

Teores de carboidratos em tangerineira ‘ponkan’ e limeira ácida ‘tahiti’ submetidas ao estresse hídrico

Maria do Céu Monteiro da Cruz¹
Dalmo Lopes de Siqueira²
Luiz Carlos Chamhum Salomão³
Paulo Roberto Cecon³
Dierlei dos Santos⁴

RESUMO

O estresse hídrico pode retardar o crescimento e diminuir o florescimento dos citros mediante redução do crescimento das raízes e síntese de giberelinas. Além disso, outras características das plantas podem ser influenciadas pela aplicação do estresse hídrico, como as concentrações e a distribuição de carboidratos. O trabalho foi realizado com o objetivo de estudar possíveis relações entre a concentração e distribuição de carboidratos na planta e a aplicação do estresse hídrico em tangerineira ‘Ponkan’ e limeira ácida ‘Tahiti’ enxertadas em limoeiro ‘Cravo’, cultivadas em vasos de cinco litros. O estresse hídrico foi aplicado em plantas conduzidas em câmara de crescimento, sob temperatura controlada (25 °C dia/ 20 °C noite) e fotoperíodo de 16 horas de luz, com fluxo de fótons fotossintético (FFF) de aproximadamente 170 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. O estresse hídrico reduziu os teores de carboidratos foliares na tangerineira ‘Ponkan’ e na limeira ácida ‘Tahiti’, em decorrência do aumento das brotações emitidas.

Palavras-chave: *Citrus* spp., açúcares solúveis, amido, indução floral

ABSTRACT

Levels of carbohydrates in ‘ponkan’ mandarin and ‘tahiti’ lime subjected to water stress

Water stress can delay growth and induce flowering in citrus by reducing root growth and gibberellin synthesis. Other plant characteristics can also be influenced by the application of water stress, as well as concentration and distribution of carbohydrates. This study was carried out aiming to study the possible relationships between concentration and distribution of carbohydrates within the plant and application of water stress on ‘Ponkan’ mandarin and ‘Tahiti’ lime, grafted on ‘Rangpur’ lime, and cultivated in 5 l pots. Water stress was applied to plants in a growth chamber, under controlled temperature (25°C day/ 20°C night), and photoperiod of 16 hours of light, with photosynthetic photon flux of about 170 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. The application of water stress reduced the levels of carbohydrates in the leaves of ‘Ponkan’ mandarin and acid lime ‘Tahiti’ due to increase in sprout emission.

Key words: *Citrus* spp., soluble sugar, starch, flower induction

Recebido para publicação em setembro de 2006 e aprovado em maio de 2008.

¹Eng. Agr., MS., DFT-UFV, 36570-000, Viçosa, MG. E-mail: mariceu@vicosa.ufv.br

²Eng. Agr., Dr., Professor Adjunto, DFT-UFV, 36570-000, Viçosa, MG. E-mail: siqueira@ufv.br

³Eng. Agr., Dr. Professor Adjunto, DPI-UFV, 36570-000, Viçosa, MG. E-mail: cecon@dpi.ufv.br

⁴Estudante do curso de agronomia, UFV, 36570-000, Viçosa, MG. E-mail: dierlei@pop.com.br

INTRODUÇÃO

Entre os vários processos que presumivelmente ocorrem nos meristemas no final do período de indução floral, tem-se a maximização do processo de divisão celular, ativação e supressão de expressão gênica e biossíntese de macromoléculas, como carboidratos, proteínas, lipídeos, entre outras (Bernier *et al.*, 1993).

Os carboidratos exercem papel importante em várias atividades vitais das plantas, entre elas o florescimento, embora ainda não tenha sido esclarecida sua participação direta no florescimento dos citros. Não está claro se eles desempenham papel regulador específico na floração ou se atuam apenas como um umbral energético mínimo para que ocorra a indução floral (Spiegel-Roy & Goldschmidt, 1996).

A produção de órgãos florais está diretamente relacionada com a de órgãos vegetativos, pois foi verificado que as estruturas florais competem com os brotos vegetativos em desenvolvimento por vários metabólitos, como carboidratos, aminoácidos, nutrientes com nitrogênio, entre outros compostos (Agustí, 2000).

