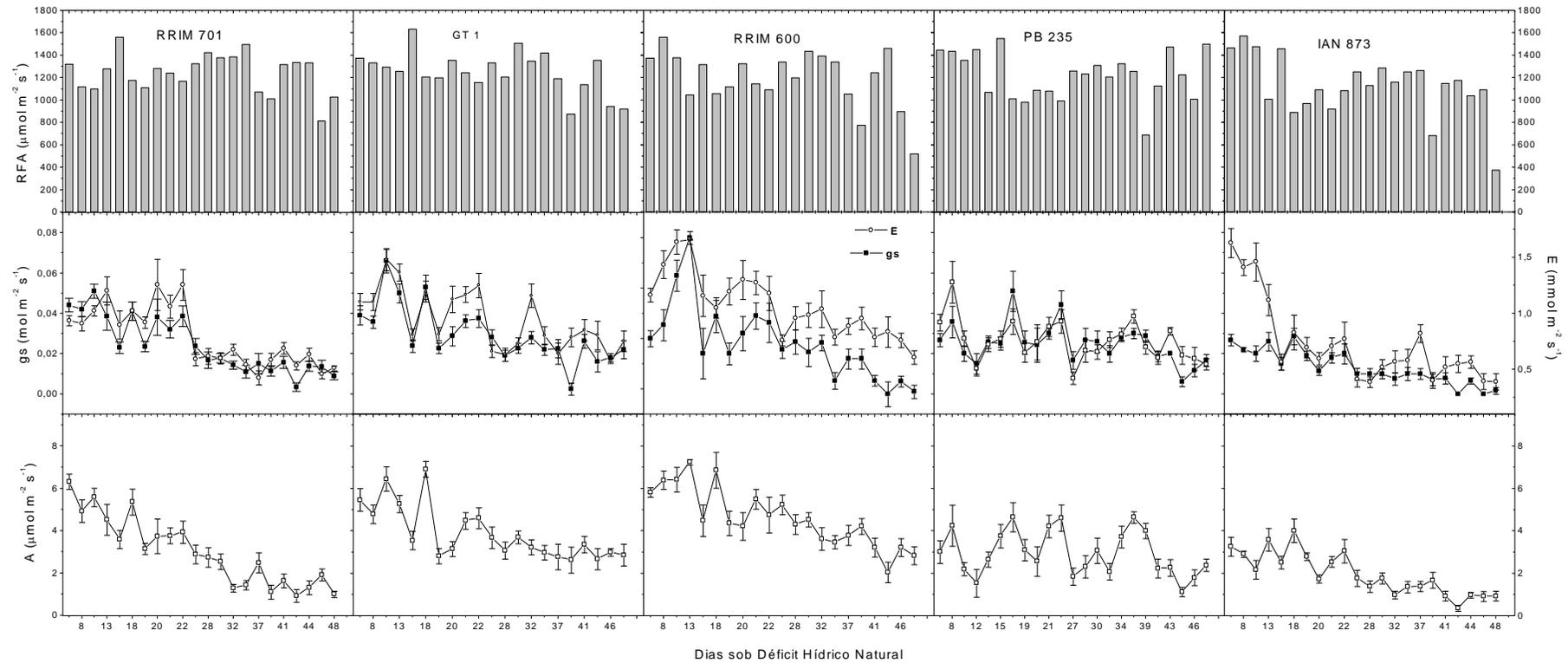


Figura 2: Radiação fotossinteticamente ativa (RFA), condutância estomática (gs), taxa de transpiração (E) e taxa fotossintética por unidade de área foliar (A) em cinco genótipos de seringueira, submetidos ao déficit hídrico natural de 23/07 a 08/09/1999, em São José do Rio Preto, SP.

Tabela 1. Valores médios e desvio-padrão da taxa fotossintética (A), condutância estomática (gs) e taxa de transpiração (E) para cinco genótipos de seringueira aos 2 meses de idade (Inicial) e 8 meses de idade (Final), cultivadas em condições de campo em S. J. do Rio Preto, SP, submetidas à irrigação complementar (controle) e déficit hídrico natural (Déficit) seguido por 30 dias de recuperação.

