

# Variação sazonal do crescimento vegetativo de laranjeiras *Hamlin* enxertadas em citromeleiro *Swingle* no município de Limeira, Estado de São Paulo

Rômulo Augusto Ramos, Rafael Vasconcelos Ribeiro\*, Eduardo Caruso Machado e Ricardo Silverio Machado

Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica, Instituto Agrônomo, Av. Barão de Itapura, 1481, Cx. Postal 28, 13012-970, Guanabara, Campinas, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: rafael@iac.sp.gov.br

**RESUMO.** O trabalho visou avaliar a variação sazonal do crescimento vegetativo de laranjeiras *Hamlin* enxertadas em citromeleiro *Swingle* cultivadas em clima subtropical. Avaliações biométricas mensais foram realizadas nas faces leste e oeste da copa de 12 plantas entre dezembro de 2005 e dezembro de 2006. Em média, três brotações surgiram por ramo entre dezembro e fevereiro, ao passo que entre julho e setembro surgiram mais quatro brotações, em duas etapas (entre julho e agosto; agosto e setembro). Esse padrão de fluxos vegetativos ocorreu em um ano atípico, com elevada deficiência hídrica (entre abril e novembro) e elevação da temperatura a partir de maio. O número de folhas no ramo aumentou, seguindo o mesmo padrão de surgimento de brotações. A quantidade de brotações puramente vegetativas (dada pela relação entre o número de folhas e o número de brotações) foi 2,5 vezes maior no primeiro fluxo em relação aos demais. O principal fluxo vegetativo responsável pelo crescimento dos ramos e aumento da área foliar ocorreu no verão. A interrupção do crescimento vegetativo foi causada tanto por fatores endógenos da planta (verão) como por condições ambientais desfavoráveis (inverno). Não houve diferenças entre as variáveis estudadas em relação às faces de exposição da copa.

**Palavras-chave:** brotação, *Citrus sinensis*, ecofisiologia, fluxo vegetativo.

**ABSTRACT.** Seasonal variation in vegetative growth of *Hamlin* sweet orange grafted on *Swingle* citrumelo plants, in Limeira, São Paulo State. This work aimed to evaluate the seasonal variation in vegetative growth of *Hamlin* orange plants grafted on *Swingle* citrumelo rootstocks grown in a subtropical climate. Biometric evaluations were conducted monthly on the East and West canopy positions of 12 plants between December 2005 and December 2006. On average, three shoots emerged per stem between December and February, while other four shoots appeared in two periods between July and September: two shoots between July and August, and two other shoots between August and September. This pattern of vegetative flush occurred during an atypical year, with high water deficit (between April and November) and increase in air temperature starting in May. The number of leaves per stem increased following the same seasonal pattern of shoot emergence. The amount of purely vegetative shoots (given by the ratio between number of leaves and number of shoots) was 2.5 times higher on the first flush in relation to the others. The main vegetative flush responsible for stem growth and increase of leaf area occurred during the summer. Stem growth was interrupted by endogenous aspects (summer) and by unfavorable environmental conditions (winter). There were no differences between the evaluated variables when comparing canopy positions.

**Key words:** bud sprouting, *Citrus sinensis*, ecophysiology, vegetative flush.

## Introdução

As laranjeiras apresentam padrões distintos de crescimento vegetativo dependendo do tipo climático da região de cultivo (DAVIES; ALBRIGO, 1994). Em condições tropicais, as plantas vegetam durante praticamente todo o ciclo anual devido as altas temperaturas e disponibilidade hídrica (DAVIES; ALBRIGO, 1994; SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 1996). Já em climas subtropicais,

o crescimento de laranjeiras pode ser dividido em duas fases principais: uma fase de crescimento intenso que ocorre no período compreendido entre a primavera e o verão (STENZEL et al., 2005); e uma fase de paralisação do crescimento da parte aérea (copa) que acontece entre o outono e o inverno. Nesses tipos climáticos, o crescimento acompanha a variação sazonal do clima, sendo a redução do crescimento observada normalmente em

épocas com baixa temperatura e com deficiência hídrica e a retomada do crescimento observada em épocas com elevação da temperatura e da disponibilidade hídrica (DAVIES; ALBRIGO, 1994; STENZEL et al., 2005).

