

LA RELACIÓN HOJA:FRUTO AFECTA LA PRODUCCIÓN, EL CRECIMIENTO Y LA CALIDAD DEL FRUTO EN DURAZNERO (*Prunus persica* L. Batsch, cv. 'Rubidoux')

Fánor Casierra-Posada¹; José Israel Rodríguez Puerto²;
y Julián Cárdenas-Hernández³

RESUMEN

*El raleo de frutos es un práctica agrícola común en los árboles de melocotón con miras a una cosecha moderada a abundante. Sin embargo, a pesar de las muchas ventajas del raleo, demostradas a lo largo de años de experiencia en la zona templada, esta práctica es a menudo una de las operaciones conducidas de manera ineficiente en el cultivo del duraznero. Árboles de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch cv. 'Rubidoux') se ralearon manualmente con el objeto de mejorar la calidad comercial del fruto. Se evaluaron los cambios en el crecimiento del fruto, los sólidos solubles totales, la relación pulpa: semilla, la producción, la calidad del fruto y el diámetro de la fruta, durante una temporada de crecimiento de los frutos según el efecto de la relación hoja: fruto (10; 20; 30; 40 y 50 hojas por fruto), en Guasca – Cundinamarca - Colombia. El raleo se realizó 85 días después de plena floración. Los árboles del tratamiento control no se ralearon. Se observaron diferencias en las curvas de crecimiento del fruto, en el promedio de fruto cosechado, en el peso fresco de los frutos y en su calidad comercial. El contenido de sólidos solubles totales en los frutos y la relación pulpa:semilla aumentaron con el raleo. Al momento de la cosecha, la producción se redujo en los árboles raleados, pero se mejoró la cantidad del fruto comercial. Los tratamientos con 40 y 50 hojas por fruto tuvieron la mayor proporción de frutos de mejor calidad en comparación con los árboles control.*

Palabras clave: Crecimiento de frutos, relación fuente:vertedero, sólidos solubles totales, relación pulpa:semilla.

¹ Profesor Asociado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 661, Tunja, Colombia. <fcasierra@tunja.uptc.edu.co>

² Ingeniero Agrónomo, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 661, Tunja, Colombia. <joseisrael137@yahoo.es>

³ Estudiante de Ingeniería Agronómica. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 661, Tunja, Colombia. <juluanc0182@yahoo.es>

Recibido: Junio 2 de 2006; aceptado: Febrero 9 de 2007.

ABSTRACT

LEAF TO FRUIT RATIO AFFECTS YIELD, FRUIT GROWTH AND FRUIT QUALITY OF PEACH (*Prunus persica* L. Batsch, cv. 'Rubidoux')

*Fruit thinning is a standard practice on peach trees carrying a moderate to heavy crop. However, in spite of the many benefits from thinning demonstrated through long years of experience in the temperate zone, fruit thinning is too often one of the most unefficiently conducted operations in peach growing. With a view to improve marketable yield and fruit quality, trees of peach (*Prunus persica* L. Batsch cv. 'Rubidoux') were subjected to hand thinning. Changes in fruit growth, total soluble solids, pulp:stone ratio, yield, fruit quality and fruit diameter of developing peach fruit were investigated over a single season along with the effects of leaf:fruit ratio (10, 20,30, 40 and 50 leaves per fruit) in Guasca – Cundinamarca - Colombia. Thinning was done 85 days after full bloom. Control trees were unthinned. Differences were observed by fruit growth curves, average of harvested fruit, fresh weight of fruits and marketable fruit quality. Total soluble solids content in the fruits and pulp:stone ratio, were increased by thinning. At harvest, yield was reduced in the thinned trees, but marketable fruit was improved. Treatments with 40 and 50 leaves per fruit showed larger proportion of better quality fruits in comparison to control trees.*

Key words: Fruit growth, sik:source ratio, total soluble solids, pulp:stone ratio.

El raleo de frutos en cultivos de duraznero (*Prunus persica* L.) es una práctica agrícola común llevada a cabo con el propósito de mantener un equilibrio en las cosechas y de obtener frutos con tamaño y calidad apropiados para el mercado. A pesar de esto, la práctica se realiza en forma ineficiente debido a que es una labor monótona y dispendiosa; además, es difícil cuantificar la cantidad de fruta a remover, y la labor incrementa los costos de producción (Childers, 1983).