A utilização de carboidratos pelas plantas depende de inúmeros fatores, como alterações das condições ambientais, ocorrência de estresse, entre outros (Acosta *et al.*, 1995; Ito & Kashimura 2003). Assim, os resultados encontrados na literatura sobre a concentração de carboidratos nos diferentes órgãos da planta, bem como sua influência sobre o crescimento dos citros, são variáveis.

A indução floral provocada pelo estresse hídrico pode alterar a concentração de carboidratos nas plantas cítricas. Em plantas de limoeiro [*Citrus limon* (L.) Burm. f.] submetidas a estresse hídrico, houve acúmulo de amido nas raízes. Essa alta concentração de amido, entretanto, foi associada à paralisação do crescimento vegetativo das plantas e não à floração, isso sugere que pode coincidir com o florescimento (Chaikiattiyos *et al.*, 1994). Contrariamente, Ali & Lovatt (1995) não detectaram mudanças na concentração de carboidratos (glicose e amido) nas folhas durante o período de estresse hídrico em laranja 'Washington Navel' [*C. sinensis* (L.) Osbeck], conhecida no Brasil, onde se originou, como 'Bahia'.

Em laranjeiras 'Pêra' (*C. sinensis*), sob déficit hídrico, as concentrações de açúcares redutores, sacarose e amido foram muito variáveis durante o período de avaliação, indicando que os efeitos do estresse sobre os carboidratos parecem variar não só em razão de sua duração e intensidade, mas também em função da variedade e da resposta ao florescimento (Gomes, 2001).

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o acúmulo e a distribuição de carboidratos em tangerineira 'Ponkan' (*C. reticulata* Blanco) e limeira áci-

da 'Tahiti' [*C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka], submetidas a diferentes períodos de estresse hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações foram realizadas em plantas de limeira ácida 'Tahiti' e tangerineira 'Ponkan' enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck), cultivadas em vasos com capacidade para cinco litros, preenchidos com substrato comercial, Plantmax[®], à base de casca de pinheiro. As plantas foram conduzidas em câmara de crescimento, no período de fevereiro a junho de 2004, com temperatura controlada (25 °C dia/ 20 °C noite) e fotoperíodo de 16 horas de luz, com fluxo de fótons fotossintético (FFF) de aproximadamente 170 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Foi utilizado o esquema fatorial 4 x 2, os fatores foram quatro períodos de estresse hídrico (0, 15, 25 e 35 dias de estresse) e dois cultivares de citros, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída por uma planta, com um total de 32 plantas.

Para determinação dos teores de carboidratos, foram coletadas, para cada tratamento, amostras de folhas no final de cada período de estresse e após a irrigação das plantas, quando elas se encontravam em fase de brotação.

As folhas e raízes foram pesadas, e lavadas com água destilada por três vezes, sendo, em seguida, colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C até peso constante. Posteriormente, as amostras foram pesadas, moídas separadamente em moinho Willey[®] de aço inoxidável, passadas em peneira de 20 mesh e guardadas em recipientes, que foram fechados hermeticamente até sua análise.

Os extratos para determinação de amido, açúcares solúveis e açúcares redutores foram preparados de acordo com o método de McCready (McCready *et al.*, 1950). Os açúcares redutores foram determinados pelo método aplicado nos trabalhos de Nelson (1944) e Somogy (1952). As análises de açúcares totais e amido foram realizadas pelo método antrona sulfúrico (McCready *et al.*, 1950), e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificado efeito dos dias de estresse nos teores foliares de açúcares solúveis totais na tangerineira 'Ponkan' e na limeira ácida 'Tahiti' ao final de cada período de estresse hídrico (Figura 1a). Entretanto, após a irrigação das plantas e emissão das brotações vegetativas (Figura 1b), os açúcares solúveis totais foram reduzidos, em média, a 7,04% nas folhas de 'Ponkan' e 16,27% nas folhas de 'Tahiti'. Esse comportamento, provavelmente, foi provocado pela emissão das brotações novas que ocor-

