
Trocas gasosas, desenvolvimento vegetativo, fenologia e potencial de água foliar de um seringal urbano (*Hevea brasiliensis* (Müell Arg.)), clone RRIM 600, no noroeste paulista (SP/Brasil).

Gas exchange, vegetative development, phenology and water potential of an urban rubber tree plantation (*Hevea brasiliensis* (Müell Arg.)), clone RRIM 600, western of São Paulo (SP/Brazil).

LATANSIO-AIDAR, Sabrina Ribeiro
CONFORTO, Elenice de Cássia
Departamento de Zoologia e Botânica
Universidade Estadual Paulista
São José do Rio Preto

Autor para correspondência: salatansio@yahoo.com.br

Recebido em 10 de fevereiro de 2009; aceito em 4 de março de 2009

RESUMO

A *Hevea brasiliensis* possui grande interesse econômico devido à produção de látex, sendo o Noroeste Paulista um polo preferencial para a heveicultura. Com o objetivo de estudar aspectos biológicos de um seringal urbano (anatomia foliar, desenvolvimento vegetativo, fenologia, potencial de água foliar e trocas gasosas), foi realizado um levantamento preliminar do local para diagnóstico da cultura e seleção da área de estudo, que se encontra às margens da Rodovia Washington Luiz na altura em que atravessa a área urbana da cidade de São José do Rio Preto. As medidas foram realizadas em 2002 e 2003. O comportamento fenológico foi variável, sem sincronia quanto ao início e duração dos eventos; a floração foi dispersa durante o ano e houve pequena formação de frutos. A transpiração estomática apresentou uma relação linear com as variações climáticas locais, e as plantas em geral mostraram boa eficiência no uso da água. Nas curvas de fotossíntese realizadas no período da manhã entre março e dezembro, há uma tendência de depressão do meio dia, e entre maio e agosto o horário de ocorrência da fotossíntese máxima foi observado apenas após 10h. Em dezembro a inflexão da curva é inversa aos demais meses, sugerindo maior capacidade fotossintética ao longo do dia. O crescimento vegetativo foi reduzido no período seco sendo o incremento na espessura da casca o parâmetro mais afetado; contudo, a taxa de crescimento relativo foi maior que em plantas com tratamentos culturais, sugerindo que as condições urbanas favoreceram o crescimento do seringal. Concluímos que o clone RRIM 600 mostrou melhor desempenho nesse seringal urbano que seringais rurais, porém apesar de florações acontecerem, a produção de frutos foi praticamente nula. Sugerimos que esse comportamento seja efeito da poluição da cidade, já que esse seringal não recebeu qualquer tipo de fertilização e/ou tratamentos culturais.

PALAVRAS-CHAVE: trocas gasosas, potencial hídrico, seringueira, crescimento vegetativo.

ABSTRACT

The *Hevea brasiliensis* shows economic interest due natural rubber production, and the northwestern of São Paulo State is a preferential region for rubber tree culture. With the objective to study biological aspects of an urban rubber tree plantation (foliar anatomy, vegetative development, phenology, water potential and gas exchange) was carried out a diagnostic survey to choose study area, and its located aside of the Highway Washington Luiz which across the São José do Rio Preto city. The measurements were taken in 2002 and 2003. The phenologic behavior was variable, without synchrony regarding the initiation and duration of the events; the flower production occurred throughout the year with low fruit production. Transpiration rate showed a linear relation with local climate variations, indicating good water use efficiency, which was reflected in the osmotic potential. Photosynthetic assimilation showed mid-day depression between March and October, and between May and August, a change in the period of maximum values, which occurred after 10 am. In December, the assimilation curve showed an inverse inflection when compared with other periods, suggesting higher photosynthetic capacity during the day. The vegetative growth was reduced in the dry season and the increment in the rind thickness was the most affected parameter; however the relative growth rate was higher than plants under cultural treatments, suggesting that the urban conditions was favorable to rubber

growth. We conclude that RRIM 600 clone showed better performance in this urban rubber plantation than in rural rubber plantations, however despite of the flowers, the fruit production was practically zero. We suggest that this behavior can be effect of city pollution, since it did not receive any sort of fertilization and/or cultural tracts.

KEY WORDS: *gas exchange, water potential, rubber tree, vegetative growth.*

I. INTRODUÇÃO

A seringueira (gênero *Hevea*, família *Euphorbiaceae*) é uma planta de alto valor econômico principalmente pela produção de látex (Gonçalves et al., 1989), produto com qualidades específicas (alto grau de plasticidade e de dissipação de calor) exigidas na confecção de uma gama de manufaturados, como por exemplo, luvas cirúrgicas, preservativos, pneus, revestimentos, curativos e próteses (Ereno, 2003). Estas características da borracha natural diferem significativamente da borracha sintética, obtida do petróleo (Cardoso, 1980).

Tradicionalmente, a seringueira tem sido cultivada na região equatorial entre as latitudes de 10°S e 10°N, com maior produção entre 6°S e 6°N (Pushparajah, 1983). Segundo Gonçalves et al. (1991), nessa faixa, a cultura encontra condições ideais para seu desenvolvimento, representadas por alta pluviosidade anual (2000 a 4000 mm), temperaturas médias anuais de 28°C ± 2°C uniformemente distribuídas, solos com profundidade e permeabilidade adequadas e pH entre 3,8 e 6,0 (ótimo: 4,0 a 5,5). Entretanto, em consequência das dificuldades de produção no trópico superúmido da América Latina (principalmente na Região Amazônica) e do aumento da demanda de borracha natural, as regiões de produção comercial vão desde a latitude 24°N (China) até 25°S (litoral do Estado de São Paulo), indicando que a seringueira é uma planta de excepcional adaptação a grande variedade de condições edafoclimáticas (Ortolani, 1986).

No Brasil (centro primário de diversidade genética de sete espécies de seringueira) são encontradas 11 espécies, inclusive a *Hevea brasiliensis*, espécie de maior importância comercial (Colombo et al., 1989). O estado de São Paulo, historicamente, tem se apresentado como o principal produtor do país, contribuindo em média com 25% da produção nacional. Porém, mesmo com a participação de outros estados (MG, ES, PR), a produção total é altamente deficitária.

Devido ao clima tropical, pluviosidade média anual de 1300 mm e estação seca mais intensa entre junho e setembro, têm se observado bom desempenho da seringueira em grande parte do Planalto Paulista (Gonçalves et al., 1991), onde o município de São José do Rio Preto, que possui temperaturas médias acima de 25° C e ausência de geadas, tem se revelado um pólo preferencial para a heveicultura.

O clone RRIM 600 é considerado suscetível ao vento (Gonçalves et al., 2001), de vigor médio, casca fina, porém de boa renovação quando submetido à sangria, sendo a alta produção seu ponto de destaque. O clone exibe uma tendência de produção crescente, apresentando-se maior no período de senescência, e é considerado pouco resistente ao frio (Gonçalves et al., 1991).