En cuanto a la época en que se ralean los árboles de duraznero, se encontró que el raleo de flores induce mayor vigor en los árboles y tolerancia a las heladas en comparación con plantas en las que se hizo el raleo de frutos 68 días después de plena floración (ddpf). Sin embargo, las plantas de duraznero en las que el raleo de flores se hizo manualmente, resultaron raleadas en exceso, debido al poco cuajamiento de

los frutos restantes (Byers y Marini, 1994). Uno de los pocos estudios realizados en ciruelos demostró cómo el raleo tardío podía afectar significativamente el tamaño del fruto (DeJong *et al.* 1990).

Por razones de confiabilidad en el resultado del raleo, esta labor se realiza manualmente, lo que incrementa enormemente los costos de producción. Por tanto, se han investigado muchos tipos de productos químicos para sustituir la labor manual. La investigación se ha centrado en productos químicos que queman las flores y en productos inhibidores de la floración. Hasta el momento se tienen resultados promisorios (Johnson *et al.* 1997; Chanana *et al.* 2002; Chanana y Beri 2004; Dhineshi y Yadav 2004).

El tema del raleo de frutos no puede analizarse de manera independiente de la relación fuente:vertedero, de ahí que se hayan desarrollado modelos para

comprender y predecir la dinámica de los fotosintatos en durazneros (Allen Prusinkiewicz y DeJong 2005). La distribución de carbohidratos representa un problema central en los modelos de procesamiento basados en el crecimiento del árbol debido a la interacción entre la distribución de carbono, el crecimiento y la arquitectura de la planta (Le Roux *et al.* 2001). El modelo '*Peach*' (Grossman y DeJong 1994) fue basado en la migración de asimilados al vertedero y en la distribución de carbono, y se utilizó para simular el crecimiento reproductivo y vegetativo de los árboles frutales. La distribución de carbono en ese modelo se centraba en la hipótesis de que un árbol crece solamente en función de un conjunto de órganos fuente de carácter semi-autónomo que actúan y compiten recíprocamente por los recursos. Los órganos del mismo tipo se agruparon en raíces, frutos y ramas. El crecimiento de la biomasa era dependiente de un potencial de crecimiento experimental derivado para cada tipo del órgano (Grossman y DeJong 1995 a, b, DeJong y Grossman 1995). Este acercamiento permitió evitar coeficientes empíricos en la asignación de carbono, las normas funcionales del balance, y las relaciones alométricas que eran comunes a la mayoría de los otros modelos del árbol hasta ese entonces (Lacointe 2000). Sin embargo, según lo precisado por Le Roux *et al.* 2001, el modelo '*Peach*' ignoraba casi por completo la interacción entre la arquitectura del árbol y la asignación del carbono.

En general, el poder de atracción de un órgano vertedero, definido como la capacidad de atraer los fotosintatos,

está determinada no solamente por el vertedero, sino también por la fuente, la ruta, y otros órganos vertedero (Minchin y Torpe 1996). Factores tales como el tamaño del vertedero, la época de iniciación relativa de otros vertederos, la localización y distancia de la fuente son determinantes en la fuerza del vertedero en toda la planta (Ho 1980, Bangerth y Ho 1984, Wardlaw 1990). En un árbol frutal en cosecha, por ejemplo, las altas cargas de fruta pueden acumular el 50 % de la producción total de materia seca. Las frutas también representan verdaderos vertederos y pueden competir con éxito con los órganos vegetativos por los asimilados (Weinberger 1931, Martin Lewis y Cemy 1964).

El modelo de crecimiento doble sigmoide del fruto de duraznero (Chalmers y Van den Ende 1975) indica variaciones en el poder vertedero en diversas etapas del crecimiento. Así, la etapa uno se caracteriza por la división activa de las células y por tanto tiene lugar un crecimiento rápido del fruto; la etapa dos se caracteriza por el crecimiento relativamente lento durante el llenado y endurecimiento del endocarpo; y la etapa tres es caracterizada por el ensanchamiento celular (Zucconi 1986, Bianco Rieger y Sung 1999, Casierra, Barreto y Fonseca 2004). Los métodos para medir el poder del vertedero, tales como la tasa de crecimiento, la acumulación neta de materia seca, o el índice de la síntesis de reservas de carbono, no consideran la proporción de asimilados utilizados en la respiración y por tanto subestiman el potencial de un vertedero de recibir y metabolizar asimilados. La estimación del poder

vertedero de un fruto está dada por la suma de su aumento neto y la pérdida respiratoria de carbono (Ho 1988).