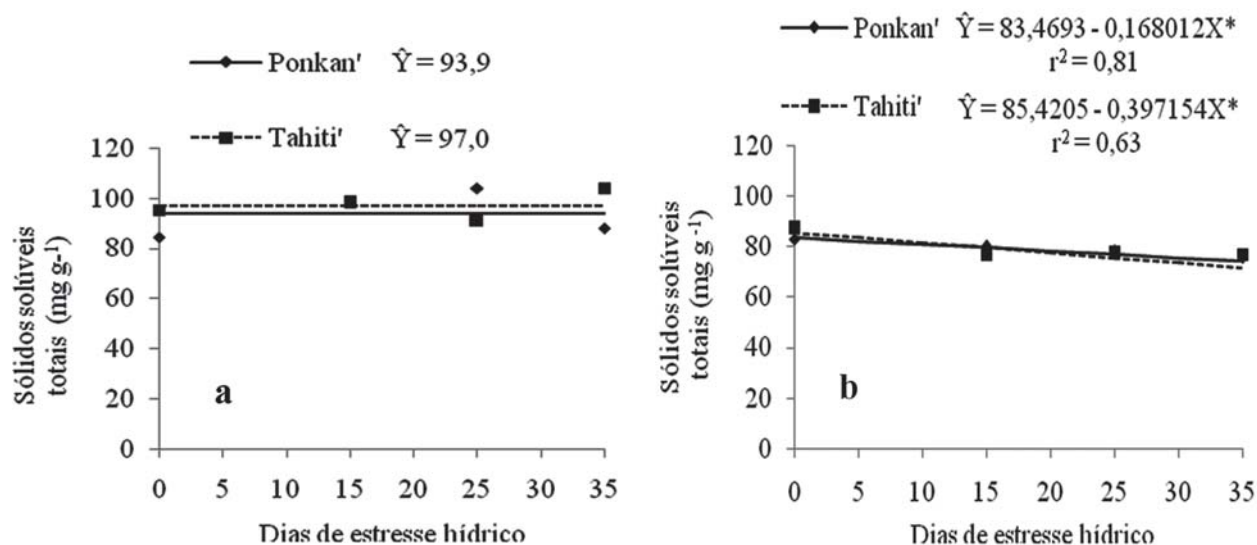


Figura 1. Estimativas dos teores de açúcares solúveis totais nas folhas de plantas de tangerineira 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) e de limeira ácida 'Tahiti' [*C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] ao final de cada período de estresse hídrico (a) e após a fase de brotação das plantas (b).

reram nas plantas após a suspensão do estresse hídrico, principalmente naquelas submetidas ao maior período de estresse (35 dias). De acordo com Bolding *et al.* (2003), ocorre consumo de carboidratos por ocasião da emissão e do crescimento dos brotos vegetativos, em função desses demandarem grande quantidade de carboidratos em seu desenvolvimento.

Os resultados em relação à semelhança nas concentrações foliares dos açúcares solúveis totais da tangerineira 'Ponkan' e da limeira ácida 'Tahiti' ao final do período de estresse hídrico (Figura 1a) estão de acordo com os obtidos por Ali & Lovatt (1995), que também não detectaram mudanças na concentração de carboidratos nas folhas durante o período de estresse hídrico.

Os teores foliares de amido mantiveram-se constantes durante todo o período de estresse hídrico, tanto nas plantas de 'Ponkan' quanto nas de 'Tahiti' (Figura 2a). No entanto, após a época de brotação, verificou-se redução de 44,88% e de 59,37% nas concentrações em folhas das plantas de 'Ponkan' e 'Tahiti', respectivamente (Figura 2b). Possivelmente, essa redução nos teores de amido tenha ocorrido em função da demanda de açúcares durante a emissão de novas brotações, com isso houve conversão do amido em açúcares solúveis. Segundo Guardiola *et al.* (1984), geralmente as reservas de amido diminuem em razão do transporte para brotações vegetativas em formação.

