

# DINÂMICA DIURNA DE CARBOIDRATOS EM FOLHAS DE LARANJEIRAS

CÍNTIA P. **MACIEL**<sup>1</sup>; RAFAEL V. **RIBEIRO**<sup>2</sup>;  
DANIELA F. S. P. **MACHADO**<sup>3</sup>; EDUARDO C. **MACHADO**<sup>4</sup>

Nº 0900012

## Resumo

Como espécie perene, as laranjeiras são submetidas a grande variação das condições ambientais ao longo de um ano, fato que altera a dinâmica diurna de carboidratos foliares. O objetivo dessa pesquisa foi testar as hipóteses de que a dinâmica diurna de carboidratos foliares em laranjeiras é maior durante o verão quando comparado ao inverno, que as folhas da face leste da copa apresentam maior acúmulo e menor consumo de fotoassimilados em relação às da face oeste, e que a irrigação favorece o acúmulo de carboidratos mesmo quando não há restrição hídrica no solo. Avaliações de açúcares solúveis, amido, sacarose e açúcar total metabolizável foram realizadas ao amanhecer e ao entardecer, sendo calculada a variação diurna do conteúdo desses carboidratos. Com a pesquisa concluímos que a dinâmica diurna de carboidratos foliares é maior durante o verão quando comparado ao inverno especialmente na face leste da copa. Comparando as faces da copa, o maior acúmulo de carboidratos ocorre na face leste durante o verão e na face oeste durante o inverno, sendo esse aspecto regulado aparentemente pelas condições térmicas ambientais. Em relação à irrigação, a dinâmica de carboidratos é favorecida por essa prática agrícola, mesmo durante a estação chuvosa.

## Abstract

As a perennial species, sweet orange plants are subjected to significant variation in environmental conditions along the year, which changes the diurnal dynamics of carbohydrates in leaves. The objective of this research was to test the following hypotheses: diurnal dynamic of leaf carbohydrates is higher during the summer as

---

<sup>1</sup> Bolsista CNPq: Graduação em Ciências Biológicas, PUCC, Campinas-SP, ✉cintiapinheiro@gmail.com

<sup>2</sup> Orientador: Pesquisador, CEB/IAC, Campinas-SP

<sup>3</sup> Colaborador: Bióloga, PPG/IAC, Campinas-SP

<sup>4</sup> Colaborador: Pesquisador, CEB/IAC, Campinas-SP

compared to the winter; leaves of the east canopy side have higher accumulation or lower consumption of carbohydrates when compared to those ones found at the west canopy position; irrigation improves carbohydrate accumulation even during the rainy season. Evaluations of soluble sugars, starch, sucrose and total non-structural carbohydrates were done at the sunrise and sunset, being the diurnal variation of such sugars calculated. According to the results, we conclude that the diurnal dynamic of leaf carbohydrates is higher during the summer as compared to the winter, mainly at the east canopy position. This canopy side does not necessarily show higher accumulation or lower consumption of photoassimilates in relation to the west position, being this aspect regulated by thermal conditions of surrounding environment. Regarding irrigation, the accumulation of carbohydrates is favored by this agricultural practice, even during the rainy season.

## **Introdução**

Como espécie perene, as laranjeiras são submetidas a grande variação das condições ambientais ao longo de um ano (Machado et al., 2002; Ribeiro & Machado, 2007). As variações ambientais sazonais, como a baixa disponibilidade de água e a baixa temperatura durante o inverno e as altas temperaturas e a alta demanda atmosférica durante o verão, alteram a atividade fotossintética e conseqüentemente o conteúdo de carboidratos (Ribeiro & Machado, 2007). Essas modificações nas quantidades de fotoassimilados podem ser verificadas principalmente na dinâmica diurna de carboidratos foliares (consumo e acúmulo).

No período do ano em que ocorre deficiência hídrica (inverno) espera-se diminuição da fotossíntese e menor acúmulo de carboidratos foliares, ao passo que em altas temperaturas (verão) o metabolismo respiratório é acelerado e o consumo de reservas ocorre sem que a energia seja utilizada para o crescimento. Logo, a prática da irrigação poderia reduzir os efeitos negativos da baixa disponibilidade hídrica no inverno e poderia ainda ser benéfica no verão mantendo a transpiração e a temperatura foliar (Ribeiro & Machado, 2007). Sabe-se que em condições naturais as folhas da face leste da copa têm temperatura menor quando comparadas às da face oeste (Ribeiro et al., 2005), assim, esse seria mais um fator afetando a dinâmica diária de carboidratos.

O objetivo dessa pesquisa foi testar as hipóteses de que a dinâmica diurna de carboidratos foliares em laranjeiras é maior durante o verão quando comparado ao

inverno, que as folhas da face leste da copa apresentam maior acúmulo e menor consumo de fotoassimilados em relação às da face oeste, e que a irrigação favorece o acúmulo de carboidratos mesmo quando não há restrição hídrica no solo.