El objetivo del presente trabajo fue la determinación del efecto de la intensidad del raleo de frutos de duraznero de acuerdo con el número de hojas, sobre la producción y la calidad de fruta en condiciones de los altiplanos tropicales.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en el municipio de Guasca (Cundinamarca, Colombia), ubicado a 2800 msnm, con precipitación anual acumulada de 1000 mm, temperatura media promedio anual de 14 °C, brillo solar total anual acumulado de 1410 horas (con un máximo de 1700 horas y un mínimo de 1120 horas) y humedad relativa alrededor de 80 %. Como material vegetal se utilizaron plantas de 6 años de edad, de duraznero 'Rubidux' sobre un portainjerto local de duraznero llamado 'Blanco común'. En las plantas seleccionadas, se registró inicialmente tanto el número de hojas como el número de frutos por planta, con el propósito de establecer la relación número de hojas por fruto, de acuerdo con los tratamientos. Como criterio de raleo se dejaron 10, 20, 30, 40 y 50 hojas por cada fruto, los frutos restantes fueron retirados de los árboles. Como tratamiento control se dejaron todas las hojas y frutos de algunos árboles. El raleo de frutos se realizó en forma manual, a los 85 días después de plena floración (ddpf). Luego del raleo se marcaron 15 frutos

por árbol y cada 2 semanas se registró su diámetro ecuatorial, con el propósito de realizar las curvas de crecimiento para cada uno de los tratamientos. Para la determinación de la pendiente de las curvas de crecimiento se tomaron como datos de referencia, la primera y la última lectura (87 y 241 ddpf, respectivamente). De esta manera, se establece cual de los tratamientos presenta un mayor crecimiento final con respecto al punto de partida. La relación pulpa:hueso se tomó con base en el peso seco de la pulpa y del endocarpo, secados por separado en una estufa a 70 °C hasta un peso constante. Los sólidos solubles totales se determinaron con un refractómetro manual y se expresaron en °Brix. Al momento de la recolección se registró el peso total del fruto cosechado y se ubicó en cinco categorías de calidad de acuerdo con el diámetro ecuatorial, de la siguiente manera: Extra: mayor de 65 mm; A: entre 60 y 65 mm; B: entre 55 y 60 mm; C: entre 50 y 55 mm y D: menor de 50 mm.

El diseño estadístico usado fue completamente al azar con cuatro repeticiones. Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza clásico para determinar la significancia. La diferencia entre promedios se determinó mediante la prueba de comparación de Tukey. Se realizó un análisis de regresión para las curvas de crecimiento del diámetro de los frutos, las cuales se expresaron mediante un modelo cúbico. Los análisis estadísticos se realizaron con la versión 11.5 de SPSS®. Las figuras se presentan en formato de barras con su respectiva desviación estándar y el resultado de la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del momento en que se realizaron los tratamientos, la tendencia de las curvas de crecimiento con base en el

diámetro del fruto, se mantuvo, pero reflejó que los frutos alcanzaron mayor diámetro en la medida en que se dejó mayor número de hojas por fruto (Figura 1).

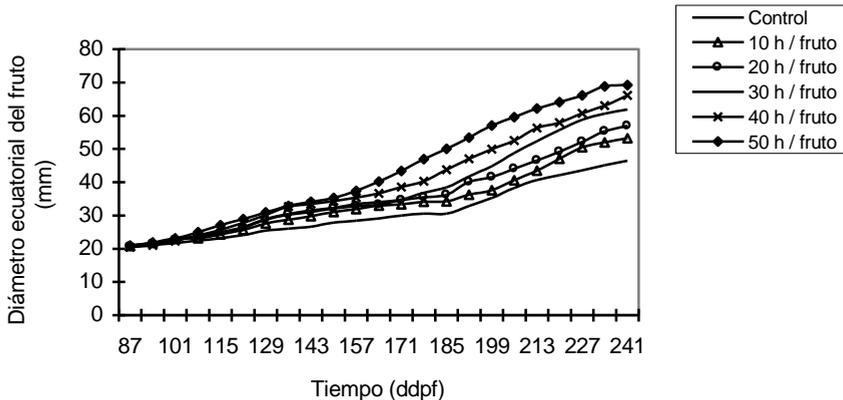


Figura 1: Curvas de crecimiento del diámetro del fruto, con base en datos observados en duraznero 'Rubidoux' en los altiplanos colombianos, de acuerdo con el número de hojas por fruto.