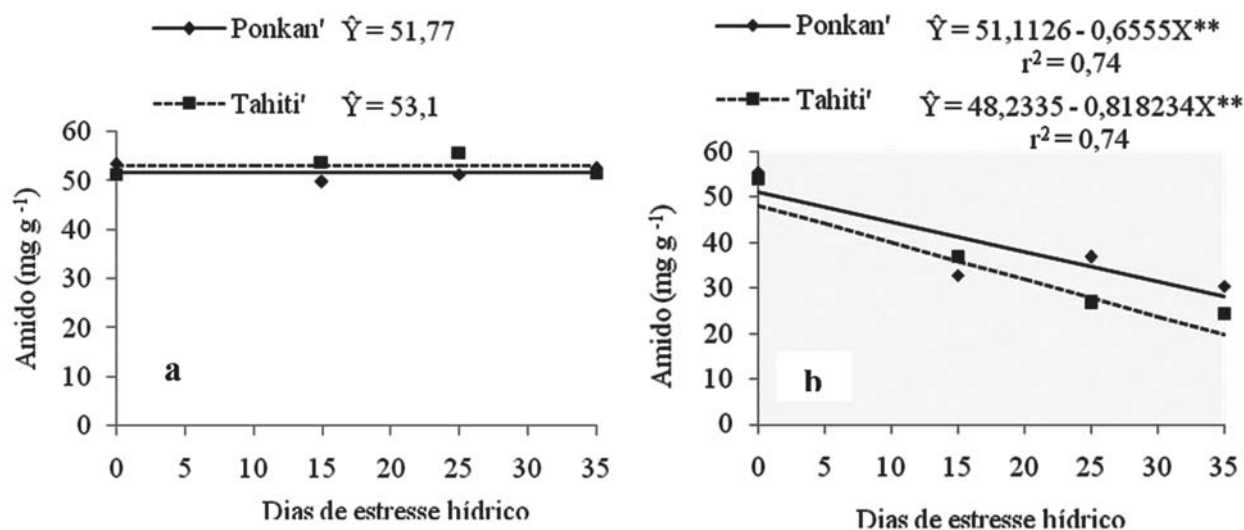


Figura 2. Estimativas dos teores de amido nas folhas de plantas de tangerineira 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) e de limeira ácida 'Tahiti' [*C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] ao final de cada período de estresse hídrico (a) e na fase de brotação das plantas (b).

As concentrações de açúcares redutores mantiveram-se constantes nas folhas das plantas de 'Tahiti' durante o período de estresse hídrico. Nas plantas de 'Ponkan' houve redução de 30,6% nos teores foliares de açúcares redutores (Figura 3a). Na época de brotação, constatou-se que a aplicação do estresse hídrico provocou decréscimo nas concentrações foliares dos açúcares redutores nas plantas de 'Ponkan' na ordem de 24,16%. Nas plantas de 'Tahiti', os teores foliares não diferiram entre os períodos de estresse hídrico (Figura 3b).

Após a irrigação das plantas houve redução nos teores foliares de açúcares solúveis totais e de amido (Figuras 1b e 2b) nas plantas submetidas ao estresse hídrico. Esse resultado indica que, possivelmente, a influência do estresse hídrico sobre a distribuição dos carboidratos

ocorre de forma indireta, em decorrência do aumento do número de brotações vegetativas emitidas, as quais demandam carboidratos para o seu desenvolvimento (Bolding *et al.*, 2003).

Os teores de açúcares solúveis totais, redutores e amido nas folhas da tangerineira 'Ponkan' e da limeira ácida 'Tahiti' não diferiram entre si, independentemente do período de estresse aplicado (Tabela 1), com exceção dos teores de açúcares solúveis totais nos períodos de 0 e 35 dias de estresse, relativos à 'Ponkan' antes da fase de brotação.