Em 1988, foi implantado um seringal às margens da Rodovia Washington Luiz (SP 310) na altura do Km 450, trecho que atravessa a área urbana da cidade de São José do Rio Preto, visando expansão da área verde. Devido à localização peculiar do mesmo e a falta de tratamentos culturais, essas plantas foram submetidas a estresses ambientais sazonais (menor disponibilidade hídrica devido à compactação do solo no local provocada pela construção da rodovia e maior vulnerabilidade à ocorrência de ventos, aumentada pelo corredor de vento que se forma em rodovias), o presente trabalho buscou verificar as possíveis respostas fisiológicas e de crescimento dessas plantas às condições urbanas a que estão sujeitas. Estes aspectos nunca foram estudados, uma vez que seringais são encontrados exclusivamente em áreas rurais.

II. MÉTODOS

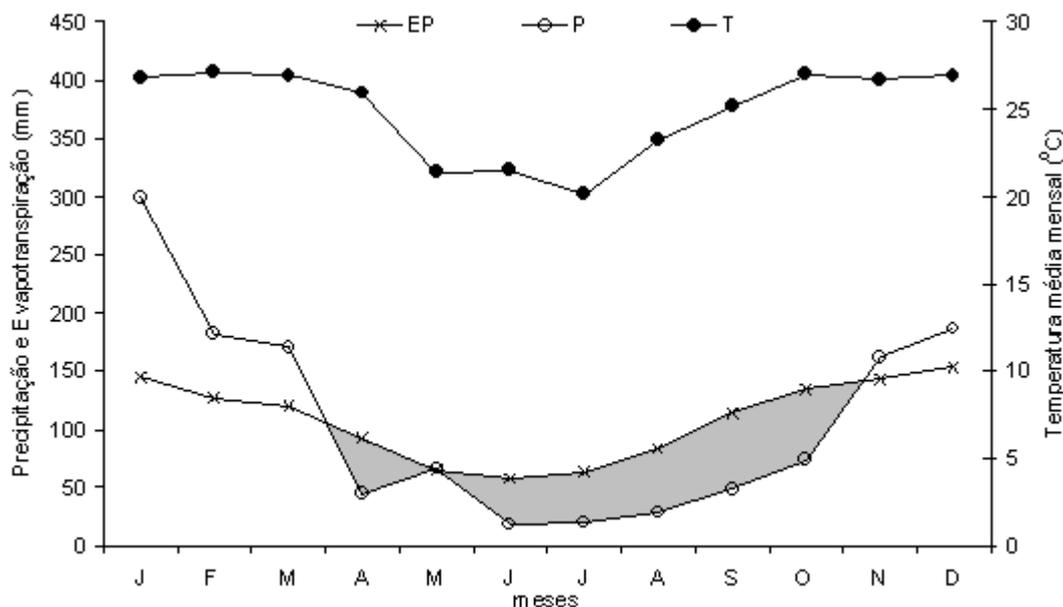
O objeto de estudo foram plantas de seringueira pertencentes ao clone RRIM 600 enxertadas sobre TJ 16 (14 anos de idade), localizadas às margens da SP 310 na altura em que esta atravessa a área urbana da cidade de São José do Rio Preto (entre Km 437 e 440). As plantas não receberam quaisquer tratamentos culturais além do enriquecimento do solo (superfosfato e esterco de galinha puro) no momento do plantio, em 1988. Segundo a classificação climática de Koeppen, a região é Aw e a precipitação média anual é de 1300 mm, com estação seca entre junho e setembro (Figura 1).

Ao final de 2002, foi realizado um diagnóstico inicial do seringal, por meio de um memorial descritivo que avaliou a distância entre as plantas, o diâmetro do caule a 1,2 m do calo de enxertia, altura do início da copa, ocorrência de danos ao tronco e à copa, quantificação de ramos ladrões, plantas sadias, plantas mortas e bifurcações. A escolha do local para acompanhamento experimental foi baseada em critérios de densidade de plantas sadias, quantidade de danos nas plantas, perímetro do tronco, declividade e facilidade de acesso ao terreno.

Os estudos de anatomia foliar e de trocas gasosas foram realizados em 50 folhas maduras sem danos ou doenças, no folíolo médio do segundo lançamento expandido (Lleras e Medri, 1978). Para determinação da frequência estomática, utilizou-se a técnica descrita por Johansen (1940), em que se utiliza solução de Jeffrey para remoção da epiderme inferior, que é então corada com safranina hidroalcoólica. As

densidades estomáticas (estômatos mm^{-2}) foram determinadas em três regiões da folha (apical, mediana e basal) com uso de uma câmara clara em microscópio de luz (modelo JENAMED, marca Carlzeiss Jena) no aumento de 40x, em 15 lâminas examinando-se 10 campos por lâmina.

Figura 1. Balanço hídrico de São José do Rio Preto/SP entre 2000-2004. Dados da estação meteorológica do



Centro Integrado de Informações agrometeorológicas CIIAGRO (Thornthwaite & Mather, 1955); EP = evapotranspiração potencial (mm); P = precipitação (mm); T = temperatura média mensal ($^{\circ}\text{C}$); área em cinza indica déficit hídrico. (Fonte: <http://ciiagro.iac.sp.gov.br/ciiagroonline>). Acesso em Fev/2005.

Foram monitorados mensalmente (entre mar e dez/2003) as trocas gasosas e o potencial de água (IIa), com uso de Analisador portátil de trocas gasosas por infravermelho (ADC, UK, modelo LCA 4) e Microvoltímetro HR-33T (Wescor, USA), respectivamente. As medidas de trocas gasosas (fotossíntese - A, transpiração - E, condutância estomática - g_s , concentração interna de CO_2 na câmara subestomática - C_i , radiação fotossinteticamente ativa - RFA) foram obtidas a cada hora, entre 7h e 12 h, quando a demanda de evapotranspiração ainda não é máxima e a RFA é alta (Toler da Silva, 1998). No local de medida essas condições foram marcadas por temperatura média de 40°C , irradiância média de $1700 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e umidade relativa variando de 65% no início da manhã a 30% ao meio dia. Todas as medidas foram padronizadas para o folíolo médio de 90 folhas maduras da copa, em uma amostra de 10 plantas. Foram utilizados CO_2 e luz solar natural incidente perpendicular à folha e para isso, as medidas foram obtidas em dias ensolarados. Para determinação do Ψ_a foliar foram utilizadas as 15 folhas coletadas na primeira e na última medida das trocas gasosas, transportadas em gelo até o laboratório, onde foram maceradas inteiras para extração do suco celular no extrator de seiva por pressão (LP-27). Os discos de papel de filtro de amostragem (SS-033) foram inseridos no psicrômetro de par termoeletrônico (Câmara C-52, Wescor), conectados a um microvoltímetro de ponto de orvalho (HR-33T, Wescor).

O acompanhamento do crescimento vegetativo foi realizado a cada dois meses e consistiu na mensuração do diâmetro do tronco e espessura da casca a 1,20 m do calo de enxertia, em três medidas por planta (de uma amostra de 20 plantas) com uso de fita métrica e paquímetro, respectivamente.

O estudo de fenologia baseou-se na metodologia proposta por Moraes (1982), que consiste na observação regular do grupo de plantas amostrado, para determinação dos principais eventos fenológicos. A atribuição do acontecimento foi considerada quando mais da metade da planta apresentou a característica em questão e o evento foi aceito quando observado em mais de 50% da amostra de 20 plantas. As observações foram realizadas semanalmente (dez/2002 a jan/2004).