Dicho comportamiento se debe a que mediante una poda severa, con la cual se reduce el número de frutos, se incrementa su diámetro, dado que los frutos restantes tienen menor competencia entre ellos por los asimilados (Bussi *et al.* 2005). El crecimiento del fruto de duraznero se ha descrito como una curva doble sigmoide (Zuconi 1986, Casierra, Barreto y Fonseca 2004), además, se ha demostrado que este modelo de crecimiento se podría explicar por análisis relativo simple de la tasa de crecimiento (Ho, 1988).

El análisis relativo de la tasa de crecimiento del fruto de duraznero,

realizado en árboles ligeramente raleados durante una temporada de crecimiento, se puede utilizar para llegar a una aproximación del potencial de crecimiento del fruto en años subsiguientes, con lo cual se puede evaluar la demanda llevada a cabo por los órganos *vertedero*. Por tanto, el tamaño final del fruto será directamente proporcional al número de frutos en el árbol durante la tercera etapa del crecimiento del fruto. De esta manera, el cultivador podrá manejar mejores cargas de fruto para lograr un tamaño mercadeable. Por esta razón, si el cultivador realiza un raleo tardío, el crecimiento potencial del fruto se ve afectado, debido al efecto de la tasa

relativa de crecimiento, la cual desciende considerablemente en la segunda mitad del tiempo de crecimiento del fruto. Así el horticultor comprenderá la necesidad de lograr tamaños deseables del fruto evitando épocas de raleo inadecuadas y no retirando una gran cantidad de fruto en un raleo tardío (DeJong 2005).

Esta discusión deja clara la influencia de la época de raleo de frutos sobre el tamaño final de los mismos, con base en la tasa relativa de crecimiento; sin embargo, una práctica común es la de ralear antes de que se haya terminado el endurecimiento del endocarpo. De hecho, de esa manera se realizó la práctica de raleo para el presente estudio, lo cual tuvo como resultado la obtención de frutos de mayor tamaño en la medida en que se dejaba mayor número de hojas por fruto y menos frutos por árbol, lo que implicaba menor competencia por los asimilados

disponibles que habían sido fijados en etapas tempranas y un aprovechamiento de la posibilidad de crecimiento de los frutos, por una tasa relativa de crecimiento, que aunque ya se encuentra en descenso, aún resulta útil para incrementar el tamaño de los frutos, lo cual corroboran los datos de pendiente de las curvas de crecimiento y de diámetro final del fruto (Tabla 1). De acuerdo con los tratamientos, la pendiente de la recta trazada entre la primera y la última lectura tiene un comportamiento directamente proporcional al número de hojas por fruto. De esta manera, con los tratamientos con más hojas por fruto se logró un mejor diámetro de los frutos (Tabla 1). Es de aclarar que el modelo de las curvas determinadas por el crecimiento periódico del diámetro de los frutos manifestó un comportamiento doble sigmoide, típico en frutos de duraznero.

Tabla 1: Parámetros de crecimiento de frutos de duraznero 'Rubidoux' en los altiplanos colombianos, de acuerdo con el número de hojas por fruto.

Tratamiento (Hojas/ Fruto)	Ecuación de regresión*	R ²	Pendiente de la curva **	Diámetro final del fruto (mm)**
Control	$y = 0,386227X - 0,002322X^2 + 6,4120032E^{-6}X^3$	0,99	$0,16 \pm 0,016$ a	$46,4 \pm 2,1$ a
10	$y = 0,397516X - 0,02345X^2 + 6,75941363E^{-6}X^3$	0,99	$0,20 \pm 0,007$ b	$53,1 \pm 1,1$ b
20	$y = 0,370100X - 0,001992X^2 + 5,9940765E^{-6}X^3$	0,99	$0,23 \pm 0,021$ c	$56,9 \pm 3,2$ c
30	$y = 0,372087 - 0,002132X^2 + 7,04836177E^{-6}X^3$	0,99	$0,26 \pm 0,008$ d	$61,9 \pm 1,5$ d
40	$y = 0,282278X - 0,000930X^2 + 3,78696687E^{-6}X^3$	0,99	$0,29 \pm 0,017$ e	$66,1 \pm 2,5$ e
50	$y = 0,184587X - 0,000361X^2 + 4,77062516E^{-7}X^3$	0,99	$0,31 \pm 0,013$ e	$69,1 \pm 2,4$ f

* En la ecuación, la variable Y corresponde al diámetro del fruto y la variable X representa los días después de plena floración.

** La pendiente de las curvas y el diámetro final del fruto corresponden a promedios entre las repeticiones y aparecen acompañadas de la desviación estándar y del resultado de la prueba de Tukey ($P < 0,01$), en donde letras iguales indican que no hubo diferencia significativa.

