

# VARIACIÓN DE AZÚCARES SOLUBLES Y ALMIDÓN EN HOJAS DE DURAZNO (*Prunus persica* L. Batsch) EN PLANTACIONES DE ALTA DENSIDAD

A. J. Florez-Medina<sup>1</sup>; C. Peña-Valdivia<sup>2</sup>; J. Rodríguez-Alcázar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Km. 38.5 Carr. México-Texcoco, Edo. Méx. C.P. 56230. Tel. (595) 2 15 00. Ext. 6263. Fax. (595) 2 16 42. E-mail: aflores@taurus1.chapingo.mx.

<sup>2</sup>Programa de Botánica. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados. C.P. 56230, Montecillo, Edo. de México.

<sup>3</sup>Programa de Fruticultura. IREGP. Colegio de Postgraduados. C.P. 56230, Montecillo, Edo. de México. E-mail: jornal@colpos.colpos.mx.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la variación en los azúcares solubles y almidón en durazno (*Prunus persica* L. Batsch) de bajo requerimiento de frío. Árboles de durazno de dos años de edad de los cultivares y selecciones CP 91-9C, 'Oro B', 'Oro Azteca' y CP 91-16C, se evaluaron como tratamientos, desde enero 1995 hasta julio 1997 en el huerto San José del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México, con distanciamiento de 4x2 m, conducidos en un sistema en V. La unidad experimental fue un árbol con cinco repeticiones por tratamiento. Los resultados indican que los azúcares reductores mostraron una tendencia decreciente (desde 57.8 hasta 14.9 mg·g<sup>-1</sup> de peso seco) en ocho muestreos, pero únicamente en el segundo muestreo existieron diferencias ( $P=0.0002$ ) entre cultivares. Los azúcares no reductores presentaron diferencias ( $P=0.0007$ ) en el primer muestreo y sus valores variaron entre 12.2 y 83.8 mg·g<sup>-1</sup> de peso seco. El contenido de azúcares totales fue similar al de azúcares no reductores, y varió entre 34.2 a 134.9 mg·g<sup>-1</sup> de peso seco, con diferencias ( $P=0.027$ ) entre genotipos en el primer muestreo. Estos resultados sugieren que sólo hubo cambios significativos en tres muestreos. Se confirmó que entre cultivares existen diferencias en la duración de las etapas fenológicas, lo que repercute en la acumulación y utilización de los carbohidratos no estructurales de las hojas.

**PALABRAS CLAVE:** Carbohidratos, huertos densos, bajo requerimiento de frío, frutal.

## VARIATION OF SOLUBLE SUGARS AND STARCH IN PEACH LEAVES (*Prunus persica* L. Batsch) IN HIGH DENSITY ORCHARDS

## SUMMARY

The purpose of this work was to evaluate the variation of soluble sugars and starch in peach (*Prunus persica* L. Batsch) with low chilling requirement. Two year-old peach trees of the cultivars and selections CP 91-9C, 'Oro B', 'Oro Azteca' and CP 91-16C were evaluated as treatments during the period January 1995 through July 1997 in the orchard San Jose belonging to the Colegio de Postgraduados, Montecillo, state of Mexico. The trees were planted at a distance of 4 x 2 m conducted under the V system. The experimental unit used was one tree with five replications. The results indicate that soluble sugars showed a decreasing trend (57.8 to 14.9 mm·g<sup>-1</sup> dry weight) during the sampling period, but it was only in the second sampling that there were differences ( $P=0.0002$ ) among cultivars. Non-reducing sugars showed differences ( $P=0.0007$ ) in the first sampling, the values varying between 12.2 and 83.8 mg·g<sup>-1</sup> of dry weight. The content of total sugars was similar to that of non-reducing sugars and varied from 34.2 to 134.9 mg·g<sup>-1</sup> dry weight, with differences among treatments in the first sampling ( $P=0.027$ ). There were differences in starch content among cultivars in the sixth sampling. It was confirmed that the cultivars had differences in their phenological stages, that has to be with the accumulation and utilization of non structural carbohydrates of the leaves.