As espécies cítricas cessam o crescimento vegetativo da parte aérea e das raízes em temperaturas próximas a 13°C (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 1996). Por outro lado, os citros apresentam aumento progressivo da atividade metabólica com o aumento da temperatura, atingindo o máximo crescimento ao redor de 30°C (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 1996). Em relação ao fator hídrico, a baixa disponibilidade sazonal de água também reduz o crescimento dos citros, afetando tanto o crescimento das raízes e da copa como o fornecimento de fotoassimilados para a planta (DAVIES; ALBRIGO, 1994; RIBEIRO; MACHADO, 2007). Cabe considerar que as baixas temperaturas e a deficiência hídrica também são fatores de indução da floração (DAVIES; ALBRIGO, 1994), estando as plantas aptas a florirem com o início das chuvas primaveris em condição subtropical (RIBEIRO et al., 2008), momento em que as temperaturas estão em ascensão.

O fluxo de primavera é marcado principalmente pelas brotações reprodutivas (RIBEIRO et al., 2008; SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 1996), sendo responsável pela safra do ano seguinte. Embora os citros possam apresentar vários fluxos vegetativos e/ou reprodutivos dependendo da condição ambiental (DAVIES; ALBRIGO, 1994; SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 1996; STENZEL et al., 2005), podemos considerar dois tipos principais de fluxos: o reprodutivo e o vegetativo. Esse último ocorre no verão e é responsável pelo aumento da área foliar e pelo crescimento da copa (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 1996), produzindo ramos que irão florescer na primavera seguinte (MEDINA-URRUTIA et al., 2007).

Em pomares jovens, as plantas devem crescer rapidamente para atingir um volume de copa capaz de sustentar uma produção razoável de frutos e assim permitir o retorno econômico para o produtor. Embora esse crescimento seja regulado pelo clima, estudos que apresentam e discutem a variação do crescimento vegetativo ao longo de um ano em relação às condições ambientais são escassos, especialmente em clima subtropical brasileiro (STENZEL et al., 2005). Esse aspecto torna-se relevante ao considerarmos que o Brasil é um dos principais produtores mundiais de citros e que o conhecimento da variação sazonal do crescimento de laranjeiras pode levar à melhoria do manejo fitossanitário, do planejamento de podas e da

irrigação e ao incremento da base de dados para a modelagem e/ou previsão do crescimento. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a variação sazonal do crescimento vegetativo de laranjeiras jovens cultivadas em clima subtropical úmido, considerando ramos posicionados em faces da copa com diferentes exposições à radiação solar.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido em um pomar comercial com aproximadamente três anos, constituído de laranjeiras *Hamlin* [*Citrus sinensis* (L.) Osb.] enxertadas em citromeleiro *Swingle* [*Citrus paradisi* Macfad. cv. Duncan x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] e localizado no município de Limeira, Estado de São Paulo, Brasil (22,53°S; 47,45°O; 639 m de altitude). As plantas foram adubadas com nitrogênio (300 g N por planta), fósforo (100 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por planta) e potássio (70 g K<sub>2</sub>O por planta), sendo o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fornecido em dose única (agosto) e o N e K<sub>2</sub>O fornecidos em quatro parcelas entre setembro e março. Adubações foliares com micronutrientes [ZnSO<sub>4</sub>, 3,5 g L<sup>-1</sup>; MnSO<sub>4</sub>, 2,5 g L<sup>-1</sup>; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 1,0 g L<sup>-1</sup>; e (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO, 5,0 g L<sup>-1</sup>] foram realizadas três vezes ao ano durante o período de brotação (primavera/verão), utilizando 4 L de solução por planta. O pomar apresentava entre linhas com cobertura vegetal e capinas mecânicas eram conduzidas durante a primavera e verão para manter as linhas de plantio livres de plantas infestantes.

O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho e o tipo climático da região é B<sub>2</sub>rB<sub>3</sub>a' – mesotérmico úmido, sem ou com pequena deficiência hídrica e evapotranspiração potencial acumulada no verão menor que 48% do total anual (ROLIM et al., 2007). O espaçamento adotado entre as plantas no pomar foi de 7 x 3 m e as linhas de plantio estavam orientadas no sentido norte-sul. As condições ambientais (temperaturas máximas e mínimas do ar, temperatura do solo a 20 cm e a precipitação diária) durante o período experimental foram monitoradas por uma estação meteorológica convencional pertencente ao Instituto Agronômico (IAC) e localizada no Centro Apta Citros 'Sylvio Moreira', Cordeirópolis, Estado de São Paulo. O balanço hídrico climatológico foi elaborado utilizando-se a planilha eletrônica desenvolvida por Rolim et al. (1998). Como indicado para cultivos perenes, a capacidade de água disponível (CAD) foi de 100 mm.