El contenido total de sólidos solubles en los frutos mostró un incremento en la medida en que se dejaron mayor número de hojas por fruto (Figura 2). Es así como se registró un incremento de 6,9; 9,3; 9,3 y 11,5 % en el conte-

nido de sólidos solubles totales para los tratamientos de 10, 20, 30, 40 y 50 hojas por fruto respectivamente, en comparación con los árboles no raleados dado que con los tratamientos se altero la relación fuente : vertedero.

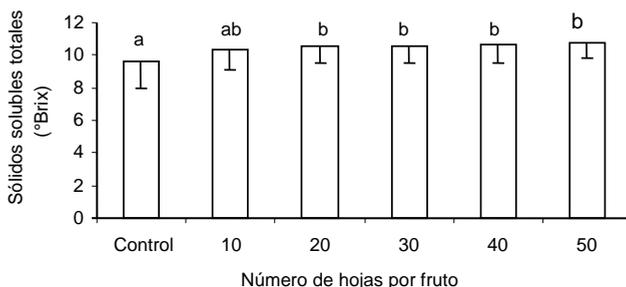


Figura 2: Contenido de sólidos solubles totales (SST) en frutos de duraznero 'Rubidoux' en los altiplanos colombianos, de acuerdo con el número de hojas por fruto.

Loescher y Everard 1996, encontraron que el contenido de almidón en las hojas de duraznero disminuye con el aumento en el número de frutos por árbol, en la etapa de acumulación de azúcares durante el desarrollo del fruto. Los autores argumentan que los fotoasimilados se desplazan eficientemente hacia el fruto con una disminución resultante del contenido del almidón en los tejidos finos del mesófilo. Sin embargo, en un sólo día después del raleo de frutos, el contenido de almidón en las hojas va aumentado a la par con el contenido de sorbitol, el cual es el principal producto primario de la fotosíntesis y el más abundante compuesto entre los traslocados vía floema en muchos representantes de la familia Rosaceae. Cuando los frutos, importantes órga-

vertedero, se retiran de los árboles, el desplazamiento del sorbitol de las hojas al fruto se reduce. Consecuente-mente, el sorbitol se acumula en los tejidos finos del mesófilo (Nii, 1997). A pesar de este resultado, se reporta que el hecho de dejar una carga excesiva de fruto en nectarinos precoces 'May Glo' y en durazneros tardíos 'O'Henry', reduce el tamaño y la concentración de sólidos solubles de los frutos (Caruso *et al.* 2001, Crisosto Mitchell y Johnson 1997). De hecho, se debe resaltar el alto poder de atracción de fotosintatos ejercido por los frutos que quedan en los árboles después de un raleo, los cuales tienen menor competencia entre ellos por los fotoasimilados, lo que resulta en un incremento en el conte- nido de sólidos solubles en los frutos de duraznero.

La cantidad de fruto cosechado se redujo como consecuencia del raleo (Figura 3). Esto condujo a que en los árboles en los que se manejó una relación de 10, 20, 30, 40 y 50 hojas por fruto, se redujo la

cantidad total de fruta cosechada en 17,7; 23; 36,7; 52,3 y 57,9 % respectivamente, teniendo como patrón de referencia, los árboles control, en los cuales no se realizó raleo.

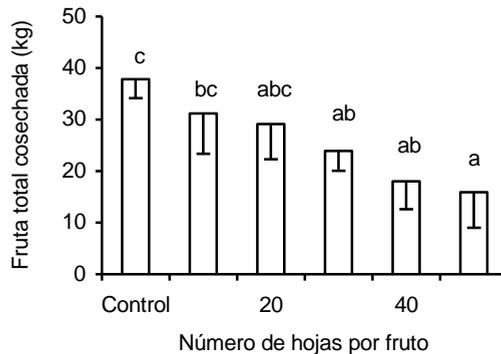


Figura 3. Cantidad total de fruta cosechada en duraznero 'Rubidoux' en los altiplanos colombianos, de acuerdo con el número de hojas por fruto.

La práctica del raleo incrementa el tamaño del fruto pero también reduce la producción total; por tanto, se debe mantener un equilibrio entre la producción y el tamaño del fruto (Day *et al.* 1992). Generalmente, la ganancia máxima no ocurre al tiempo con la máxima producción comercial, puesto que los frutos de un tamaño adecuado para las exigencias de los consumidores tienen un buen precio en el mercado, pero se producen en menor cantidad (Parker Ziberman y Moulton 1991, Marini 2003). Por otro lado, Stassen, Dupreez y Stadler 1983, aseguran que la práctica del raleo, además de mejorar el tamaño de los frutos, trae consigo una reducción en la posibilidad de la 'alternancia', fenómeno mediante el que a una cosecha con carga excesiva, le sigue una cosecha con muy poca carga. La 'alternancia' afecta a algunas variedades

sensibles de duraznero y está asociada con un agotamiento de los nutrientes y carbohidratos de los árboles durante una temporada con carga excesiva, que reduce las reservas para el buen funcionamiento de las plantas en la temporada siguiente.