**KEY WORDS:** Lowchilling requirement, carbohydrates, high density, fruit three.

## INTRODUCCIÓN

El carbono fijado durante la fotosíntesis es transformado en carbohidratos, como la sacarosa para ser exportado desde las hojas hasta los demás órganos de la

planta, o en almidón para almacenarse en el cloroplasto para su exportación posterior (Sowden, 1957). Se reconoce una estrecha relación entre el contenido de carbohidratos no estructurales y la alternancia de la producción, ya que cuando se tiene un año de baja producción,

los niveles de carbohidratos son bajos (Jones *et al.*, 1975). La síntesis neta de azúcar y la capacidad de exportación aumentan durante el desarrollo de la hoja, mientras que la habilidad para importar asimilados se pierde progresivamente conforme maduran y senescen las hojas (Turgeon, 1989). El sorbitol es un producto final importante de la fotosíntesis que, junto con la sacarosa, representan la forma principal de carbono translocado en la mayoría de las rosáceas (Moing *et al.*, 1992). La habilidad para sintetizar sacarosa y sorbitol cambia conforme las hojas de durazno maduran y, además, se presentan diferencias en el metabolismo de estos dos azúcares de transporte durante el desarrollo de las hojas (Merlo y Passera, 1991). La cuantificación del almidón en los árboles puede proveer una medida exacta de la fluctuación en las reservas almacenadas (Kaiser y Wolstenholme, 1993). Debido a la función preponderante de los carbohidratos no estructurales en el crecimiento y desarrollo de los frutales, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la concentración de los azúcares solubles y el almidón en hojas de cuatro cultivares y selecciones de durazno e interpretar sus fluctuaciones en dependencia de las etapas fenológicas. Esta información es necesaria para ampliar el conocimiento de las relaciones fuente demanda cuando los árboles están en alta densidad de plantación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el Campo Experimental San José del Colegio de Postgraduados, ubicado en Montecillo, Edo. de México. Se utilizaron árboles de durazno (*Prunus persica* L. Batsch) 'Oro Azteca', 'Oro B', CP 91-9C y CP 91-16C, como tratamientos, liberados para prueba y uso comercial por el Programa de Mejoramiento Genético del Colegio de Postgraduados. La evaluación se inició el 10 de enero de 1995, en un huerto establecido en marzo de 1994, conducido con sistema de poda en V con distanciamiento de 4 m entre líneas y 2 m entre plantas, con una población de 168 árboles, de los cuales se muestreó cinco de cada cultivar. Se realizaron podas de invierno, verano, fertilizaciones con la fórmula 120-100-100 (N-P-K) y aplicaciones de agroquímicos para controlar plagas y enfermedades. Se aplicó riego cada 15 días desde la brotación hasta la cosecha y luego tres riegos postcosecha. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones y la unidad experimental consistió de un árbol. Se utilizó el procedimiento ANOVA para análisis de varianza, y se aplicó la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

Todas las variables se evaluaron en las fechas y estados fenológicos que se detallan en el Cuadro 1. Se cuantificaron azúcares solubles totales, azúcares reductores y almidón en hojas. En cada muestreo se recolectaron 30 hojas sanas de la parte media de la copa de los árboles y de la parte media de los brotes del grupo más recientemente expuesto, con edades que fluctuaron entre seis y ocho semanas. Las hojas se lavaron y se coloca-

ron en una estufa con aire circulante y temperatura constante a 65°C durante 72 h. Para cuantificar los azúcares, se agregaron 7 ml de etanol (80 % en agua v/v) a 2 g del material vegetal seco y molido, y se mantuvieron en ebullición durante 5 min. Las muestras se filtraron y el extracto alcohólico se utilizó para la cuantificación de azúcares y el residuo se empleó para medir almidón por el método de la diastasa (Peña-Valdivia y Ortega-Delgado, 1991). Los azúcares reductores directos se cuantificaron por el método colorimétrico de Nelson-Somogyi (Nelson, 1944; Somogyi, 1952) y totales por el método de la antrona (Withman *et al.*, 1971). La concentración de los azúcares no reductores se obtuvo por diferencia de los valores de los azúcares solubles totales menos los reductores directos.