Genótipos	A ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )			F	gs ( $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )			F	E ( $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )			
	Inicial	Final			Inicial	Final			Inicial	Final		
		Controle	Déficit			Control e	Déficit			Control e	Déficit	
RRIM 701	7,59Aa (0,50)	8,43Abc (1,20)	5,08Ba (0,14)	15,99*	0,064 Bc (0,005)	0,134 Bc (0,019)	0,051 Cb (0,003)	59,79*	1,57Bc (0,09)	3,65Ab (0,43)	3,21ABa (0,83)	12,26*
GT 1	7,86Ba (0,47)	9,88Aab (0,78)	4,43Cb (0,31)	73,83*	0,080 Bb (0,006)	0,092 Ac (0,010)	0,038 Ce (0,003)	24,12*	2,19b (0,12)	2,30d (0,59)	2,26b (0,36)	0,06ns*
RRIM 600	6,86Bab (0,39)	8,68Abc (0,92)	4,63Cab (0,10)	36,72*	0,099 Aa (0,008)	0,090 Aa (0,008)	0,054 Ca (0,002)	17,01*	2,56Bb (0,15)	3,23Ac (0,55)	3,14Aa (0,18)	3,33*
PB 235	6,51Ab (0,60)	6,82Ac (0,69)	4,32Bb (0,16)	19,40*	0,075 Ab (0,004)	0,070 Bd (0,004)	0,046 Cc (0,002)	7,21*	1,27Cc (0,17)	3,13Ac (0,12)	2,11Bb (0,15)	118,70*
IAN 873	7,49Bab (0,31)	10,78Aa (0,46)	4,96Ca (0,23)	212,50*	0,088 Bab (0,006)	0,19 Aa (0,014)	0,040 Cd (0,003)	48,01*	3,12Ba (0,31)	6,52Aa (0,58)	2,41Cb (0,92)	33,96*
Média Geral	7,26	8,92	4,68		0,064	0,12	0,046		2,14	3,77	2,63	
F	4,32*	9,51*	7,95*		12,31*	80,22*	28,15*		48,99*	33,0*	2,29*	

\* médias estatisticamente diferentes (Tukey, com 5% de significância) são seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas, e por letras maiúsculas nas linhas.

Tabela 2. Valores médios e desvio-padrão das variáveis altura da planta (cm), diâmetro do caule (cm) a 5 cm do solo e área foliar (cm<sup>2</sup>) para cinco genótipos de seringueira, aos 2 meses de idade (inicial) e 8 meses de idade (final), cultivados em condições de campo em S. J. do Rio Preto, SP, submetidos à irrigação complementar (Controle) e déficit hídrico natural (Déficit) seguido por 30 dias de recuperação.

Genótipos	Altura (cm)				Diâmetro do Caule (cm)				Área Foliar (cm <sup>2</sup> )			
	Final				Final				Final			
	Inicial	Contr.	Déficit	F	Inicial	Contr.	Déficit	F	Inicial	Contr.	Déficit	F
RRIM 701	73,5Ba (8,9)	125,8 Aa (15,3)	91,7B (14,4)	12,18*	0,82B a (0,06)	1,26Aa (0,10)	1,09Aa (0,04)	19,09*	865,1Ba (164,9)	2265,3Aa (600,7)	1849,5ABa (492,6)	7,38 *
GT 1	54,8Bb (5,5)	86,5Ab (14,1)	73,2AB (9,2)	7,32*	0,66Bb (0,06)	1,02Ab (0,16)	0,84AB bc (0,08)	8,19*	587,0Ba b (112,6)	1760,3Aa b (552,3)	1248,2AB ab (346,3)	7,12*
RRIM 600	63,5Ba b (5,7)	93,2Ab (7,8)	85,5A (11,6)	9,38*	0,61B b (0,04)	0,98Ab (0,16)	0,88Ab (0,09)	9,34*	509,6Bb (156,4)	1582,5Ab c (281,9)	1253,7 Aab (300,0)	14,02*
PB 235	55,4Bb (5,9)	82,0Ab (10,0)	68,6AB (9,7)	6,96*	0,54B b (0,06)	0,81Ab (0,10)	0,67AB d (0,11)	6,39*	428,4Bb (137,5)	1010,5Ac (280,5)	743,7ABb (158,3)	6,23*
IAN 873	57,8Bb (8,1)	99,1Aab (8,0)	64,3B (8,3)	22,36*	0,63B b (0,05)	1,01Ab (0,08)	0,7Bcd (0,06)	28,90*	440,9Cb (133,2)	1525,7Ab c (164,4)	818,1Bb (176,0)	55,19*
Media Geral	61,0	97,3	76,7		0,65	1,02	0,84		566,2	1629,8	1882,6	
F	17,36*	17,73*	8,89ns		46,47*	12,42*	30,26*		20,55*	9,14*	12,74*	