Os parâmetros climáticos e os dados de balanço hídrico da região para o período de 2000 a 2004 foram obtidos junto à Estação Meteorológica do Centro Integrado de Informações agrometeorológicas CIIAGRO (Thornthwaite e Mather, 1955).

Os dados obtidos foram analisados com uso do Programa Winstat (Microsoft Excel) e tabelas estatísticas (ZAR, 1999), nos testes das médias foram utilizados os modelos estatísticos LSD e Tuckey.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diagnóstico inicial do seringueira possibilitou a escolha do local e do número total de plantas amostradas ($n = 30$). O uso do folíolo médio para obtenção das medidas das trocas gasosas da seringueira foi preconizado por Resnick e Mendes (1979) e como não houve variação estatisticamente significativa entre as

três regiões da folha analisadas (Tabela 1) convencionou-se posicionar o analisador de trocas gasosas nessa porção da folha.

Os valores de densidade estomática (Tabela 1) foram superiores aos de plantas sob outras condições de cultivo. Conforto (1995) encontrou densidade estomática na região apical de 320,75 estômatos/mm² e de 292,13 estômatos/mm² para a região mediana em folhas de seringueiras com 10 anos de idade, num seringal rural, em Piracicaba (SP).

Tabela 1. Valores médios de densidade estomática (estômatos/mm²), desvio padrão (\pm SD) e análise de variância (F), em três regiões do folíolo médio das plantas de seringueira (ápice, meio e base) com 14 anos de idade, clone RRIM 600, localizadas às margens da rodovia Washington Luiz (SP 310) em São José do Rio Preto/SP.

Região do Folíolo	Densidade estomática média (mm ²) \pm SD
Ápice	358,43 \pm 33,495
Meio	382,98 \pm 43,790
Base	367,03 \pm 32,462
F	2,276 ns

* ns = não significativo com 5% de probabilidade.

A circunferência do tronco apresentou uma faixa de variação bastante superior à da espessura da casca, como indicam os valores do desvio padrão (Tabela 2). Esses dois parâmetros são fortemente relacionados à produção, embora o grau de importância de cada um seja motivo de controvérsia entre pesquisadores. Paiva et al. (1983) indicam a espessura da casca como o parâmetro de maior importância na seleção de clones produtivos. Lavorenti et al. (1990) sugerem que a contribuição de cada parâmetro no tocante à produção é de 36% para a circunferência do caule e 41% para a espessura da casca, afirmando que a seleção para vigor pode basear-se na espessura da casca. Entretanto, Evers et al. (1960) apresentam evidências experimentais de que o vigor esteja positivamente correlacionado com o desenvolvimento da circunferência do caule.

As médias encontradas para espessura da casca (Tabela 2) estão acima das encontradas na literatura para plantas de seringueira que receberam tratamentos culturais: plantas com 10 anos, em Piracicaba (média de 0,71 cm; Conforto, 1995); com 11 anos, cultivadas em Manaus (0,39 cm; Gonçalves et al., 1982); com 22 anos em Paqueta-Açú e Ubatuba (0,63 cm; Gonçalves et al., 1994), e em Campinas (média de 0,86 cm; Kalil Filho, 1982). Do mesmo modo, as médias de circunferência do caule apresentaram-se maiores que de plantas com 10 anos que receberam tratamentos culturais em Campinas (60,69 cm; Gonçalves et al., 1994), e plantas com 22 anos (79,83 cm; Kalil Filho, 1982).

Tabela 2. Crescimento vegetativo: perímetro do tronco (cm), espessura da casca (cm), e desvio padrão (\pm SD), a 1,20 m do calo de enxertia, para plantas de seringueira com 14 anos de idade, clone RRIM 600, localizadas às margens da rodovia Washington Luiz (SP 310) em São José do Rio Preto/SP. Letras diferentes em cada coluna indicam significância para ANOVA; p < 0,05.

Data	Perímetro (cm) \pm SD	Espessura (cm) \pm SD
Dez 02	77,2 \pm 15,9 ^b	0,54 \pm 0,09 ^c
Mar 03	78,9 \pm 14,6 ^{ab}	0,97 \pm 0,20 ^b
Abr 03	80,0 \pm 15,0 ^{ab}	0,96 \pm 0,12 ^b
Jun 03	81,5 \pm 15,0 ^{ab}	0,97 \pm 0,15 ^b
Ago 03	81,5 \pm 15,0 ^{ab}	0,94 \pm 0,18 ^b

Out 03	82,1 ± 15,4 ^{ab}	0,94 ± 0,20 ^b
Dez 03	83,2 ± 15,4 ^{ab}	1,05 ± 0,15 ^a
Mar 04	87,4 ± 15,4 ^a	1,09 ± 0,20 ^a

O incremento médio anual para circunferência do caule observados na área de estudo (9,41 cm.ano⁻¹) é maior que os encontrados por Cavalcante e Conforto (2002) para plantas entre 4 e 16 meses de idade (3,76 cm.ano⁻¹) e também por Gonçalves et al. (1994) para plantas imaturas (7,08 cm.ano⁻¹) e adultas (5,76 cm.ano⁻¹), todas estas submetidas a tratos culturais. Assim, as plantas avaliadas neste estudo, conduzido em seringal urbano, mostraram maior crescimento em relação a plantas cultivadas em áreas rurais com tratos culturais, indicando que mesmo sem tratos culturais, o ambiente urbano permite melhor desempenho.

Ainda na Tabela 2, entre março e outubro de 2003, o crescimento apresentou-se menor para ambos os parâmetros medidos com valores não diferindo significativamente. Esse período coincide com a estação seca na região que resulta em menor disponibilidade hídrica e, conseqüentemente, uma diminuição no incremento do diâmetro e da espessura da casca devido a diferenças na turgescência do tronco (dados não mostrados). Porém, quando comparados com os valores encontrados na literatura, as médias e o incremento anual do caule são bastante elevados, corroborando a afirmação de Gregg et al. (2003) que indicam acentuado crescimento das plantas em áreas urbanas devido à menor concentração atmosférica de ozônio presente nas grandes cidades, quando comparada com as áreas rurais.

O aparato estomático da seringueira é relatado como bastante sensível a variações ambientais (Martins et al., 1993) e, segundo Brunini e Cardoso (1998), o fechamento estomático foi verificado após sete dias sob condição de estresse hídrico em casa de vegetação. Contudo, em campo, o déficit hídrico desenvolve-se mais lentamente (Kramer, 1983) e no presente estudo, o fechamento estomático não foi verificado, mesmo após 19 dias de estiagem. Aliado a esse fato, a análise da fotossíntese líquida (Figura 2) mostra que mesmo sob altas temperaturas (40°C), os estômatos não se fecharam totalmente (Figura 3), apesar da condutância estomática (gs) se manter, na maioria dos meses, abaixo de 0,1 μmol m⁻² s⁻¹, o que caracteriza uma condição de alto stress hídrico (Flexas et al., 2006).

Segundo Subbarao et al. (1995), o controle do fechamento estomático é um dos mecanismos utilizados pela planta para minimizar as perdas de água, porém, apesar de permitir uma maior conservação de água, causa redução da assimilação de CO₂, o que não foi observado nesse estudo. Assim, a redução de gs para valores abaixo de 0,1 μmol m⁻² s⁻¹, não reduziu A via redução de Ci, que por sua vez não mostrou valores menores que 150 μmol m⁻² s⁻¹ (Figura 4).