**CUADRO 1. Etapas fenológicas y fechas de muestreo de hojas de durazno para cuantificar azúcares, almidón y estado fenológico de los árboles.**

Fecha	Número de Muestreo	Estado Fenológico
20-ago.-96	1	Crecimiento vegetativo de postcosecha (45 días después de la cosecha de 1996)
22-sep.-96	2	Crecimiento vegetativo de postcosecha
16-nov.-96	3	Detención del crecimiento vegetativo e inicio de defoliación
12-abr.-97	4	Desarrollo de fruto en etapa I (cv. 1,2,3 y 4) y II (cv. 2)
01-may.-97	5	Desarrollo de fruto en etapa II (cv. 1, 2, 3 y 4) y III (cv. 2)
31-may.-97	6	Desarrollo de fruto en etapa III (cv. 1, 2 y 3) y II (cv. 4)
21-jun.-97	7	Desarrollo de fruto en etapa III (cv. 4)
19-jul.-97	8	Crecimiento vegetativo de postcosecha, 11 días (cv. 4) y 40 días (cv. 1, 2 y 3) después de la cosecha

Cultivares y selecciones: (1) CP 91-9C; (2) Oro B; (3) Oro Azteca; (4) CP 91-16C.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los árboles de durazno se presentó traslape de las etapas fenológicas dentro de cada cultivar; así, en el tercer muestreo (16-11-96) los árboles se encontraban simultáneamente en el crecimiento vegetativo de postcosecha e inicio de floración, y en los muestreos 3 a 6 se observó un traslape de las etapas de desarrollo de frutos. En este caso hubo diferencias entre los cultivares, 'Oro B' fue el más precoz en la fructificación, mientras que el CP 91-16C fue el más tardío (Cuadro 1). La concentración de azúcares solubles totales foliares de los cuatro cultivares fluctuó durante el período de evaluación y estuvo relacionada con la fenología de cada uno de los cultivares y selecciones. Con excepción de CP 91-16 el mayor contenido de azúcares solubles totales (Cuadro 2) se detectó en el primero y segundo muestreo, cuando las plantas estaban en crecimiento vegetativo de postcosecha (Cuadro 1).

CUADRO 2. Azúcares solubles totales (mg·g<sup>-1</sup> en peso seco) en hojas de diferentes cultivares y selecciones de durazno conducidos en V a una densidad de 1250 árboles·ha<sup>-1</sup>. Montecillo, México.

Cultivar o Selección	Fecha de Muestreo							
	20-08-96	22-09-96	16-11-96	12-04-97	01-05-97	31-05-97	21-06-97	19-07-97
CP 91-9C	134.90 a <sup>z</sup>	102.31 a	61.00 a	77.07 a	34.20 a	85.30 a	89.40 a	42.35 a
Oro B	114.00 ab	119.13 a	87.90 a	62.00 a	68.64 a	75.38 a	64.00 a	25.52 a
Oro Azteca	121.80 ab	108.93 a	77.55 a	80.13 a	58.00 a	82.74 a	101.60 a	41.73 a
CP 91-16C	76.85 b	101.47 a	121.20 a	83.00 a	75.80 a	101.14 a	81.40 a	43.68 a

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de columnas no presentan diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P\leq0.05$ .

Las fluctuaciones del contenido de azúcares solubles totales del CP 91-16C fueron contrastantes respecto a los otros tres cultivares ya que en los muestreos 1, 4, 5, y 6 incrementó o disminuyó su contenido de estos azúcares en forma opuesta a los otros tres cultivares.