\* médias estatisticamente diferentes (Tukey, com 5% de significância) são seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas, e por letras maiúsculas nas linhas.

Sob condições de campo, as respostas das plantas ao déficit hídrico podem ser sinérgica ou antagonicamente modificadas pela sobreposição de outros estresses (CHAVES et al., 2002), tais como alta densidade de radiação ou calor (PASTENES et al., 2005). As estratégias para tolerância e escape variam com o genótipo, sendo que respostas precoces auxiliam na sobrevivência imediata, enquanto que a aclimação auxilia a melhorar o funcionamento da planta sob o déficit hídrico (CHAVES et al., 2002).

A restrição da abertura estomática é uma das principais respostas ao déficit hídrico (CHAVES et al., 2002; TEZARA et al., 2002), e tende a começar em horário cada vez mais cedo, à medida que o déficit progride (CHAVES et al., 2002), conforme foi observado neste trabalho. A maior sensibilidade estomática foi verificada para PB 235 e IAN 873, embora ambos, assim como os demais genótipos, tenham realizado fotossíntese com ganho líquido, ainda que incipiente, até o final do período seco. De acordo com KRISHNA et al. (1991), a transpiração cuticular da seringueira é muito grande e por isso pode haver uma redução maior na taxa fotossintética do que na taxa de transpiração, a despeito das quedas na condutância estomática. SOUZA et al. (2005) assinalam que, sob restrição da condutância estomática, há uma regulação para baixo no aparato fotoquímico, a fim de manter a assimilação de CO<sub>2</sub> mesmo sob condições de estresse. Assim, há uma otimização da assimilação de carbono com relação ao suprimento hídrico disponível (CHAVES et al., 2002).

Todas as plantas sobreviveram ao déficit hídrico, mesmo após os 48 dias seguidos de seca. Este período foi superior àquele observado em condições de casa de vegetação, pois o estresse imposto por BRUNINI & CARDOSO (1998) em pés-francos possuidores de três pares de lançamentos teve uma duração máxima de 15 dias, e resultou na senescência dos genótipos RRIM 600 e IAN 873. Nos experimentos de CASCARDO et al. (1993), com pés-francos de oito meses de idade, a duração máxima do estresse foi de 35 dias. Contudo, sob condições controladas, geralmente o estresse se desenvolve mais rapidamente (KRAMER & BOYER, 1995).

De acordo com o grau de dessecação sofrido pela folha, após as regas, a taxa fotossintética pode exibir um aumento gradual ou, dependendo da severidade da seca, pode não ser mais recuperada (LARCHER, 2000), como verificado no presente estudo. O déficit hídrico pode reduzir a fotossíntese também por um aumento da sensibilidade à fotoinibição (KRAMER & BOYER, 1995; FLEXAS & MEDRANO, 2002) e dano irreversível aos fotossistemas (PASTENES et al., 2005). De fato, foi verificado que, enquanto as plantas controle apresentaram aumento da capacidade de utilização da radiação incidente à medida que atingiram maior idade, o desempenho das plantas submetidas ao déficit hídrico ficou em nível abaixo daquele do início dos experimentos, aos dois meses de idade.