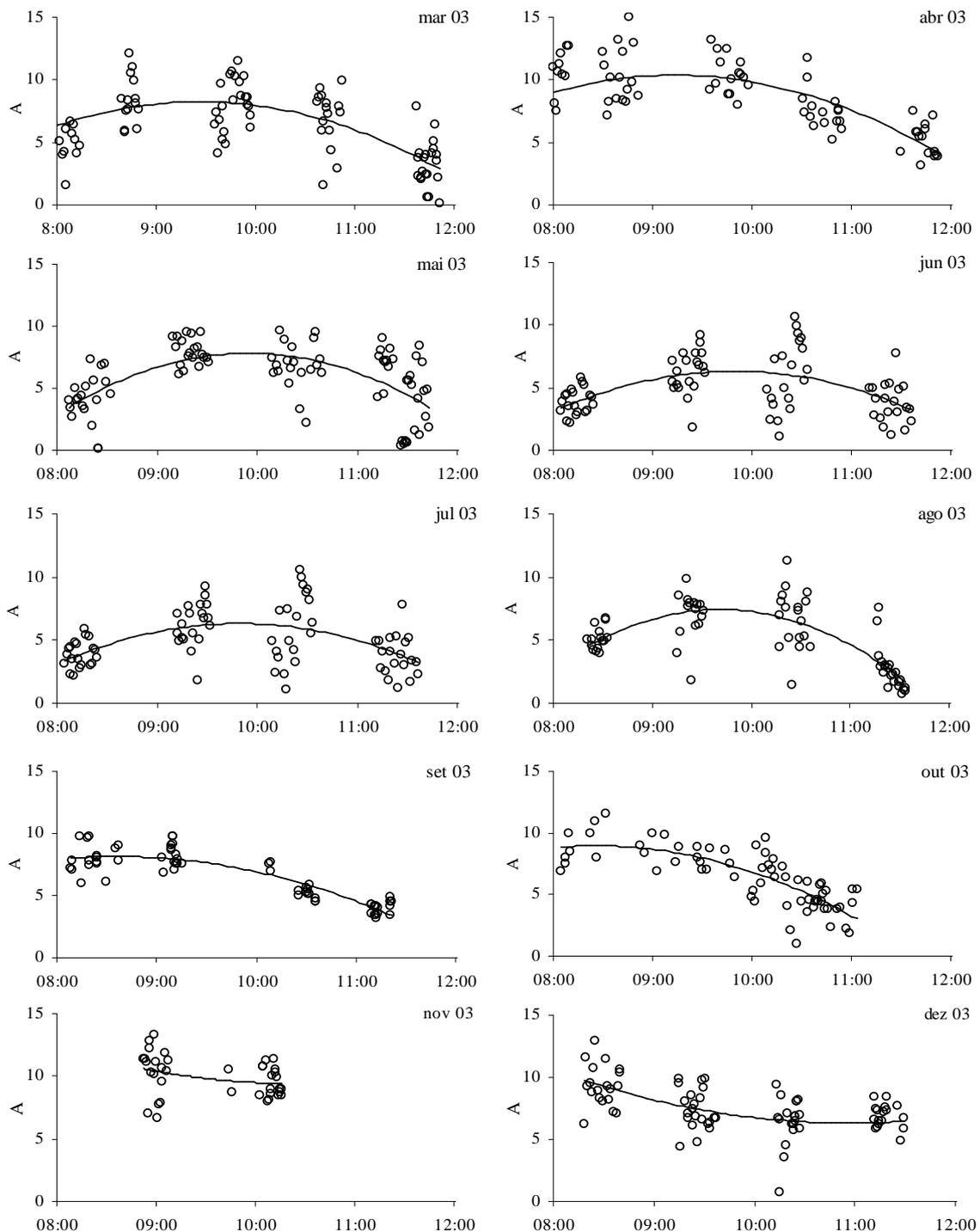


Figura 2. Assimilação líquida de CO₂ (A – μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) avaliada entre 7:00h e 12:00h, entre os meses de março e dezembro de 2003, para plantas de seringueira com 14 anos de idade, clone RRM 600, localizadas às margens da rodovia Washington Luiz (SP 310) em São José do Rio Preto/SP.

Nos meses de março a outubro, observa-se uma tendência de depressão do meio dia, e nos meses mais secos (maio a agosto) uma mudança no horário de ocorrência de A máxima, verificada após as 10h, diferente dos meses mais úmidos, quando A máxima foi observada a partir das 8h. Nesses meses (nov e dez) a inflexão da curva é inversa aos demais meses, sugerindo maior capacidade fotossintética ao longo do dia, diretamente relacionada à maior disponibilidade hídrica possibilitada pelas chuvas abundantes nesses meses. Em novembro as medidas foram dificultadas pelas chuvas e em janeiro e fevereiro, os dias nublados impossibilitaram medidas satisfatórias.

No mês de junho, caracterizado por baixa pluviosidade (25,6 mm), os valores máximos de A foram menores que nos outros meses (7,15 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ – Figura 2), porém a fotossíntese foi ainda mais elevada quando comparamos com os valores obtidos por Cavalcante e Conforto (2002), em plantas jovens de seringueira para o mesmo clone (6,86 μmol m⁻² s⁻¹).

A Figura 4 mostra que a eficiência no uso da água ($EUA = A/E$) foi sempre maior nos primeiros horários (máximo de $5\mu\text{mol CO}_2 \cdot \mu\text{mol H}_2\text{O}^{-1}$) e caiu gradualmente conforme a umidade relativa até o meio do dia (valores pouco maiores que $1\mu\text{mol CO}_2 \cdot \mu\text{mol H}_2\text{O}^{-1}$), sendo melhor no mês de agosto. A EUA se manteve bastante estável ao longo do ano, mesmo nos meses mais secos, mostrando eficiente adaptação para evitar a perda de água.

Atkinson et al. (1991) afirmam que a exposição a poluentes atmosféricos dos grandes centros urbanos pode alterar as respostas com ajustamentos no grau de abertura estomática, permitindo que a perda de água por transpiração seja balanceada em relação a assimilação de CO_2 , sob condições em que a fotossíntese e a concentração interna de CO_2 flutuam. A fotossíntese obteve pouca variação durante os meses, e mesmo no período mais seco, não chegou à zero. A redução da fotossíntese (e produtividade) é uma resposta comum ao estresse ocasionado pela poluição em ecossistemas de floresta (Aidar et al., 2002). Contudo, quando comparamos plantas crescidas em áreas urbanas com plantas de áreas rurais, a produtividade é menor em áreas rurais, e, paralelamente a fotossíntese também é maior nas plantas de áreas urbanas (Gregg et al., 2003).