La concentración de estos azúcares disminuyó paulatinamente hasta el cuarto y quinto muestreo. Después del quinto muestreo el contenido de azúcares totales tendió a incrementar, seguramente debido a que los frutos en ese momento se encontraban en la etapa III de desarrollo, cuando probablemente ya no son parte importante de la demanda de fotosintatos (Pavel y De Jong, 1993). Sin embargo, en el último muestreo, cuando los árboles habían alcanzado nuevamente el crecimiento vegetativo de postcosecha, el contenido de azúcares solubles totales de las hojas disminuyó nuevamente en los cuatro cultivares y selecciones y, en promedio, la concentración de estos azúcares del último muestreo representó sólo 30% de la concentración del primero (Cuadro 2).

Las diferencias en la concentración de los azúcares totales en las hojas del primero y último muestreo probablemente son resultado de diferentes condiciones ambientales y del desarrollo de los árboles durante 1996 (ciclo previo a la evaluación) y 1997, ya que ambos muestreos correspondieron a 45 y 40 días de postcosecha.

Por otro lado el contenido de azúcares no reductores fue en general mayor que el de azúcares reductores (Cuadros 3 y 4). Así, desde el segundo muestreo hasta el cuarto y del sexto al último en los cuatro cultivares y selecciones, los azúcares no reductores (Cuadro 3) representaron la mayor proporción de azúcares totales (Cuadro 2) de las hojas; así, en algunos casos, como el cuarto muestreo los azúcares no reductores representaron más del doble de la concentración de los azúcares reductores (Cuadros 2 y 3). En contraste y con excepción de CP 91-16C, en el quinto muestreo, cuando los frutos estaban en pleno desarrollo y la concentración total de azúcares fue menor (Cuadro 2), predominaron los azúcares reductores sobre los azúcares no reductores en las hojas.

CUADRO 3. Azúcares no reductores (mg·g<sup>-1</sup> en peso seco) en hojas de diferentes cultivares y selecciones de durazno conducidos en V a una densidad de 1250 árboles·ha<sup>-1</sup>. Montecillo, México.

Cultivar o Selección	Fecha de Muestreo							
	20-08-96	22-09-96	16-11-96	12-04-97	01-05-97	31-05-97	21-06-97	19-07-97
CP 91-9C	83.19 a <sup>z</sup>	68.80 a	36.81 a	50.62 a	12.21 a	63.55 a	47.23 a	27.37 a
Oro B	56.18 b	65.38 a	50.63 a	36.88 a	24.72 a	43.13 a	34.45 a	9.24 a
Oro Azteca	81.43 a	83.70 a	52.63 a	53.75 a	27.07 a	61.10 a	71.44 a	21.88 a
CP 91-16C	30.78 c	53.90 a	96.28 a	60.67 a	49.56 a	63.54 a	57.76 a	25.36 a

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de columnas no presentan diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P\leq0.05$ .

CUADRO 4. Azúcares reductores (mg·g<sup>-1</sup> en peso seco) en hojas de diferentes cultivares y selecciones de durazno conducidos en V a una densidad de 1250 arboles·ha<sup>-1</sup>. Montecillo, México.

Cultivar o Selección	Fecha de muestreo							
	20-08-96	22-09-96	16-11-96	12-04-97	01-05-97	31-05-97	21-06-97	19-07-97
CP 91-9C	51.72 a <sup>z</sup>	33.51 b	24.19 a	26.44 a	22.00 a	21.75 a	42.18 a	14.98 a
Oro B	57.83 a	53.75 a	37.28 a	25.13 a	44.00 a	32.25 a	29.55 a	16.28 a
Oro Azteca	40.38 a	25.23 b	24.65 a	26.38 a	30.00 a	21.64 a	30.17 a	19.85 a
CP 91-16C	46.07 a	47.56 a	24.93 a	22.33 a	26.24 a	37.6 a	23.64 a	18.32 a

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de columnas no presentan diferencia significativa de acuerdo a la prueba Tukey a una  $P\leq0.05$ .

CUADRO 5. Almidón (mg·g<sup>-1</sup> en peso seco) en hojas diferentes cultivares y selecciones de durazno conducidos en V a una densidad de 1250 arboles·ha<sup>-1</sup>. Montecillo, México.