As avaliações foram realizadas entre dezembro de 2005 e dezembro de 2006, sendo efetuadas em intervalos de aproximadamente 30 dias. Ramos com comprimento inicial de 14,5 ± 0,7 cm e sem brotações foram selecionados e marcados com o

auxílio de arames coloridos nas faces leste e oeste da copa de 12 plantas (dois ramos por planta). Esse procedimento foi realizado para que as avaliações descritas a seguir fossem conduzidas no mesmo ramo: comprimento do ramo (CR); número e comprimento de brotações (NB e CB, respectivamente); e número de folhas (NF). A partir dessas variáveis, calculou-se: (i) o comprimento total de cada ramo ( $CTR = CR + \sum CB$ ); (ii) o crescimento mensal de cada ramo ( $CM = CTR_x - CTR_{x-1}$ ), sendo  $x$  uma determinada avaliação; e (iii) o comprimento médio do entrenó ( $CE = CTR/NF$ ). As medidas de comprimento foram efetuadas com régua simples. No início do experimento, as plantas apresentavam altura de  $1,78 \pm 0,04$  m e diâmetro médio de copa de  $1,43 \pm 0,03$  m.

Doze plantas foram escolhidas ao acaso no pomar estudado e a posição dos ramos (leste e oeste) foi considerada como uma fonte de variação (parcela). O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas no tempo, com 12 tempos de avaliação (subparcela). Os dados foram submetidos ao teste de Hartley para verificação da homocedasticidade das variâncias, sendo os valores originais transformados [ $y = (x + 0,5)^{0,5}$ , em que  $y$  é o valor transformado e  $x$  o valor original da variável] quando essa condição não foi satisfeita. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (a 5% de probabilidade) quando constatadas diferenças significativas.

## Resultados e discussão

Embora 2006 tenha apresentado condições ambientais semelhantes à média dos últimos anos (RIBEIRO et al., 2006), com total de chuvas ao redor de 1.255 mm e temperatura média mensal entre 17,1 e 25,0°C, a dinâmica temporal da precipitação e da temperatura do ar foi atípica (Figura 1a e b). A ocorrência de chuvas cessou a partir de abril e o mês de maio foi o mais frio do ano (~17°C). Em média (1995 a 2005), esperava-se que o mês mais frio fosse julho com temperatura ao redor de 18°C e que houvesse chuvas durante todo o inverno, porém com volume médio mensal inferior a 50 mm (RIBEIRO et al., 2006). A temperatura do solo apresentou variação similar à temperatura do ar, porém com a menor temperatura decidual (18,4°C) ocorrendo em julho (Figura 1a).

Durante o período experimental, destacam-se duas épocas em relação à precipitação: chuvosa (setembro a março) e seca (abril a agosto). Todavia, a época chuvosa pode ser subdividida em duas fases de acordo com a evolução da temperatura média (Figura 1a e b):