Apesar de não haver ocorrido florescimento nas plantas submetidas a estresse hídrico, de maneira geral os menores teores de açúcares solúveis totais e amido foram observados após a emissão das brotações nas plantas

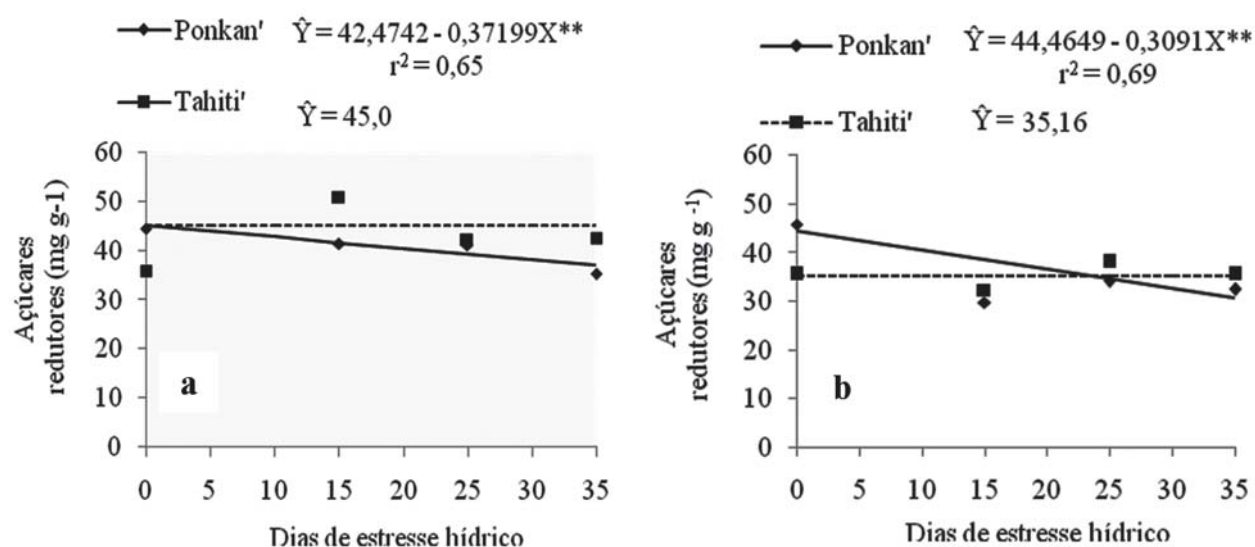


Figura 3. Estimativas dos teores de açúcares redutores nas folhas de plantas de tangerineira 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) e de limeira ácida 'Tahiti' [*C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] ao final de cada período de estresse hídrico (a) e na fase de brotação das plantas (b).

Tabela 1. Valores médios de açúcares solúveis totais (AST), amido (AM) e açúcares redutores (AR) em folhas de tangerineira 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) e de limeira ácida 'Tahiti' [*C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] submetidas ao estresse hídrico, no final de cada período de estresse, antes da emissão das brotações (antes) e durante a fase de brotações (durante)

	0 Dias		15 Dias		25 Dias		35 Dias	
	'Ponkan'	'Tahiti'	'Ponkan'	'Tahiti'	'Ponkan'	'Tahiti'	'Ponkan'	'Tahiti'
AST	<i>mg g⁻¹</i>							
antes	84,42Ab	95,13Aa	98,98Aa	98,06Aa	104,14Aa	90,84Aa	86,11Ab	104,08Aa
durante	82,91Aa	89,91Aa	79,72Ba	70,46Ba	78,39Ba	77,78Ba	78,73Ba	73,74Ba
AM	'Ponkan'	'Tahiti'	'Ponkan'	'Tahiti'	'Ponkan'	'Tahiti'	'Ponkan'	'Tahiti'
antes	53,42Aa	51,35Aa	45,83Aa	53,8Aa	46,30Aa	55,67Aa	53,55Aa	51,60Aa
durante	55,41Aa	53,89Aa	32,82Ba	26,87Ba	36,82Ba	26,61Ba	30,44Ba	24,26Ba
AR	'Ponkan'	'Tahiti'	'Ponkan'	'Tahiti'	'Ponkan'	'Tahiti'	'Ponkan'	'Tahiti'
antes	44,44Aa	46,75Aa	41,31Aa	39,91Aa	41,78Aa	33,23Aa	35,71Aa	32,29 Aa
durante	36,75Aa	35,57Aa	40,71Aa	30,44Aa	40,15Aa	39,03Aa	32,49Aa	35,57Aa