Cultivar o Selección	Fecha de muestreo							
	20-08-96	22-09-96	16-11-96	12-04-97	01-05-97	31-05-97	21-06-97	19-07-97
CP 91-9C	0.20 a <sup>z</sup>	0.41 a	0.49 a	0.77 a	0.36 a	0.42 a	0.73 a	2.35 a
Oro B	0.30 a	0.26 a	0.14 a	0.23 b	0.15 a	0.40 a	0.46 a	0.66 a
Oro Azteca	0.26 a	0.26 a	0.23 a	0.47 ab	0.38 a	1.08 a	0.22 a	2.09 a
CP 91-16C	0.08 a	0.55 a	0.14 a	0.38 ab	0.47 a	0.34 a	0.67 a	0.83 a

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de columnas no presentan diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P\leq0.05$ .

Aunque no se identificaron los azúcares no reductores de las muestras, es posible que la mayor parte estuviera constituida por sacarosa y sorbitol (Merlo y Passera, 1991), ya que estos carbohidratos han sido identificados como los más abundantes en los tejidos y como los azúcares de transporte en las rosáceas (Oliveira y Priestley, 1988).

Es significativo el hecho de que sólo se transporten azúcares no reductores entre los tejidos vegetales; aunque las razones de estos son poco claras, es probable que se deba a que los azúcares reductores son más reactivos químicamente y más lábiles a la degradación enzimática (Salisbury y Ross, 1994).

En la presente investigación la presencia relativamente elevada de azúcares reductores que podría ser glucosa principalmente o algunos de sus derivados fosfatados; es reflejo indirecto de la elevada actividad fotosintética de las hojas y es probable que su mayor concentración se localizara en las vacuolas (Salisbury y Ross, 1994).

En relación con la síntesis de azúcares en las hojas, Dickson (1991) señaló que en la maduración de la hoja, más del 30% de <sup>14</sup>C está en la fracción de azúcares, lo que confirma que el flujo de carbono dentro de las diver-

sas vías bioquímicas cambia dramáticamente durante el desarrollo de las hojas, la translocación de fotosintatos de una porción madura de lámina foliar no comienza hasta que se satisfacen todos los requerimientos de carbono de esa parte de tejido (Dickson, 1991). La partición de asimilados está fuertemente influenciada por las demandas reproductora y vegetativa; la fuerza de la demanda es diferente en lugar y tiempo a través de la vida de los árboles de durazno (Ho *et al.*, 1989; Gifford y Evans, 1981; Patrick, 1989).

El almidón en las hojas de durazno representó la proporción menor de los carbohidratos no estructurales de las hojas de durazno, pues su concentración fluctuó entre 1 y 23 mg·g<sup>-1</sup> en peso seco, en contraste con los azúcares solubles totales que alcanzaron valores mayores (Cuadro 2 y 5). Estos resultados indican que en las hojas de durazno los carbohidratos no estructurales más abundantes son azúcares solubles y no el almidón, y entre aquellos los que alcanzan mayores niveles son los azúcares no reductores.

En relación con lo anterior, se reconoce que los carbohidratos son los compuestos principales de almacenamiento en los tejidos vegetales, pero el tipo de carbohidrato y su concentración varía con la estación, la

especie vegetal, el tejido y el estado de desarrollo. Así, en las rosáceas el almidón es el carbohidrato de reserva más abundante (Goodwin y Mercer, 1990) por lo que en las épocas en las que la demanda de fotoasimilados es baja, alcanza concentraciones elevadas en ramas y tallos (Kaiser y Wolstenholme, 1993). Lo anterior, aunado al hecho de que las hojas son tejidos no considerados de reserva a largo plazo, explica por qué la concentración de almidón de las hojas de durazno en la presente investigación resultó menor que la de los azúcares solubles.