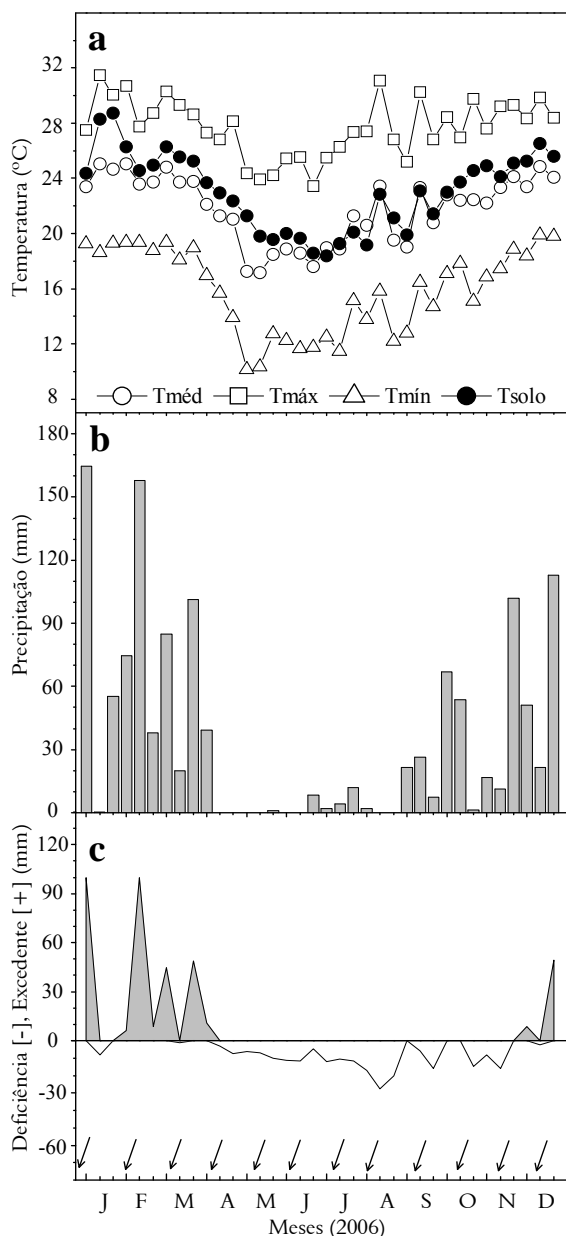
temperaturas em ascensão (setembro a dezembro) e temperaturas em declínio (janeiro a março). Essa análise torna-se essencial pela temperatura ser um fator determinante do crescimento vegetativo dos citros (DAVIES; ALBRIGO, 1994; SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 1996).

As variações anuais da temperatura e da precipitação determinaram um período de deficiência hídrica que começou em abril e terminou no fim de novembro (Figura 1c), quando volumes significativos de chuvas (~100 mm no 2º decêndio de novembro) foram registrados (Figura 1b). Em média (1995 a 2005), a máxima deficiência hídrica ocorre em agosto e não supera o volume de 20 mm, com deficiência hídrica acumulada no ano ao redor de 34 mm entre julho e setembro (RIBEIRO et al., 2006). Em 2006, a deficiência hídrica máxima também ocorreu em agosto, porém com volume maior que 20 mm (Figura 1c) e acumulado no ano ao redor de 208 mm. Essas condições ambientais evidenciam a situação atípica a qual as laranjeiras foram submetidas em 2006, quando se espera alguma consequência no desenvolvimento vegetativo das plantas pela deficiência hídrica.

O comprimento dos ramos aumentou significativamente em três momentos: em janeiro, setembro e novembro (Figura 2a). Entretanto, o maior aumento de comprimento ocorreu no verão com os ramos triplicando de tamanho (de 15 para 48 cm). Nota-se que o comprimento dos ramos permanece praticamente inalterado entre março e agosto (Figura 2a), indicando a ocorrência de paralisação do crescimento mesmo com temperaturas ainda elevadas (maior que 21°C entre março e abril) e boa disponibilidade hídrica até abril (Figura 1).