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, para cada variável, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

(Tabela 1). Provavelmente, essa redução foi ocasionada pela maior demanda de reservas de carboidratos, em função do aumento das brotações emitidas nas plantas submetidas ao estresse hídrico. Resultados semelhantes foram relatados por Goldschmidt & Golomb (1982) e Siqueira *et al.* (2004), os quais, em avaliações dos teores de carboidratos em folhas de citros, verificaram que os menores teores de açúcares ocorreram em função do transporte para as brotações em formação.

CONCLUSÃO

Em tangerineira 'Ponkan' e na limeira ácida 'Tahiti', o estímulo à emissão de brotações, decorrente do estresse hídrico, determina redução nos teores de carboidratos foliares.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsas. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo apoio financeiro. Aos funcionários do Laboratório de Análise de Frutas do Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa e a todos que colaboraram para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Acosta JF, Rodriguez R, Gonzalez JL, Nieves N, Blanco M, Escalona M, Borroto CG, Gozalez A & Garcia A (1995) Efecto del estresse hidrico y las aplicaciones de urea sobre la inducion floral de los citricos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 17: 59-70.
- Agustí M (2000) *Citricultura*. Ediciones Mundi-Prensa, Madri. 415 p.
- Ali AG & Lovatt CJ (1995) Relationship of polyamines to low-temperature stress-induced flowering of the 'Washington' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Journal of Horticultural Science*, 70: 491-498.
- Bernier G, Havelange A, Houssa C, Petitjean A & Lejeune P (1993) Physiological signals that induce flowering. *The Plant Cell*, 5: 1147-1155.
- Bolding H, Smith, GS & Klages K (2003) Seasonal concentration of non-structural carbohydrates of five *Actinidia* species in fruit, leaf and fine root tissue. *Annals of Botany*, 85: 469-476.
- Chaikiattiyos S, Menzel CM & Rasmussen TS (1994) Floral induction in tropical fruit trees: effects of temperature and water supply. *Journal of Horticultural Science*, 69: 397-415.
- Goldschmidt EE & Golomb A (1982) The carbohydrate balance of alternate-bearing citrus tree and significance of reserves for flowering and fruiting. *Journal American Society Horticultural Science*, 107: 206-208.
- Gomes MMA (2001) Relações hídricas e conteúdo de ácido abscísico e ácido 3-indol em laranjeiras 'Pêra' com clorose variegada dos citros. Tese de Doutorado. Campinas, Universidade Estadual de Campinas. 160 p.
- Guardiola JL, García-Mari F & Agustí M (1984) Competition and fruit set in 'Washington Navel' orange. *Physiologia Plantarum*, 62: 297-302.
- Ito A, Hayama H & Kashimura Y (2003) Sugar metabolism in bud during flower bud formation: a comparison of the japanese pear [*Pyrus pyrifolia* (Burm.) Nak.] cultivars possessing different flowering habitats. *Scientia Horticulturae*, 96: 163-175.
- McCready RM, Guggolz J, Silveira V & Owens HS (1950) Determination of starch and amylase in vegetables. Application to peas. *Analytical Chemistry*, 22: 1156-1158.
- Nelson N (1944) A photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glicose. *Journal of Biological Chemistry*, 153: 375-380.
- Siqueira DL, Barcena JLG & Esposti MDD (2004) Florescimento de tangerineiras Satsuma 'Owari' tratadas com paclobutrazol, anelamento do caule e baixa temperatura. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26: 406-09.
- Somogy M (1952) Notes on sugar determination. *Journal of Biology Chemistry*, 95: 19-23.
- Spiegel-Roy P & Goldschmidt EE (1996) Reproductive physiology: flowering and fruiting. In: *Biology of citrus*. Cambridge, Cambridge University Press. p. 70-125.