La acumulación y disminución paulatina de los carbohidratos no estructurales (azúcares solubles totales más almidón) de las hojas de durazno durante el período total de evaluación se presenta en la Figura 1. Se observó que en el periodo de crecimiento vegetativo posterior a la cosecha de 1996 las hojas contenían las mayores proporciones de carbohidratos no estructurales, (mayor a  $120 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$  en peso seco), pero con el aumento de la demanda (crecimiento y desarrollo de los frutos) el contenido de carbohidratos no estructurales disminuyó a niveles cercanos a  $50 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$  en peso seco. Aunque con la disminución de la demanda (sexto y séptimo muestreos) se inició la recuperación de los contenidos de carbohidratos no estructurales; pero no se alcanzaron los niveles originales, pues en el último muestreo la concentración de carbohidratos no estructurales cayó nuevamente, por su probable exportación a órganos de reserva para el desarrollo de nuevas estructuras en el próximo ciclo (Moing *et al.*, 1992) y es posible que algún factor ambiental haya modificado la respuesta esperada. Por otro lado, la Figura 1 muestra el comportamiento distinto de la selección CP 91-16C, las diferencias en las fluctuaciones de los carbohidratos no estructurales de la selección CP 91-16C puede atribuirse, al menos en parte, al crecimiento contrastante de los frutos (demanda) (Figura 2). Así la selección CP-91-16C inició el amarre del fruto tardíamente, a los 67 días julianos y la maduración del fruto la alcanzó hasta los 140 días julianos.

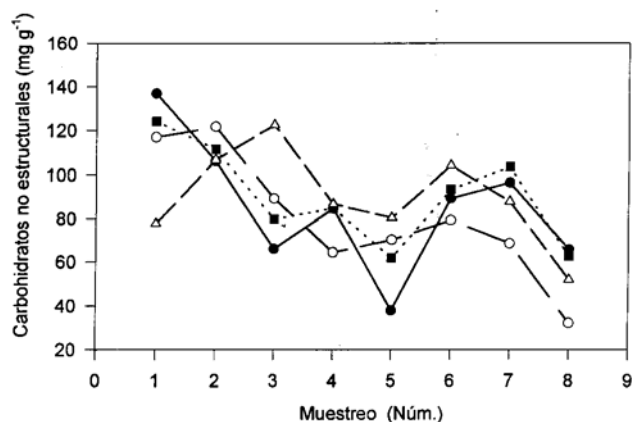


Figura 1. Distribución de los carbohidratos no estructurales (azúcares solubles totales más almidón) de las hojas de durazno (O: CP 91-9C; ●: 'Oro B'; ■: 'Oro Azteca'; Δ: CP 91-16C) durante el período de evaluación.

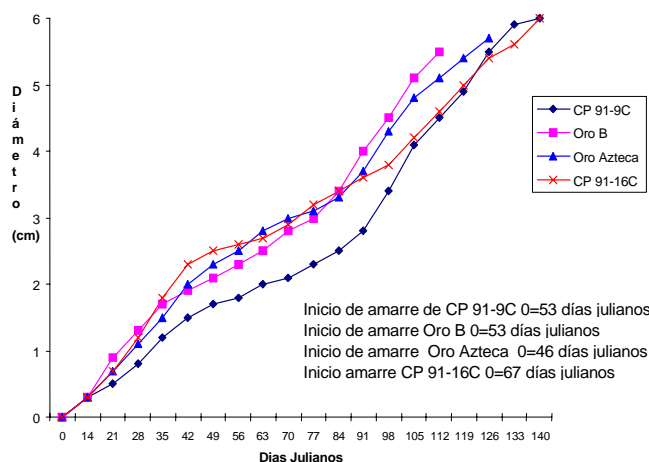


Figura 2. Crecimiento de fruto en durazno en 'CP 91-9C', 'Oro B', 'Oro Azteca' y 'CP 91-16C' en alta densidad de plantación. Montecillo, Edo. Méx. México, 1997.