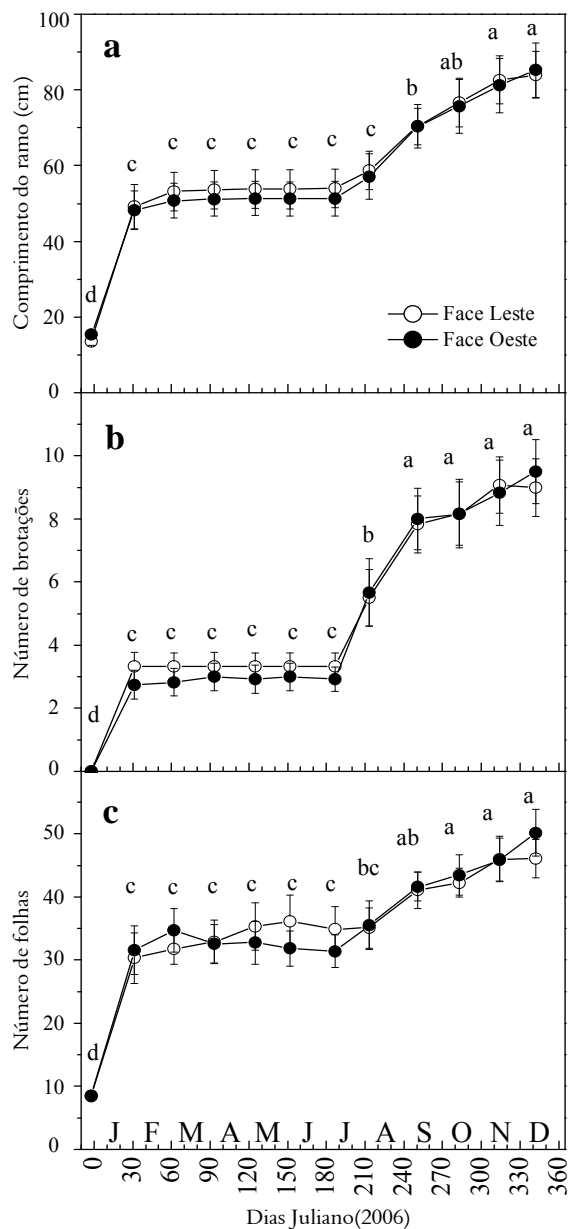
Além da alongação celular, o aumento do comprimento dos ramos foi ocasionado pelo surgimento de brotações (Figura 2b). Em média, três brotações surgiram por ramo entre dezembro e fevereiro, ao passo que entre julho e setembro surgiram mais quatro brotações (Figura 2b), em duas etapas: entre julho e agosto; e entre agosto e setembro. No total, pode-se considerar que nesse ano de estudo houve três fluxos vegetativos na região de Limeira, estando essa afirmação de acordo com Davies e Albrigo (1994) e Spiegel-Roy e Goldschmidt (1996).

Davies e Albrigo (1994) reportam que a temperatura do ar varia entre 25 e 30°C no verão e entre 12 e 20°C na primavera durante o período de brotação. As condições em Limeira foram distintas, ocorrendo brotação com temperaturas entre 18 e 32°C durante o verão e entre 12 e 31°C durante a primavera (Figura 1a).



**Figura 1.** Condições ambientais durante o período experimental, em Limeira, Estado de São Paulo: (a) temperatura máxima ( $T_{máx}$ ), média ( $T_{méd}$ ), mínima ( $T_{mín}$ ) e do solo ( $T_{solo}$ ) – médias decendiais; (b) precipitação – total decendial; (c) extrato simplificado do balanço hídrico climatológico em escala decendial. As setas indicam as datas das avaliações. Fonte dos dados: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (Ciagro/IAC).

Sabe-se, ainda, que os fluxos vegetativos são induzidos pelo aumento da temperatura do solo (LIEBIG; CHAPMAN, 1963), havendo certa coincidência entre o aumento da temperatura do solo e o surgimento de brotações a partir de julho (Figuras 1 e 2). Essa influência do aumento da temperatura (ar e solo) torna-se mais evidente entre agosto e setembro, quando as chuvas cessaram (Figura 1) e os ramos apresentavam incrementos no comprimento, brotação e aumento da área foliar (Figura 2).



**Figura 2.** Variação anual do comprimento total dos ramos (a), do número de brotações (b) e de folhas (c) em ramos localizados na face leste (símbolo claro) e oeste (símbolo escuro) da copa de laranjeiras *Hamlin* cultivadas em Limeira, Estado de São Paulo. Cada símbolo representa o valor médio de 12 repetições  $\pm$  erro-padrão. Letras minúsculas distintas indicam diferença estatística entre as avaliações ( $p < 0,05$ ). Letras maiúsculas em c indicam os meses de 2006. A primeira avaliação foi realizada em 29/12/2005.