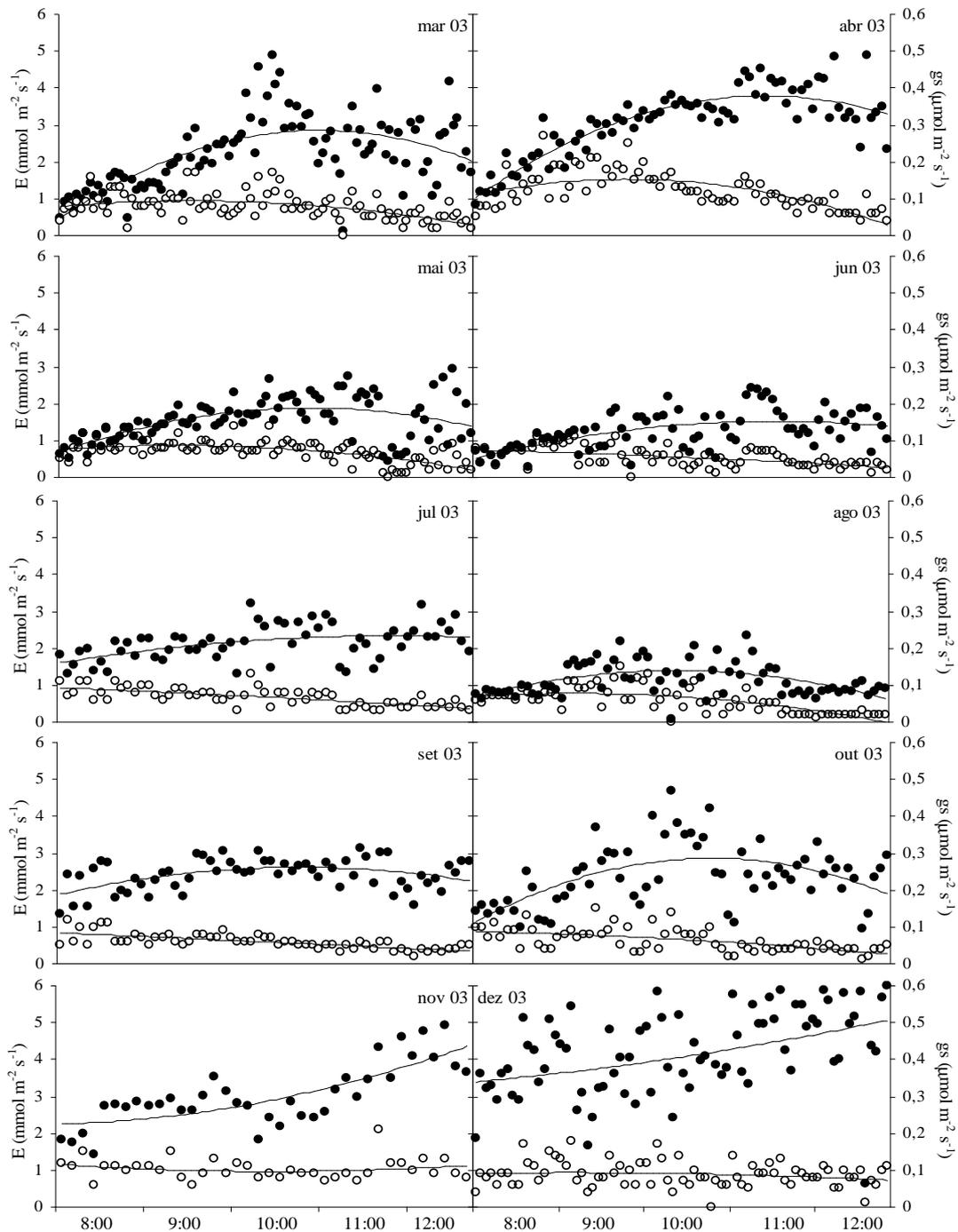


Figura 3. Transpiração líquida (E – $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e condutância estomática (g_s – $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) avaliados entre 7h e 12h, entre os meses de março e dezembro de 2003, para plantas de seringueira com 14 anos de idade, clone RRIM 600, localizadas às margens da rodovia Washington Luiz (SP 310), em São José do Rio Preto/SP.

Ao contrário do que se esperava, o potencial de sequestro de CO_2 pelas plantas é bem menor em ecossistemas de florestas que em ambientes ricos em dióxido de carbono (grandes centros urbanos), pois nessas condições, a planta exibe um aumento de açúcares e dobra a assimilação de dióxido de carbono, fazendo a fotossíntese gradualmente aumentar (Aidar et al., 2002).

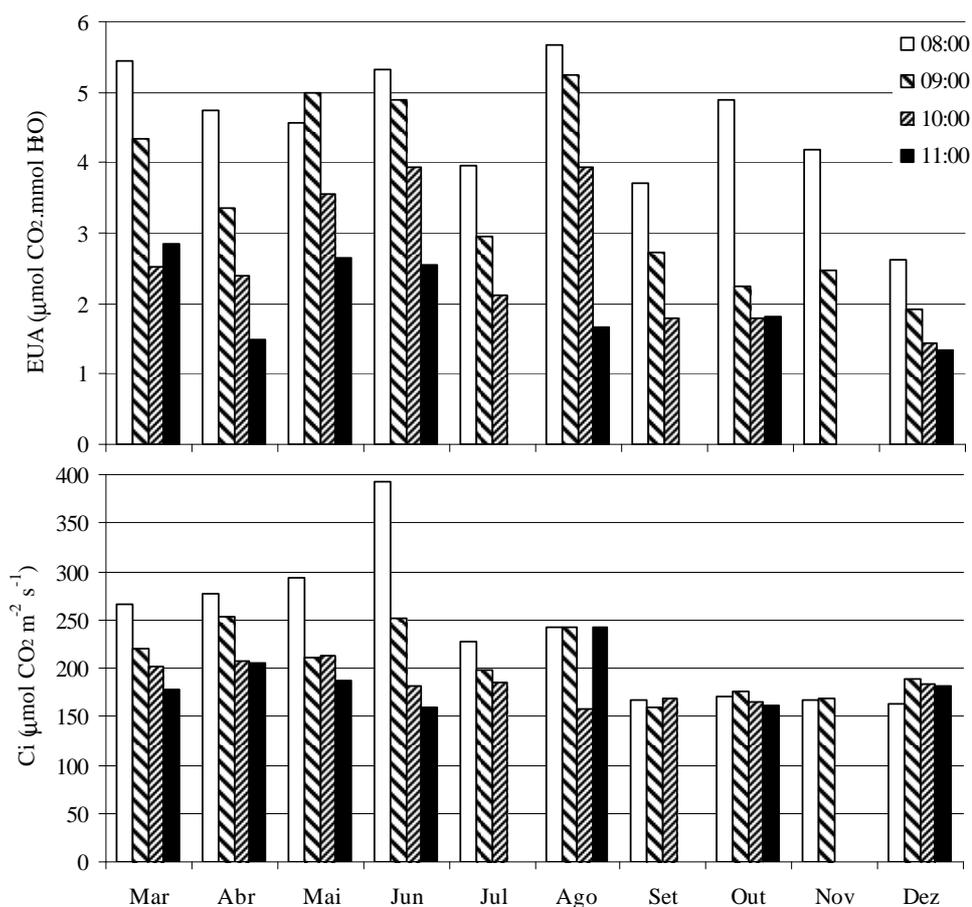


Figura 4. Médias horárias da eficiência no uso da água (EUA - $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mmol H}_2\text{O}$) e concentração interna de CO_2 na câmara subestomática (Ci - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), avaliados entre 7h e 12h, entre os meses de março e dezembro de 2003, para plantas de seringueira com 14 anos de idade, clone RRM 600, localizadas às margens da rodovia Washington Luiz (SP 310) em São José do Rio Preto/SP.