La calidad del fruto de acuerdo con su diámetro se mejoró con el raleo, en comparación con los árboles con carga completa (Figura 4). Los árboles sin raleo produjeron un alto porcentaje de fruto con calibres C y D (diámetros por debajo de 55 mm), mientras que la calidad del fruto Extra (Calibre sobre 65 mm de diámetro) empieza a aparecer a partir del tratamiento con relación de 20 hojas por fruto y se presenta en más alta proporción en los tratamientos con relaciones de 40 y 50 hojas por fruto. Otras investigaciones han arrojado

resultados similares, en las cuales se incrementó el diámetro de los frutos mediante la práctica del raleo en

duraznero (Jacyna, Sparrow y Dodds 1989, Génard *et al.* 1999, Dennis 2000).

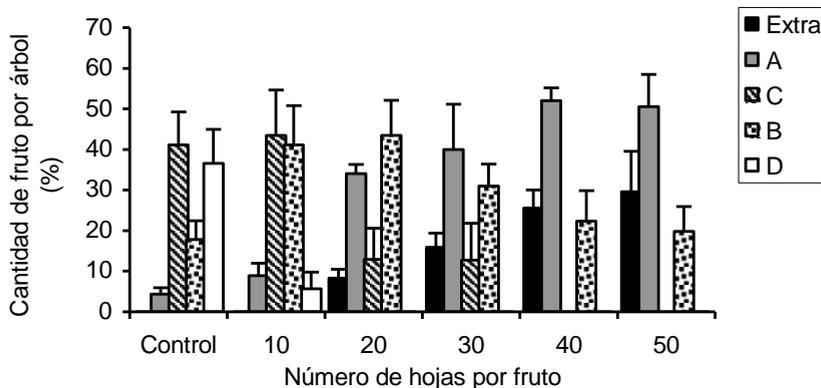


Figura 4. Calidad de fruto medida en función del calibre o diámetro ecuatorial del fruto en duraznero 'Rubidoux' en los altiplanos colombianos, de acuerdo con el número de hojas por fruto. **Extra:** mayor de 65 mm; **A:** entre 60 y 65 mm; **B:** entre 55 y 60 mm; **C:** entre 50 y 55 mm y **D:** menor de 50 mm.

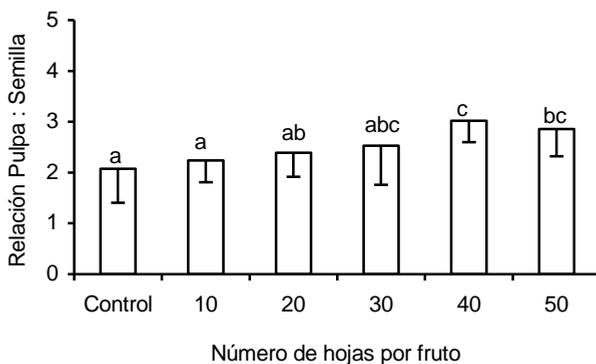


Figura 5. Relación pulpa semilla en frutos de duraznero 'Rubidoux' en los altiplanos colombianos, de acuerdo con el número de hojas por fruto.

La relación pulpa:semilla se incrementó notablemente mediante la práctica del raleo de frutos (Figura 5). Se puede asumir que como el raleo se realiza

normalmente en el momento en que el endocarpo se está endureciendo y está terminando su crecimiento, la tasa relativa de crecimiento, que a pesar de

encontrarse en descenso en ese momento, según el modelo reportado por DeJong 2005, permite que el crecimiento del fruto se concentre en los tejidos de la pulpa y no en los del endocarpo. Por último, se deben identificar criterios para la realización del raleo en cada localidad, por parte de los operarios, con miras a una práctica eficiente y bien realizada, teniendo como referente los resultados de este estudio. Además, se debe tener en cuenta la experiencia del cultivador como índice para determinar el grado óptimo de raleo de frutos para cada huerto y cultivar (Crisosto *et al.* 1995).