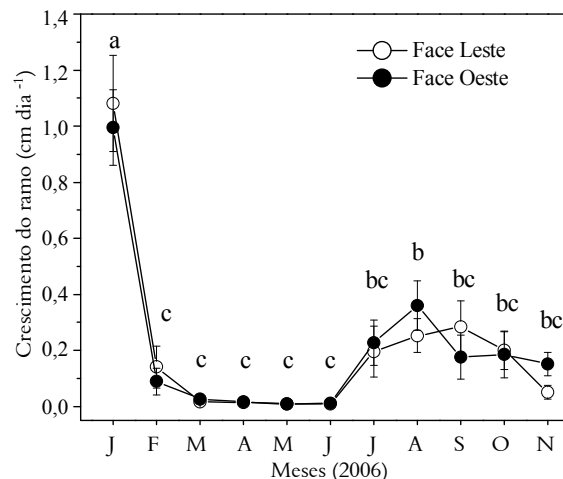
O número de folhas (NF) nos ramos aumentou seguindo o mesmo padrão de surgimento de brotações (Figura 2b e c). Embora Erickson e Brannaman (1960) reportem abscisão foliar em laranjeiras durante a primavera e o outono, as plantas na região de estudo não apresentaram queda de folhas que levasse à redução da área foliar por ramo. Houve dois períodos em que NF aumentou, entre dezembro e janeiro surgiram 21 folhas ramo<sup>-1</sup>,

enquanto entre agosto e outubro surgiram sete folhas em média (Figura 2c). Ao relacionar NF com o número de brotações (NB), podemos inferir sobre o tipo de brotação, de tal forma que brotações puramente vegetativas apresentam maior NF/NB. A quantidade de brotações puramente vegetativas foi menor no segundo e terceiro fluxos de brotações, havendo menos do que 2,6 folhas brotação<sup>-1</sup>. No primeiro fluxo de crescimento (entre dezembro e janeiro), havia em média 6,6 folhas brotação<sup>-1</sup> (Figura 2b e c). De fato, maior proporção de brotações mistas e reprodutivas é esperada durante o período de floração que ocorre no início da primavera (SAUER, 1951). Brotações reprodutivas também ocorrem com frequência após a ocorrência de chuvas durante a época fria e seca do ano (inverno), com baixo potencial de fixação pela baixa disponibilidade hídrica.

O comprimento médio dos entrenós permaneceu relativamente constante ( $1,67 \pm 0,02$  cm) durante todo o período experimental e assim como o número de folhas não foi afetado pela posição da copa ( $p > 0,05$ ).

A dinâmica sazonal do crescimento dos ramos não foi afetada ( $p > 0,05$ ) pela posição na copa, assim como o comprimento e o número de brotações. Embora haja diferença no crescimento de brotações, na atividade fotossintética e na temperatura foliar na copa de plantas adultas (RIBEIRO et al., 2005; STENZEL et al., 2005; RIBEIRO; MACHADO, 2007), houve similaridade de crescimento entre os ramos das faces avaliadas (Figura 3). Uma vez que o crescimento vegetativo é afetado pela fotossíntese (MACHADO et al., 2005), maiores taxas de crescimento eram esperadas em posições da copa com maior atividade fotossintética. Todavia, a semelhança entre as posições leste e oeste pode ser explicada pelo fato das faces receberem a mesma quantidade de energia (plantio no sentido norte-sul) e pelas plantas serem jovens (copa pouco desenvolvida).

O maior crescimento dos ramos ocorreu em janeiro, aumentando o comprimento em mais de 1 cm por dia (Figura 3). O crescimento dos ramos voltou a ocorrer a partir de julho, quando os mesmos cresceram em média de 0,2 a 0,4 cm dia<sup>-1</sup> (Figura 3). O crescimento foi praticamente nulo entre os meses de março e junho (Figura 3). Os maiores crescimentos em janeiro e entre agosto e setembro foram ocasionados pelo surgimento de brotações (Figura 2b) e pela alongação celular, ao passo que o crescimento verificado entre outubro e novembro foi ocasionado exclusivamente pela alongação celular, i.e. não houve brotações (Figura 2b).



**Figura 3.** Variação anual do crescimento dos ramos localizados na face leste (símbolo claro) e oeste (símbolo escuro) da copa de laranjeiras *Hamlin* cultivadas em Limeira, Estado de São Paulo. Cada símbolo representa o valor médio de 12 repetições ( $\pm$  erro-padrão). Letras minúsculas distintas indicam diferença estatística entre as avaliações ( $p < 0,05$ ). Valores não transformados.