## **Materiais e Métodos**

As quantificações de carboidratos foram realizadas em folhas de laranjeiras 'Valência' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] enxertadas em tangerineira Cleópatra (*Citrus reticulata* Blanco) em um pomar com aproximadamente 18 anos localizado na cidade de Cordeirópolis-SP e plantado no sentido norte-sul. Em plantas mantidas em condições naturais e irrigadas (com 100 % de reposição da lâmina de água evapotranspirada), foram colhidas folhas totalmente expandidas e expostas na face leste e na face oeste da copa, ao amanhecer e ao entardecer, no inverno (agosto) e no verão (dezembro).

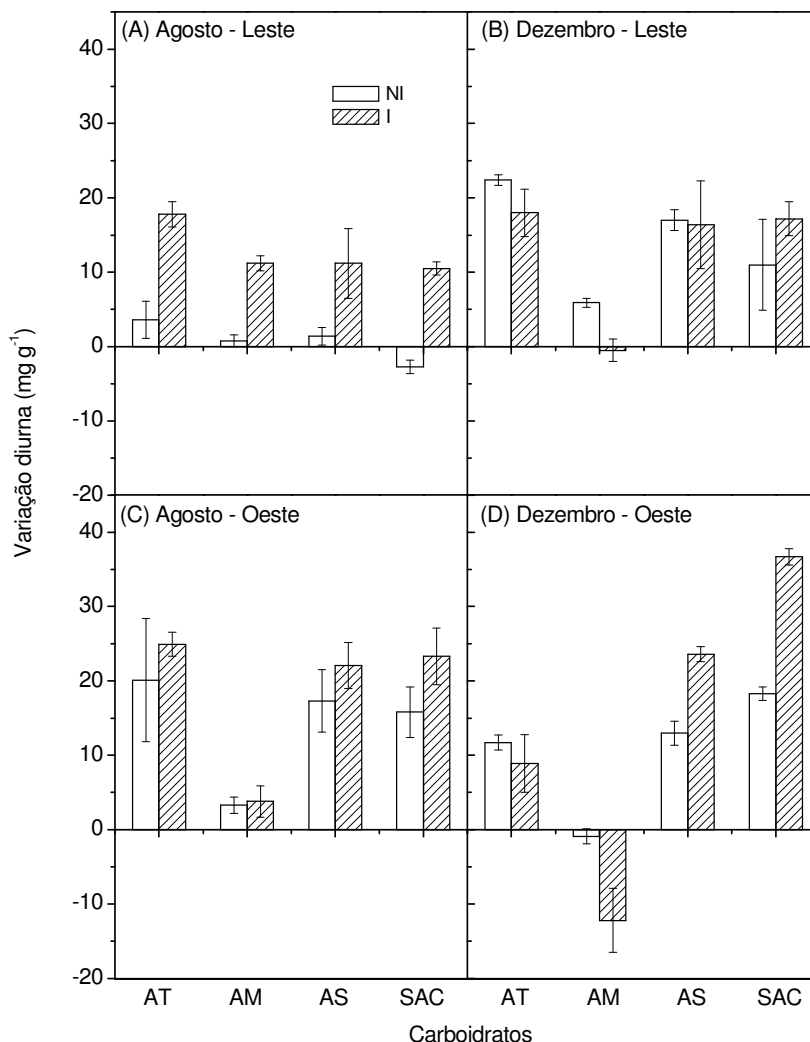
Considerando o balanço hídrico climatológico, nas avaliações de dezembro não havia deficiência ou excedente hídrico no tratamento com irrigação e ligeira deficiência hídrica de 0,5 mm em condições naturais. A irrigação promoveu excedente hídrico de 30,3 mm em agosto, enquanto que as plantas em condições naturais foram submetidas a uma deficiência hídrica acumulada de 30,9 mm até o momento das avaliações.

A quantificação de amido (AM) foi feita pelo método enzimático descrito por Amaral et al. (2007) e as quantificações de açúcares solúveis (AS) e sacarose (SAC) foram feitas pelo método do fenol-sulfúrico segundo os procedimentos descritos por Dubois et al. (1956) e Van Handel (1967). A quantidade de açúcares totais (AT) foi obtida pela soma de AS e AM e a variação diurna de carboidratos foi calculada pela diferença entre os valores do amanhecer e do entardecer. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,1$ ).