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue desarrollado con el apoyo de la Dirección de Investigaciones (DIN) de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en el marco del plan de trabajo del grupo de investigación Ecofisiología Vegetal, adscrito al programa de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

BIBLIOGRAFÍA

Allen M. T.; Prusinkiewicz, P. and DeJong T. M. 2005. Using L-systems for modeling source-sink interactions, architecture and physiology of growing trees, the L-PEACH model. En: *New Phytologist*. Vol. 166, no. 3; p. 869-880.

Bangerth, F. and Ho, L. C. 1984. Fruit position and fruit set sequence in a truss as factors determining final fruit size of tomato fruits. En: *Annals of Botany*. Vol. 53, no.3; p. 315-320.

Baroni, G.; Costa, G. and Ramina, A. 1998. Armothin®, a peach blossom thinning agent: 5 years of experience. *Acta Horticulturae*. Vol. 465; p. 673-678.

Bianco, R. L.; Rieger, M. and Sung, S. S. 1999. Carbohydrate metabolism of vegetative and reproductive sinks in the late-maturing peach cultivar 'Encore'. En: *Tree Physiology*. Vol. 19, no. 2; p. 103-109.

Blanco, A. 1986. Effects of paclobutrazol on shoot growth and fruit thinning of peach trees. En: *Acta Horticulturae*. Vol. 179; p. 573-574.

Bussi, C.; Lescourret, F.; Génard, M. Habib, R. 2005. Pruning intensity and fruit load influence vegetative and fruit growth in an early-maturing peach tree (cv. Alexandra). En: *Fruits*, 60, no. 2; p. 133-142.

Byers, R. E. and Marini, R. P. 1994. Influence of blossom and fruit thinning on peach flower bud tolerance to an early spring freeze. En: *Hortscience*, Vol. 29, no.3; p. 146-148.

Caruso, T.; Inglese, P.; Di Vaio, C. and Pace, L.S. 2001. Effect of different fruit thinning patterns on crop efficiency and fruit quality for greenhouse forced May Glo nectarine trees. En: *Acta Horticulturae*. Vol. 557; p. 287-294.

Casierra-Posada, F.; Barreto V. E. y Fonseca O. L. 2004. Crecimiento de frutos y ramas de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch, cv 'Conservero') en

los altiplanos colombianos. En: Agronomía Colombiana. Vol. 22, no.1; p. 40-45.

Chalmers, D.J. and Van Den Ende, B. 1975. Productivity of peach trees: Factors affecting dry-weight distribution during tree growth. En: Annals of Botany. Vol. 39, no. 3; p. 423-432.

Chanana, Y. R., Kaundal, G. S.; Kanwar, J. S.; Arora, N. K. and Saini, R. S. 2002. Effect of chemical and hand thinning on maturity, yield and fruit quality of peaches (*Prunus persica* (L.) Batsch.). En: Acta Horticulturae. Vol. 592; p. 309-315.

_____ and Beri, S. 2004. Studies on the improvement of fruit quality of subtropical peaches through girdling and thinning. En: Acta Horticulturae. Vol. 662; p. 345-351

Childers, N. F. 1983. Peach, nectarine, apricot and almond. p. 203-241. En: Modern Fruit Science. Gainesville, Florida: Horticultural Publications. 970 p.

Crisosto, C. H.; Mitchell, F. G. and Johnson, S. 1995. Factors in fresh market stone fruit quality. En: Postharvest News and Information. Vol. 6, no. 2; p. 17-21.

Crisosto, C. H.; Johnson, R. S.; Ted DeJong, T. and Day, K. R. 1997. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. En: Hortscience. Vol. 32, no. 5; p. 820-823.

Day, K. R.; Johnson, R. S.; DeJong, T. M. and Crisosto, C. H. 1992. Comparison of high density training systems and summer pruning techniques and timing. En: Research Reports for California Peaches

and Nectarines. Sacramento California, USA: California Tree Fruit Agreement. Annual Research Report. 4 p.

DeJong, T. M.; Day, K.; Doyle, J. F. and Johnson., R. S. 1990. Evaluation of the physiological efficiency of peach, nectarine, and plum trees in different orchard systems. Sacramento, California, USA: California Tree Fruit Agreement Annual Research Report. 10 p.

_____ and Grossman, Y. L. 1995. Quantifying sink and source limitations on dry matter partitioning to fruit growth in peach trees. En: Physiologia Plantarum. Vol. 95, no. 3; p. 437-443.

_____. 2005. Using physiological concepts to understand early spring temperature effects on fruit growth and anticipating fruit size problems at harvest. En: Summerfruit, Autumn. Vol. 7; p. 10-13.