A condutância estomática foi outra variável que não demonstrou recuperação total após a suspensão do déficit hídrico, para nenhum genótipo, embora a taxa de transpiração tenha se restabelecido em níveis semelhantes aos do controle para RRIM 600, RRIM 701 e GT 1. Este comportamento poderia ser explicado, possivelmente, por diferenças estruturais da folha, afetando a permeabilidade da cutícula e a transpiração dela decorrente (BURGHARDT & RIEDERER, 2003).

Em longo prazo, o lento desenvolvimento do déficit hídrico interfere também no crescimento das plantas, devido à redução da taxa de divisão celular, causada pela perda da turgescência e aumento da síntese da ABA

(TEZARA et al., 2002). Embora a divisão, alongamento e diferenciação celular, processos fundamentais para o crescimento, não sejam necessariamente afetados na mesma extensão, os efeitos gerais e mais evidentes são a redução do tamanho da planta, área foliar e produtividade (KRAMER & BOYER, 1995). Das plantas que sofreram o déficit hídrico e posterior recuperação, a altura sofreu redução significativa apenas em RRIM 701 e IAN 873, e em termos do diâmetro do caule e da área foliar, apenas em IAN 873.

Como o alongamento celular cessa antes da interrupção da fotossíntese, alguns autores reportam o que é chamado de crescimento compensatório, sugerindo que metabólitos que foram acumulados durante o período onde o alongamento foi inibido pela falta de turgescência são depois disponíveis para a síntese da parede celular e outros processos associados com o crescimento, após a turgescência ter sido restabelecida (CHAVES et al., 2002). No presente estudo, esta regra somente não se aplicou ao genótipo IAN 873, que se mostrou mais afetado, estando este fato possivelmente associado à menor recuperação de suas trocas gasosas, como verificado ao término dos experimentos.

O diâmetro do caule do porta-enxerto está diretamente ligado com sua aptidão para ser submetido à enxertia. Segundo GONÇALVES et al. (2001), o diâmetro mínimo exigido para a enxertia verde, que permite o aproveitamento de porta-enxertos na idade entre 7 e 8 meses, é de 1 cm de diâmetro a 5 cm do solo. Deste modo, no grupo controle, os genótipos RRIM 701, GT 1 e IAN 873 estariam habilitados para uso como porta-enxerto. Estes resultados são promissores, pois estudos de MARTINS et al. (2000) realizados em Pindorama, distante cerca de 55 km do local do presente estudo, confirmaram que, sob condições normais de irrigação, o uso dos genótipos GT 1 e IAN 873 conferiu aos enxertos as maiores médias de perímetro do tronco antes da enxertia; contudo, o genótipo RRIM 701 foi apontado como o quarto colocado, dentre os sete estudados.

Na região de Olímpia, também distante 50 km do local deste estudo, a enxertia normalmente é iniciada em novembro, época em que os experimentos deste trabalho foram finalizados. Assim, sob condições de déficit hídrico natural, a despeito das demais respostas observadas, o genótipo RRIM 701 estaria apto para enxertia, o que sugere que seu uso como porta-enxerto, nas condições de São José do Rio Preto, deve ser melhor avaliada.

## CONCLUSÕES

Durante o período de cultivo em questão, sob condições controladas os genótipos de seringueira RRIM 701, GT 1 e IAN 873 demonstraram maior aptidão para uso como porta-enxerto. Sem irrigação complementar, embora todos os genótipos estudados tenham sobrevivido ao prolongado déficit hídrico natural, o conjunto de respostas apresentadas após a sua suspensão indicaram que o genótipo IAN 873 foi o mais afetado, e que somente RRIM 701 poderia, ainda, ser utilizado como porta-enxerto.