## **Resultados e Discussão**

Considerando as plantas em condições naturais, as maiores variações no conteúdo foliar de carboidratos foram observadas durante o verão, com as folhas da face leste da copa das laranjeiras apresentando acúmulo de açúcares totais metabolizáveis superior a 20 mg g<sup>-1</sup> (Figura 1b). Essa maior dinâmica durante o verão está

relacionada à temperatura apropriada (Ribeiro et al., 2005) e a maior fotossíntese das plantas (Ribeiro & Machado, 2007). Durante o inverno, o menor acúmulo de fotoassimilados na face leste deve estar relacionado à menor temperatura do ar (Ribeiro et al., 2005), cujos efeitos negativos na fotossíntese são marcantes (Ribeiro et al., 2009).



**Figura 1** – Variação diurna do conteúdo foliar de açúcar total metabolizável (AT), amido (AM), açúcar solúvel (AS) e sacarose (SAC) em laranjeiras adultas em condição de campo, mantidas em condições naturais (NI) ou irrigadas (I) com reposição de 100% da lâmina evapotranspirada. As amostragens foram realizadas em agosto (inverno, a,c) e dezembro (verão, b,d), considerando folhas completamente expandidas e expostas na face leste (a,b) e oeste (c,d) da copa das plantas. Cada histograma indica o valor médio ( $n=3$  para AS, SAC e AT,  $n=4$  para AM)  $\pm$  desvio padrão. Variação diurna refere-se à diferença entre o amanhecer e o entardecer.

A variação espacial na copa da dinâmica de carboidratos parece estar relacionada à temperatura foliar, de tal forma que os maiores acúmulos são observados em

condições não limitantes de temperatura. Sabe-se que condições térmicas mais amenas e próximas do ótimo fisiológico são observadas na face leste durante o verão e na face oeste durante o inverno (Ribeiro et al., 2005).

Considerando a variação diurna de carboidratos, a irrigação apresentou efeito marcante durante o inverno na face leste (Figura 1a), promovendo acúmulo significativo de todos os açúcares estudados enquanto que na face oeste promoveu maior acúmulo apenas de sacarose (Figura 1c). Sendo assim, a irrigação apresentou efeito positivo no metabolismo das plantas mantendo boa disponibilidade de água no período com restrição hídrica (Ribeiro, 2006).

No verão, destaca-se a variação de amido em plantas irrigadas que apresentaram consumo na face leste (Figura 1b), mas principalmente na face oeste chegando a mais de 10 mg g<sup>-1</sup> (Figura 1d). Nota-se que o acúmulo de sacarose e açúcares solúveis foi muito superior também em plantas irrigadas (Figura 1d). Na prática, a irrigação apresentou efeito benéfico para as reações metabólicas mesmo em um período úmido (Ribeiro, 2006) sugerindo que foi efetiva em amenizar o estresse térmico nas folhas na face oeste da copa promovendo maior transpiração e a redução da temperatura foliar. Possivelmente, o amido hidrolisado nas plantas irrigadas aumentou a disponibilidade de açúcares solúveis, fontes de energia o crescimento que ocorre durante o verão.

## **Conclusão**

Com a pesquisa concluímos que a dinâmica diurna de carboidratos foliares é maior durante o verão quando comparado ao inverno na face leste da copa. Comparando as faces da copa, o maior acúmulo de carboidratos ocorre na face leste durante o verão e na face oeste durante o inverno, sendo esse aspecto regulado aparentemente pelas condições térmicas. Em relação à irrigação, a dinâmica de carboidratos é favorecida por essa prática agrícola, mesmo durante a estação chuvosa.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de iniciação científica (C.P.M.) e de produtividade científica (R.V.R., E.C.M.) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São

Paulo (Fapesp) pelo financiamento dessa pesquisa e pela bolsa de mestrado concedida a D.F.S.P.M.

## **Referências Bibliográficas**

AMARAL, L.I.V.; COSTA, P.M.F.; AIDAR, M.P.M.; GASPAR, M.; BUCKERIDGE, M.S. Novo método enzimático rápido e sensível de extração e dosagem de amido em materiais vegetais. **Hoehnea**, São Paulo, v.34, p. 425-431, 2007.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 28, p. 350-356, 1956.

MACHADO, E.C.; MEDINA, C.L.; GOMES, M.M.A.; HABERMANN, G. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água em folhas de laranja "Valência". **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, p. 53-58, 2002.

RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; SANTOS, M.G. Leaf temperature in sweet orange plants under field condition: influence of meteorological elements. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 13, p. 393-403, 2005.

RIBEIRO, R.V. **Variação sazonal da fotossíntese e relações hídricas de laranja 'Valência'**. 2006. 157p. Tese (Doutorado em Agronomia)- Escola Superior De Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

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**, Londrina, v.19, p. 393-411, 2007.

RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; SANTOS, M.G.; OLIVEIRA, R.F. Seasonal and diurnal changes in photosynthetic limitation of young sweet orange trees. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 66, p. 203-211, 2009.

VAN HANDEL. Direct microdetermination of sucrose. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 22, p. 280-283, 1968.