Dennis, F. G. Jr. 2000. The history of fruit thinning. En: Plant Growth Regulation. Vol. 31, no. 1-2; p. 1-16.

Dhinesh, K. and Yadav, D. S. 2004. Physical and chemical thinning of peach in subtropical north eastern India. En: Acta Horticulturae. Vol. 662; p. 327-331.

Génard, M.; Reich, M.; Lobit, P. and Besset, J. 1999. Correlations between sugar and acid content and peach growth. En: The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. Vol. 74, no. 6; p. 772-776.

Grossman, Y. L. and DeJong, T. M. 1994. Peach: a simulation model of reproductive and vegetative growth in

- peach trees. En: *Tree Physiology*. Vol. 14, no.4; p. 329-345.
- _____ and _____. 1995a. Maximum fruit growth potential following resource limitation during peach growth. En: *Annals of Botany*. Vol. 75, no. 6; p. 561-567.
- _____ and _____. 1995b. Maximum vegetative growth potential and seasonal patterns of resource dynamics during peach growth. En: *Annals of Botany*. Vol. 76, no. 5; p. 473-482.
- Ho, L. C. 1980. Control of import into tomato fruits. En: *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*. Vol. 93; p. 315-325.
- _____. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. En: *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. Vol. 39; p. 355-378.
- Jacyna, T.; Sparrow, S. M. and Dodds, K. G. 1989. The effect of establishment pruning and subsequent thinning level on yield and fruit size of young peach trees. En: *Acta Horticulturae*. Vol. 254; p. 199-204.
- Johnson, R. S.; Day, K. and Andris, H. 1997. Chemical blossom thinning of peaches and nectarines. Sacramento, California, USA: California Tree Fruit Agreement Annual Research Report. p. 73-78.
- Lacointe, A. 2000. Carbon allocation among tree organs: a review of basic processes and representation in functional-structural models. En: *Annals of Forest Science*. Vol. 57, no. 5-6; p. 521-534.
- Le Roux, X.; Lacointe, A.; Escobar-Gutiérrez, A. and Ledizès, S. 2001. Carbon-based models of individual tree growth: a critical appraisal. En: *Annals of Forest Science*. Vol. 58, no. 5; p. 469-506.
- Loescher, W. H. and Everard, J. D. 1996. Sugar alcohol metabolism in sinks and sources. p. 185-207. En: Zamski, E. and Schaffer, A. A., eds. *Photoassimilate distribution in plant and crops: source – sink relationships*. New York: Marcel Dekker.
- Marini, R. P. 2003. Peach fruit weight, yield, and crop value are affected by number of fruiting shoots per tree. En: *Hortscience*. Vol. 38, no. 4; p. 512-514.
- Martin, D.; Lewis, T. L. and Cemy, J. 1964. Apple fruit cell numbers in relation to cropping alternation and certain treatments. En: *Australian Journal of Agricultural Research*. Vol. 15, no. 6; p. 905-919.
- Minchin, P. E. H. and Thorpe, M. R. 1996. What determines carbon partitioning between competing sinks?. En: *Journal of Experimental Botany*, Vol. 47 (Special Issue); p. 1293-1296.
- Nii, N. 1997. Changes of starch and sorbitol in leaves before and after removal of fruits from peach trees. En: *Annals of Botany*, 79, no. 2; p. 139-144.
- Parker, D.; Ziberman, D. and Moulton, K. 1991. How quality relates to price in

La relación hoja:fruto afecta....

California fresh peaches. En: California Agriculture. Vol. 45, no. 2; p. 14-16.

Stassen, P. J. C.; Dupreez, M. and Stadler, J. D. 1983. Reserves in full-bearing peach trees. En: Deciduous Fruit Grower. Vol. 6; p. 200-206.

Stan, S.; Burloi, N.; Ionescu, P. R.; Cociu, V.; Patru, N.; Topor, E. and Panea, T. 1985. Chemical thinning of peaches. En: Acta Horticulturae. Vol. 173; p. 395-404.

Wardlaw, I. F. 1990. The control of carbon partitioning in plants. En: New Phytologist. Vol. 116; p. 341-381.

Weinberger, J. H. 1931. The relation of leaf area to size and quality of peaches. Proceedings of the American Society for Horticultural Science. Vol. 28; p. 18-22.

Zucconi, F. 1986. Peach. p. 303-321. En: Monselise, S. P., ed. Handbook of fruit set and development. Boca Raton, Florida: CRC Presss.