Foi observado, para seringueiras, que o potencial da água na folha decresce linearmente com a diminuição do potencial da água no solo, da mesma maneira que a taxa fotossintética e a condutância estomática (CONCEIÇÃO et al., 1985). As médias mensais de Ψ_a foliar (Figura 5) apresentaram pequena variação, sendo que as maiores diferenças ocorreram entre os horários das medidas ao longo do dia. Os maiores valores foram obtidos em agosto, setembro e outubro, sendo os dois primeiros meses bem secos (com pluviosidade de 16 e 7 mm, respectivamente), e o último mais úmido (precipitação de 114,4 mm), entretanto as diferenças foram consideradas estatisticamente não significativas. No segundo horário de medida, sob maior radiação (12 h), os valores médios de cada mês foram aumentando gradativamente entre março e junho, decaindo novamente em julho, quando os valores para as trocas gasosas foram menores que nos demais meses. Nos meses seguintes não foi observado um padrão de comportamento.

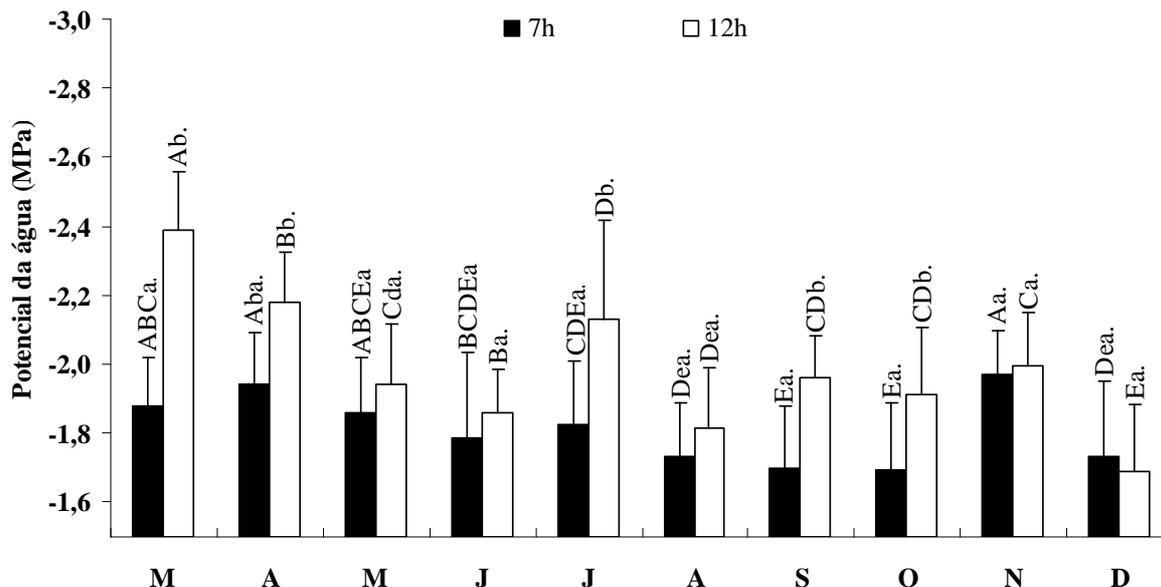


Figura 5. Potencial de água foliar (Ψ_a) às 7h da manhã e ao meio dia, para plantas de seringueira com 14 anos de idade, clone RRIM 600, localizadas às margens da rodovia Washington Luiz (SP 310) em São José do Rio Preto/SP. Letras diferentes indicam significância estatística para ANOVA ou Teste T; $p < 0,05$. Letras maiúsculas comparam o mesmo horário ao longo dos meses; letras minúsculas comparam os horários entre as coletas mensais.

Os meses de março, abril e julho foram os que obtiveram maior variação significativa da primeira para a segunda medida ao longo do dia. O que se observou de comum para esses meses foi uma alta queda de umidade relativa entre o primeiro e o segundo horários de avaliação (dados não mostrados).

Existem poucos estudos sobre Ψ_a em seringueiras, entretanto Brunini e Cardoso (1998) indicam valor de $-7,0$ MPa para os clones jovens de RRIM 600, sob condições controladas de estresse hídrico por 15 dias, valor esse, bastante abaixo dos observados nesse estudo. Desse modo, podemos sugerir que as plantas deste estudo apresentaram alta capacidade de tolerância à desidratação, o que permitiu a manutenção de altos valores de A das folhas com déficit hídrico apesar da baixa recuperação noturna confirmada pelos altos valores de Ψ_a da antemanhã.

As observações fenológicas mostraram uma predominância da presença de folhas maduras durante todo o tempo de observação, com uma sensível diminuição no período entre maio e agosto, meses onde a senescência foi mais acentuada (Figura 6). A queda de folhas ocorreu de modo não sincronizado entre os indivíduos amostrados nos meses de maio a novembro, com maior caracterização do evento em junho.

A duração do período de hibernação em seringueiras, compreendido entre a senescência e a queda das folhas e o período de rebrota foliar, depende da constituição genética da planta, da intensidade e duração do déficit hídrico na estação seca e também das condições de nutrição mineral (Moraes, 1980). No seringal em estudo, esse período não pôde ser bem caracterizado, pois a rebrota foliar iniciou-se paralelamente à queda de folhas. Folhas jovens foram observadas em 70% da amostra nas duas primeiras semanas de janeiro, o que se seguiu até o final do mês. Essa situação caracterizou as primeiras semanas de fevereiro, março e abril, quando as primeiras plantas apresentaram queda foliar. Em geral, o tempo que a folha jovem levou para expandir-se e adquirir a tonalidade verde-escuro típico da folha madura variou de uma a três semanas em 60% das plantas e de 4 a 6 semanas nos 40% restantes.

A senescência foliar, assim como a floração, ocorreu gradualmente e iniciou-se em épocas diferentes entre as plantas: 10% iniciaram em março, 65%, em abril, 5%, em maio e 20%, em junho. Porém houve grande variação na duração do evento para cada planta individualmente, entre três e 17 semanas. O desfolhamento total (hibernação) só foi observado em 30% da amostra em julho, e em outros, 15% em setembro.