## AGRADECIMENTOS

A autora agradece à Bióloga Regiane Peres Andreoli, pelo auxílio nos trabalhos de campo; ao Sr. José Donizete Buzatto (Fazenda São João, Olímpia, SP) pelas orientações práticas sobre o cultivo das plantas, e à FAPESP, pela concessão do auxílio-pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- BRUNINI, O.; CARDOSO, M. Efeito do déficit hídrico do solo sobre o comportamento estomático e potencial da água em mudas de seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 7, p. 1053-1060, 1998.
- BURGHARDT, M.; RIEDERER, M. Ecophysiological relevance of cuticular transpiration of deciduous and evergreen plantas in relation to stomatal closure and leaf water potential. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 54, n. 389, p. 1941-1949, 2003.
- CARDOSO, M. Instruções para a cultura da seringueira. 2ª ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1982. 43p. (Boletim, 196).
- CASCARDO, J. C. M.; OLIVEIRA, L. E. M.; SOARES, A. M. Disponibilidade de água e doses de gesso agrícola nas relações hídricas de seringueira. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Brasília, v. 5, n. 1, p. 31-34, 1993.
- CHAVES, M.M.; PEREIRA, J.S; MAROCO, J. et al. How plants cope with water stress in the field. *Photosynthesis and growth*. *Annals of Botany*, Oxford, v. 89, n. 2-3, p. 907-916, 2002.
- EAMUS, D., MYERS, B., DUFF, G. et al. Ecophysiological traits of deciduous and evergreen woody species in the seasonally dry tropics. *Tree Physiology*, Canadá, v. 14, p. 11-16, 1999.
- FLEXAS, J. ; MEDRANO, H. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plantas: stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Annals of Botany*, Oxford, v. 89, n.2, p. 183-189, 2002.
- GONÇALVES, P. S.; MARTINS, A. L. M.; GORGULHO, E. P. et al. Influência de seis porta-enxertos no crescimento de clones de seringueira - avaliação preliminar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 4, p. 553-560, 1994.
- GONÇALVES, P.S.; BATAGLIA, O.C.; ORTOLANI, A.A. et al. Manual de heveicultura para o Estado de São Paulo. São Paulo: Instituto Agrônomo de Campinas, Boletim Técnico 189. 78p. 2001.
- KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. Water relations of plants and soils. London: Academic Press. 1995. 495 p.
- KRISHNA, T. M.; BHASKAR, C. V. S.; RAO, P. S. et al. Effect of irrigation on physiological performance of immature plants of *Hevea brasiliensis* in North Konkan. *Indian Journal of Natural Rubber Research*, Kottayam, v. 4, n. 1, p. 36-45, 1991.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. Trad. Carlos Henrique B. A. Prado. São Carlos: RiMa. 2000. 521 p.
- LIM, T. M.; NARAYANAN, R. Estimation of the area of rubber leaves (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) using two leaflet parameters. *Experimental Agriculture*, Great Britain, v. 8, n. 4, p. 311-314, 1972.
- MARTINS, A. L. M.; RAMOS, N. P.; GONÇALVES, P. S. et al. Influência de porta-enxertos no crescimento de clones de seringueira no estado de São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 9, p. 1743-1750, 2000.
- MEDICI, L. O.; DUARTE, A.P.; FORNAZIER, R.F. et al. Trocas gasosas em duas cultivares de cana-de-açúcar submetidas à seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FIOLOGIA VEGETAL, 8, 2001, Ilhéus, BA, Anais eletrônicos... Ilhéus: CEPLAC, 2001. (CD-Rom).
- PASTENES, C.; PIMENTEL, P.; LILLO, J. Leaf movements and photoinhibition in relation to water stress in field-grown beans. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 56, n. 411, p. 425-433, 2005.
- PRADO, H. Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação e levantamento. Piracicaba: Fundação Biblioteca Nacional, 2000. 181p.
- SAS Institute Inc., SAS/STAT Guide, version 6, third edition, Cary, NC : SAS Institute Inc., 1990. 385p.
- SOUZA, C.R.; MAROCO, J.P.; SANTOS, T.P. et al. Control of stomatal aperture and carbon uptake by deficits irrigation in two grapevine cultivars. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, Amsterdam, v. 106, n. 2-3, p. 261-274, 2005.
- TEZARA, W.; MITCHELL, V.; DRISCOLL, S.P.; et al. Effects of water deficit and its interaction with CO<sub>2</sub> supply on the biochemistry and physiology of photosynthesis in sunflower. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 53, n. 375, p. 1781-1791, 2002.
- ZAR, J. H. *Biostatistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663 p.