O crescimento observado em janeiro é explicado pelas temperaturas médias elevadas (ao redor de 25°C) e pela boa disponibilidade hídrica (Figuras 1 e 3). O crescimento registrado em julho foi causado pelo surgimento de brotações, sendo uma consequência das chuvas observadas em junho e julho (~17,8 mm). Essas chuvas causaram adiantamento do fluxo primaveril, sendo importante considerar que a temperatura do ar aumentava gradativamente desde maio e a do solo desde julho (Figura 1a). De fato, chuvas com volumes iguais ou superiores a 20 mm induzem à brotação e à floração em citros quando ocorrem no período de agosto a setembro. A antecipação das chuvas primaveris induziu nova brotação e assim o segundo maior crescimento dos ramos foi observado em agosto. A partir desse mês, a boa disponibilidade hídrica e as temperaturas em elevação suportaram o crescimento contínuo dos ramos, entre 0,2 e 0,4 cm dia<sup>-1</sup> (Figuras 1 e 3).

Um ponto relevante desse relato é que o crescimento dos ramos decresceu mesmo com boa disponibilidade hídrica e temperaturas elevadas, como observado em fevereiro e março (Figuras 1 e 3). O mesmo foi constatado em cafeeiros por Silva et al. (2004), havendo redução do crescimento vegetativo entre novembro (primavera) e agosto (inverno) em condições tropicais. Em relação ao crescimento vegetativo, a temperatura é o principal fator ambiental em climas subtropicais, determinando crescimento em temperaturas maiores que 12,8°C (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 1996). Contrariamente, os nossos resultados indicam decréscimo no crescimento mesmo em temperaturas superiores a 12,8°C (Figuras 1a e 3).

Portanto, a paralisação do crescimento em condições favoráveis foi provavelmente ocasionada pelo fato dos ramos já terem atingido o comprimento máximo ou a capacidade de crescimento. Essa hipótese parece razoável uma vez que o período de crescimento de brotações varia entre 25 e 38 dias em condições subtropicais (STENZEL et al., 2005). Contabilizando o período de janeiro e fevereiro, os ramos apresentaram crescimento médio de aproximadamente 18 cm em 64 dias, dos quais 15 cm ocorreram nos primeiros 33 dias. De fato, os citros apresentam crescimento determinado, emitindo certo número de folhas e depois paralisando o crescimento (LORD; ECKARD, 1987; BAUTISTA et al., 1991).

A redução do crescimento dos ramos, em fevereiro, pode estar relacionada com o maior crescimento do sistema radicular, uma vez que o crescimento das raízes é inibido pelo crescimento da parte aérea e os mesmos ocorrem de forma alternada quando não há limitação hídrica ou térmica (BEVINGTON; CASTLE, 1985). O vigor vegetativo e a capacidade de produção dos citros dependem do adequado desenvolvimento do sistema radicular. Adicionalmente, deve-se ainda considerar: (i) o crescimento radial dos ramos que ocorre após o término do crescimento em comprimento (REED; MACDOUGAL, 1937) e (ii) que o citrumeleiro *Swingle* induz menor crescimento da copa de plantas cítricas em condições subtropicais (MOURÃO FILHO et al., 2007). Esses aspectos indicam um tipo de controle endógeno do desenvolvimento das plantas, sugerindo o balanço entre crescimento axial e radial dos ramos e/ou equilíbrio entre o crescimento da parte aérea e do sistema radicular.

Considerando a variação sazonal do crescimento, pode-se observar crescimento dos ramos tanto em condição de boa disponibilidade hídrica e temperaturas elevadas em janeiro como também em condição de baixa disponibilidade de água e com temperaturas em ascensão, entre julho e novembro (Figuras 1 e 3). Todavia, o aumento da temperatura do ar por si só é incapaz de promover a retomada do crescimento dos ramos de laranjeiras, como constatado entre maio e junho (Figuras 1 e 3). Nesse contexto há de ser considerada a variação do crescimento entre a parte aérea e o sistema radicular, o crescimento radial (secundário) e o potencial de crescimento das brotações em citros.

## Conclusão

Laranjeiras *Hamlin* enxertadas em citrumeleiro *Swingle* e cultivadas na região de Limeira, Estado de São Paulo, apresentaram três fluxos de crescimento vegetativo ao longo de um ano em que as condições

ambientais foram atípicas, i.e. elevada deficiência hídrica (entre abril e novembro) e elevação da temperatura a partir de maio. O principal fluxo vegetativo responsável pelo crescimento dos ramos e aumento da área foliar ocorreu no verão, sendo a interrupção do crescimento causada tanto por aspectos endógenos da planta (verão) como por condições ambientais desfavoráveis (inverno). O crescimento vegetativo da copa de plantas jovens tende a ser homogêneo quando consideradas as faces leste e oeste em plantios no sentido norte-sul.