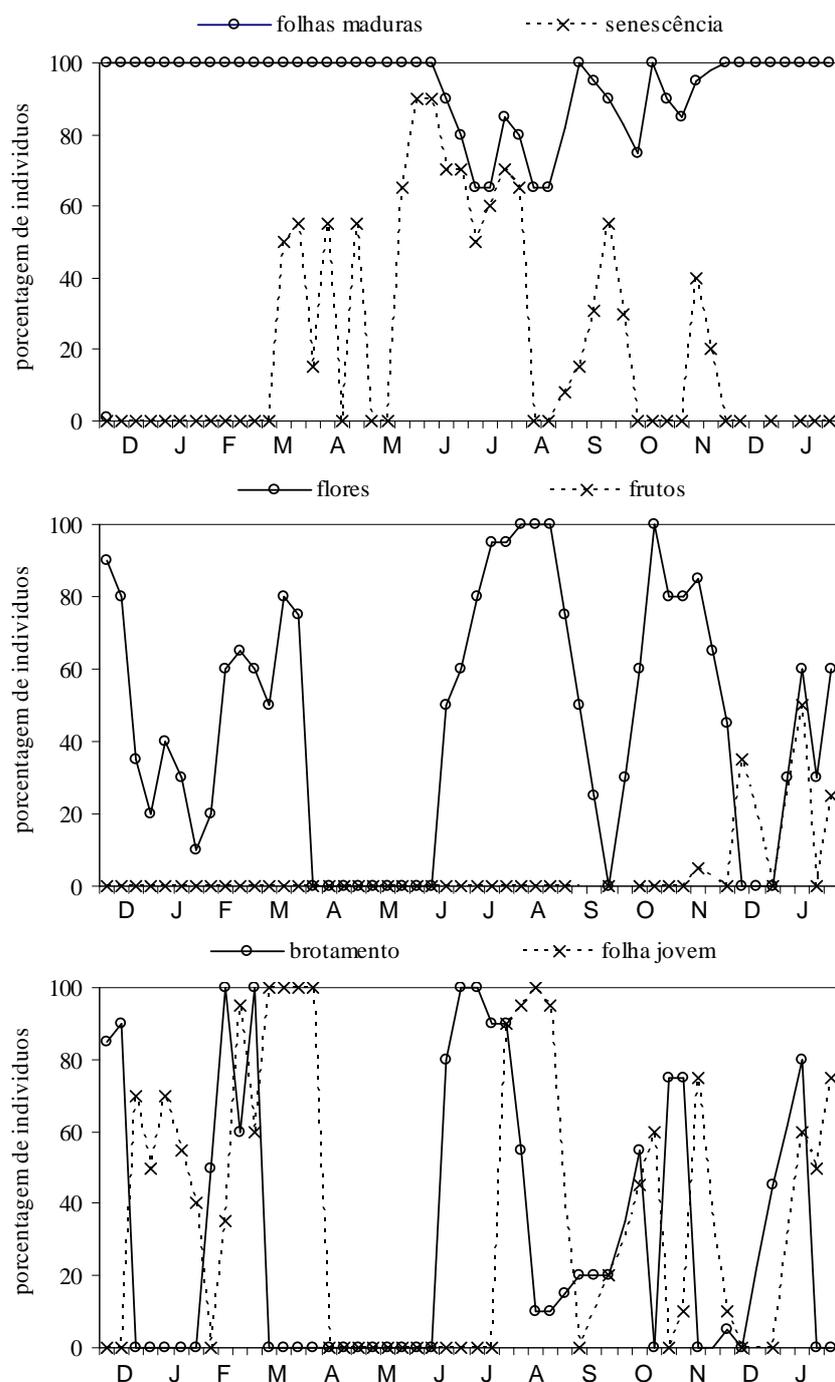


Figura 6. Eventos fenológicos observados semanalmente, entre dezembro de 2002 e janeiro de 2004, para plantas de seringueira com 14 anos de idade, clone RRIM 600, localizadas às margens da rodovia Washington Luiz (SP 310) em São José do Rio Preto/SP.

Cultivado em Piracicaba, o cultivar RRIM 600 mostrou uma queda foliar em setembro, e a partir daí, apresentou uma sobreposição entre os períodos de senescência, queda foliar e emissão de lançamentos (Conforto, 1998), entretanto no presente estudo, a queda foliar iniciou-se em maio. O sinal para a abscisão foliar em espécies perenes acontece frequentemente devido a fatores externos, como o excesso de radiação, diminuição no comprimento do dia, ocorrência de certos limites de temperatura ou por situações de estresse (Reich e Walters, 1992).

O comportamento observado de queda natural com longo período em comum com a senescência foliar, e queda natural das folhas concomitante à emissão de lançamentos foliares, ficando as plantas pouco desfolhadas (com persistência de folhas maduras), está de acordo com o trabalho realizado por Conforto (1998), quando o clone RRIM 600 apresentou um escalonamento populacional, ou seja, o ritmo fenológico foi diferenciado entre os indivíduos da população, fato também constatado no presente estudo.

Houve duas épocas principais de brotamento foliar: a primeira foi iniciada em janeiro (época úmida) e a segunda em junho (época seca). Porém, os eventos ocorreram durante todo o ano, com exceção dos meses de abril e maio, não mostrando relação com as trocas gasosas.

A frutificação aconteceu de forma lenta e não ocorreu em todas as plantas (30% não frutificaram); esse evento foi mais bem caracterizado nos meses de dezembro de 2003 e janeiro de 2004. Os frutos apareceram em pequena quantidade (1 a 5 frutos por planta) e permaneceram nas árvores de 1 a 2 semanas, apesar da floração ter ocorrido várias vezes durante o ano, sendo nula entre abril e junho, meses em que as folhas jovens estavam em processo de amadurecimento.

Em algumas plantas, verificou-se a presença de flores por duas semanas consecutivas, seguidas por ausência nas duas semanas subsequentes e nova ocorrência no mês seguinte (principalmente em fevereiro, março e abril). Uma planta floriu por 4 meses (janeiro, fevereiro, março e abril). Em termos de início do evento em cada planta em particular, 45 % iniciaram sua floração em janeiro, outras 35 %, em fevereiro, 15 %, em março e 5 %, em abril.

Ao final de junho, 50% das plantas voltaram a emitir lançamentos florais que permaneceram em julho (95%) e agosto (100%). Em setembro, a floração diminuiu gradualmente até atingir os 20% na última semana, voltando a aumentar em outubro (60%), com pouca frutificação. De modo geral, todas as plantas emitiram flores mais de uma vez (entre janeiro e outubro, em intervalos irregulares), e nenhuma delas resultou em frutos ao longo de um período de 9 meses. O período entre floração e formação de frutos para seringueiras, segundo Gonçalves et al. (1989) varia de 4 a 5 meses.

A frutificação é um evento típico de períodos secos, para a maioria das plantas tropicais, ou um estágio que ocorre durante todo o ano (em fases de crescimento e maturação). Vieira et al. (1989), observaram a frutificação em seringueiras (clone RRIM 600), no município de Colina-SP, entre os meses de fevereiro e maio, com duração do evento por um período de 71 dias. Fato discordante nas plantas amostradas no presente estudo, que só frutificaram ao final do ano (com máximo de cinco frutos por planta) após várias florações sem frutos.

IV. CONCLUSÃO

Não existem muitos estudos em seringal que abordam ecofisiologia dessa maneira, e quando existem, são na sua maioria, realizados em seringais cultivados em áreas rurais e com tratamentos culturais. Comparando o seringal deste estudo, plantado em área urbana, com os poucos dados de literatura para o clone RRIM 600, observamos que o seringal urbano estudado apresentou maior densidade estomática, maior crescimento em espessura e diâmetro, alta capacidade de tolerância à desidratação, bom controle de perda de água, maiores taxas de A e boa EUA, apesar de se mostrar sob estresse hídrico na maior parte do ano e não receber qualquer tipo de tratamento cultural em toda a sua vida.