## CONCLUSIONES

Las hojas de los cuatro cultivares y selecciones de durazno acumularon durante el periodo de evaluación mayores concentraciones de azúcares solubles totales, reductores directos y azúcares no reductores que de almidón. La competencia por carbohidratos disponibles (carbohidratos no estructurales) en el desarrollo de las diferentes etapas fenológicas disminuyó las concentraciones de estos carbohidratos en las hojas, principalmente en CP 91-9C, Oro B y Oro Azteca. Se confirmó que entre cultivares existen diferencias en la duración de las etapas fenológicas, lo que repercute en la acumulación y utilización de los carbohidratos no estructurales de las hojas. El sistema de conducción V, programa de manejo de huertos, uso de nuevas variedades y la alta densidad de plantación utilizadas representan un esquema de manejo adecuado para el estudio de las relaciones fuente-demanda en duraznos.

## LITERATURA CITADA

- DICKSON, R.E. 1991. Assimilate distribution and storage, pp 51-85. *In*: Physiology of Trees. A.S. Raghavendra (ed). John Wiley and Sons. New York, USA.
- GIFFORD, R.M.; EVANS, L.T. 1981. Photosynthesis, carbon partitioning, and yield. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 32: 485-509.
- GOODWIN T.W.; MERCER, E.I. 1990. Introduction to Plant Biochemistry. Second edition. Pergamon Press, Oxford. UK. 677 p.
- HO, L.C.; GANGE, R.I.; and Shaw, A.F. 1989. Source sink regulation, pp. 306-344. *In*: Transport of Photoassimilates. Baker, D.A. and Milbourn, J.A. (eds). Logman Scientific and Technical. Harlow, UK.
- JONES, W.W.; EMBLETON, T.W.; COGGINS, C.W. 1975. Starch content of roots of 'Kinnow' mandarin trees bearing fruit in alternate years. *HortScience* 10: 514-518.
- KAISER, C.; WOLSTENHOLME, B.D. 1993. Aspects of late hung 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) fruit in the natal midlands. II. Whole tree starch cycling. *S. Afr. Avocado Grower's Assoc. Yrbk.* 16: 46-55.

- MERLO, L.; PASSERA, C. 1991. Changes in carbohydrates and enzyme levels during development of leaves of *Prunus persica*, a sorbitol synthesizing species. *Physiol. Plant* 83: 621-626.
- MOING, A.; CARBONNE, F.; RASHAD, M.H.; GAUDILLERE, J.P. 1992. Carbon fluxes in mature peach leaves. *Plant. Physiol.* 100: 1878-1884.
- NELSON, N. 1944. A photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.* 195: 375-380.
- OLIVEIRA, C.M.; PRIESTLEY, C.A. 1988. Carbohydrate reserves in deciduous fruit trees. *Hort. Rev.* 10: 403-430.
- PATRICK, J.W. 1989. Assimilate partitioning in relation to crop productivity. *HortScience* 23: 33-40.
- PAVEL, E.W.; DE JONG, T.M. 1993. Source-sink limited growth periods of developing peach fruits indicated by relative growth rate analysis. *J. Amer. Soc. HortScience* 118: 820-824.
- PEÑA-VALDIVIA, C.B.; ORTEGA-DELGADO, M.L. 1991. Non-structural carbohydrate partitioning in *Phaseolus vulgaris* after vegetative growth. *J. Sci. Food and Agriculture* 55: 563-577.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. 1994. *Fisiología Vegetal*. Grupo Iberoamérica. D.F., México. 759 p.
- SOMOGYI, M. 1952. Notes on sugar determination. *J. Biol. Chem.* 195: 19-23.
- SOWDEN, J.C. 1957. Occurrence, properties and synthesis of the monosaccharides, pp. 77-137. *In: the Carbohydrates*. Chemistry, Biochemistry, Physiology, W. Pigman (ed.) Academic Press Inc. New York. USA.
- TURGEON, R. 1989. The sink-source transition in leaves. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 40: 119-138.
- WITHMAN, F. H.; BLAYDES, D.F.; DEVLIN, R.M. 1971. *Experiments in Plant Physiology*. Van Nostrand Reinhold Company. New York. USA. 245 p.