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos estagiários do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica e do Centro Apta Citros 'Sylvio Moreira' do Instituto Agrônomo (IAC) pelo auxílio nas avaliações de campo e à família Zanetti (Cordeirópolis, Estado de São Paulo) por disponibilizar a área experimental. Rafael V. Ribeiro e Eduardo C. Machado agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelas bolsas de Produtividade em Pesquisa e Rômulo A. Ramos e Ricardo S. Machado agradecem à Fundação de Amparo a Pesquisa Agrícola (Fundag, Brasil) pelas bolsas de treinamento técnico.

## Referências

- BAUTISTA, D.; ROJAS, E.; AVILÁN, L. Caracterización fenológica de las ramas del naranjo Valencia desde brotación hasta reposo. **Fruits**, v. 46, n. 3, p. 265-269, 1991.
- BEVINGTON, K. B.; CASTLE, W. S. Annual root growth pattern of young citrus trees in relation to shoot growth, soil temperature, and soil water content. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 110, n. 6, p. 840-845, 1985.
- DAVIES, F. S.; ALBRIGO, L. G. **Citrus**. Wallingford: CAB International, 1994.
- ERICKSON, L. C.; BRANNAMAN, B. L. Abscission of reproductive structures and leaves of orange trees. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 75, p. 222-229, 1960.
- LIEBIG, G. F.; CHAPMAN, H. D. The effect of variable root temperature on the behavior of young navel orange trees in a green-house. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 82, p. 204-209, 1963.
- LORD, E. M.; ECKARD, K. J. Shoot development in *Citrus sinensis* L. (Washington navel orange). II. Alteration of developmental fate of flowering shoots after GA<sub>3</sub> treatment. **Botanical Gazette**, v. 148, n. 1, p. 17-22, 1987.
- MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Resposta da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1161-1170, 2005.

- MEDINA-URRUTIA, V. M.; ESPARZA, G. Z.; GONZÁLES, M. M. R.; ZAMORA, O. P.; SANTOS, M. O.; WILLIAMS, T.; RODRÍGUEZ, S. B. Fenología, eficiencia productiva y calidad de fruta de cultivares de naranjo en el trópico seco de México. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 30, n. 2, p. 133-143, 2007.
- MOURÃO FILHO, F. A. A.; ESPINOZA-NÚÑEZ, E.; STUCHI, E. S.; ORTEGA, E. M. M. Plant growth, yield, and fruit quality of 'Fallglo' and 'Sunburst' mandarins on four rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 114, n. 1, p. 45-49, 2007.
- REED, H. S.; MACDOUGAL, D. T. Periodicity in the growth of the orange tree. **Growth**, v. 1, n. 4, p. 371-373, 1937.
- RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C. Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: re-visiting photosynthesis under natural conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, n. 4, p. 393-411, 2007.
- RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; SANTOS, M. G. Leaf temperature in sweet orange plants under field conditions: influence of meteorological elements. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 13, n. 3, p. 353-368, 2005.
- RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; BRUNINI, O. Ocorrência de condições ambientais para a indução do florescimento de laranjeiras no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 247-253, 2006.
- RIBEIRO, R. V.; ROLIM, G. S.; AZEVEDO, F. A.; MACHADO, E. C. 'Valencia' sweet orange tree flowering evaluation under field conditions. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 4, p. 389-396, 2008.
- ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente Excel<sup>TM</sup> para cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.
- ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 257-533, 2007.
- SAUER, M. R. Growth of orange shoots. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 2, n. 2, p. 105-117, 1951.
- SILVA, E. A.; DaMATTa, F. M.; DUCATTI, C.; REGAZZI, A. J.; BARROS, R. S. Seasonal changes in vegetative growth and photosynthesis of Arabica coffee trees. **Field Crops Research**, v. 89, n. 2-3, p. 349-357, 2004.
- SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, E. E. **Biology of citrus**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S. V. J.; MARUR, C. J.; GOMES, J. C. Crescimento vegetativo de plantas cítricas no norte e noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 3, p. 412-417, 2005.

*Received on June 17, 2008.*

*Accepted on November 12, 2008.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.