Porém, mesmo com esse bom desempenho, as plantas apresentam várias florações ao longo do ano e frutificação pouco evidente, com escalonamento fenológico populacional. Assim, observamos que plantas de seringueira do clone RRIM 600 exibem alta adaptação a ambientes urbanos, e melhor desempenho que plantas crescidas em ambientes rurais com tratamentos culturais, porém, com baixa produção de frutos. Como essas plantas não receberam qualquer tipo de fertilizante e/ou tratamentos culturais, sugerimos que a poluição da cidade está de alguma forma contribuindo para esse melhor desempenho e ao retardo da frutificação. As plantas vivendo sob constante estresse hídrico acabam por investir mais em manutenção que em reprodução. Uma maior investigação sobre a estrutura reprodutiva dessas plantas e sobre as quantidades exatas de gases advindos da poluição da cidade que chegam ao seringal faz-se necessária.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDAR, M.P.M. et. al. Effect of atmospheric CO₂ enrichment on the establishment of seedling of jatobá, *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Biota Neotropica*, Campinas, v.2, n.1, p.1-10, 2002.
- ATKINSON, C.J.; WOOKEY, P.A.; MANSFIELD, T.A. Atmospheric pollution and the sensitivity of stomata on barley leaves to abscisic acid and carbon dioxide. *New Phytologist*, Lancaster, v.117, p.535-541, 1991.
- BRUNINI, O.; CARDOSO, M. Efeito do déficit hídrico no 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.
- CALBO, M.E.R.; MORAES, J.A.P.V. Fotossíntese, condutância estomática, transpiração e ajustamento osmótico de plantas de buriti submetidas a estresse hídrico. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Campinas, v.9, n.2, p.117-123, 1997.
- CARDOSO, M. Instruções para a cultura da seringueira. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1980. (Boletim Técnico, 196).

- CAVALCANTE, J.R.; CONFORTO, E.C. Desempenho de cinco clones jovens de seringueira na região do planalto ocidental paulista. *Bragantia*, Campinas, v.61, n.3, p.237-245, 2002.
- COLOMBO, C.A. Importância, conservação e uso do germoplasma em *Hevea* spp. *O Agrônomo*, Campinas, v.41, n.3, p. 21-25, 1989.
- CONCEIÇÃO, H.E.O. da .et. al . Resistência à seca em seringueira I. Balanço e produção primária em seis clones submetidos a déficit. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.9, p.1041-1050, 1985.
- CONFORTO, E.C. Estado hídrico e alguns parâmetros fenológicos, anatômicos, biométricos e produtivos de três cultivares de seringueira (*Hevea* spp.) em Piracicaba, SP. 1995. 192 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Biologia Vegetal) Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.
- CONFORTO, E.C. Estudos fenológicos em seringueira: importância, metodologia e aplicação. *Revista Hispecí & Lema*, Bebedouro, v.3, p.75-78, 1998.
- COUTINHO, A.C.F.; CONFORTO, E.C. Desenvolvimento vegetativo, estrutura do limbo foliolar e trocas gasosas em plântulas de cinco cultivares de seringueira (*Hevea brasiliensis*, Müell. Arg.). *Naturalia*, São Paulo, v.26, p.159-174, 2001.
- ERENO, D. Curativo de borracha. *Revista Pesquisa Fapesp*, São Paulo, n.88, p.66-69, 2003.
- EVERS, E.; VERBEKE, R. ; MAERTENS, C. Relations entre climat, la phénologie e la production de l'Hevea. Bruxelles: INEAC, 1960. (Série Scientifique, v.84)
- FLEXAS, J. et al. Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 127, p. 343-352, 2006.
- GONÇALVES, P.S. et. al.. Comportamento preliminar de alguns clones de seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.17, n.10, p.1447-1456, 1982.
- GONÇALVES, P.S. et. al. Clones de Hevea: influência dos fatores ambientais na produção e recomendação para o plantio. Campinas: Instituto Agrônomo, 1991. 78p. (Boletim Técnico IAC n.138)
- _____. Desempenho de novos clones de seringueira da série IAC II. Seleções promissoras para a região do planalto do Estado de São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, n.8, p.1215-1224, 1994.
- _____. Manual de heveicultura para o estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 78 p. (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC 189).
- GREGG, J.W.; JONES, C.G.; DAWSON, T.E. Urbanization effects on tree growth in the vicinity of New York city. *Nature*, New York, v.424, p.183-183, 2003.
- HSIAO, T.C.; ACCEVEDO, E.; FERERES, E.; HENDERSON, D.W. Stress metabolism - Water stress, growth and osmotic adjustment. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences*, London, n.273, p.479-500, 1976.
- JOHANSEN, D.A. *Plant microtechnique*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1940.
- KALIL FILHO, A.N. Potencial de produtividade e estabilidade fenotípica na caracterização de danos de seringueira (*Hevea* spp). 1982. 82f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.
- LAVORENTI, C. et. al. Relação entre diferentes caracteres de plantas jovens de seringueira. *Bragantia*, Campinas, v.49, n.1, p.93-103, 1990.
- LLERAS, F.; MEDRI, M.F. Comparação anatômica entre folhas diplóides e poliplóides do híbrido *Hevea brasiliensis* x *benthiana* (IAN 717). *Acta Amazônica*, Manaus, v.8, n.4, p. 565-575, 1978.
- MARTINS, A.L.C. et. al. Índice de área foliar, transpiração e turgescência relativa do tronco de cultivares de seringueira. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v.68, n.1, p.43-55, 1993.
- MORAES, V.H.F. *Fisiologia* – Parte I. Belém: FCAP/SUBHEVEA, 1980. VII Curso de especialização em heveicultura

ORTOLANI, A.A. Agroclimatologia e cultivo da seringueira. In: ANAIS DO SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, Anais. Campinas: Fundação Cargill, p.11-32, 1986.

PAIVA, J.R.; GONÇALVES, P.S.; VALOIS, A.C.C. Avaliação preliminar do comportamento de novos clones de seringueira em Manaus. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.18, n.2, p.147-158, 1983.

PARRY, M. A. Rubisco Activity: Effects of Drought Stress. *Annals of Botany*, Exeter, v. 89, p. 833-839, 2002.

PUSHPARAJAH, E. Problems and potentials for establishing Hevea under difficult environment conditions. *Planter*, Kuala Lumpur, v.59, p.242-251, 1983.

REICH, P. B.; WALTERS, M. B. Leaf life-span in relation to leaf, plant, and stand characteristics among diverse ecosystems. *Ecological monographs*, Ithaca, v. 62, n. 3, p. 365-392, 1992.

RESNICK, M.E.; MENDES, S.L.F. Water relation of young potted rubber plants subjected to various degrees of water stress. *Revista Theobroma*, Itabuna, v.29, p.185-95, 1979.

SUBBARAO, G.V. Strategies for improving drought resistance in grain legumes. *Critical Reviews in Plant Science*, London, v.14, p.469-529, 1995.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The balance water. Laboratory of climatology, publications in climatology, Certerton/New Jersey, v.81, p.104, 1955. Disponível em: <<http://ciiagro.iac.sp.gov.br/ciiagroonline>>. Acesso em Fev/2005.

TOLER DA SILVA, R. Influência da disponibilidade hídrica sobre as trocas gasosas em duas espécies de pteridófitas de cerrado sob condições controladas e de campo. 1988. 226f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1988.

VIEIRA, R.D. et. al. Época de coleta e qualidade de sementes de seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.24, n.7, p.851-856, 1989.

ZAR, J.H. Biostatistical Analysis. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 663f.1999.