

## GOLPE DE ALTAS TEMPERATURAS APLICADO EN POSCOSECHA AFECTÓ LA CALIDAD DE MELOCOTÓN<sup>1</sup>

C.O. Budde, C.D. Lucangeli, G.V. Polenta, R.E. Murray<sup>2</sup>

Grupo de Trabajo en Poscosecha y Alimentos,  
Estación Experimental Agropecuaria San Pedro,  
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina

### RESUMEN

La refrigeración es clave en la distribución y conservación de melocotón fresco. Sin embargo, el daño por frío, un efecto colateral, limita su vida comercial. El objetivo de este trabajo experimental fue evaluar el efecto de la aplicación de altas temperaturas después de la cosecha sobre la manifestación de daño por frío y otros aspectos de la calidad, en melocotones de diferente estado de madurez.

Frutos de melocotonero (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. 'Dixiland' de dos grados de madurez sometidos a  $39 \pm 1$  °C durante 0, 24 y 36 h fueron refrigerados a 0 °C durante 0, 7, 21, 28 y 35 días; se realizaron evaluaciones de firmeza, porcentaje de jugo, color, sólidos solubles y acidez, en forma inmediata a la salida del frigorífico y después de 72 h a 20 °C siguiendo a cada tiempo de almacenamiento.

El golpe de calor durante 24 y 36 h favoreció el ablandamiento a 20 °C de los frutos después de 28 y 35 días de almacenamiento, con respecto a los frutos no tratados. La jugosidad, después de la maduración, estuvo por encima del límite de aceptabilidad hasta después de 21 días de almacenamiento en los frutos tratados (24 y 36 h) de mayor madurez y hasta después de 28 días de almacenamiento en los frutos tratados (36 h) de menor madurez, pero no en los testigos. El golpe de calor resultó útil para proteger aspectos de la calidad organoléptica de frutos de melocotonero, como la textura y la jugosidad. Estos tratamientos afectaron a otros componentes de la calidad.

**Palabras clave:** Decaimiento interno, Harinosidad, Lanosidad, Estrés, Drupaceae.

### SUMMARY

#### POSTHARVEST HIGH TEMPERATURE SHOCK AFFECTED PEACH QUALITY

Refrigeration is a key factor for fresh peach conservation and distribution. However, chilling injury, a side effect, limits its commercial life. The objective of this experimental work was to evaluate the effect of high temperature treatments after harvest on the manifestation of chilling injury and other aspects of quality on peach fruits at different stages of maturity.

Peaches (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. 'Dixiland' of two grades of maturity treated at  $39 \pm 1$  °C for 0, 24 and 36 h were refrigerated at 0 °C for 0, 7, 21, 28 and 35 days; evaluations of firmness, percentage of juice, colour, soluble solids and acidity, were

1. Investigación subsidiada por FONCyT (ANPCyT - Argentina) Préstamo BID 1201 / OC-AR. PICT 98 - 09 - 04344.

2. Autor al que debe dirigirse la correspondencia.

performed immediately after the fruits left the cool room and after 72 h at 20 °C following each storage time.

Heat shock for 24 and 36 h favored fruit softening at 20 °C after 28 and 35 days of storage, compared with control fruits. Juiciness, after ripening, was over acceptance limit by 21 days of storage in treated fruits (24 and 36 h) of the higher maturity and by 28 days of storage in treated fruits (36 h) of the lower maturity, but was not in control fruit. Heat shock was useful to protect aspects of sensorial quality of peach fruits, as texture and juiciness. These treatments affected other components of quality.

**Key words:** Internal breakdown, Mealiness, Woolliness, Stress, Drupaceae.

### Introducción

El control de la temperatura es una de las herramientas principales para reducir el deterioro de poscosecha de frutas y hortalizas, asegurando el mantenimiento de la calidad y el valor nutritivo de los productos (HARDENBURG *et al.*, 1986). Sin embargo, uno de los principales problemas para las frutas y hortalizas refrigeradas es la aparición de desórdenes fisiológicos, conocidos bajo el nombre genérico de daño por frío. La susceptibilidad depende del cultivar, de la temperatura y tiempo de exposición, del grado de madurez, de las características climáticas de la zona de cultivo y en especial de las temperaturas anteriores a la cosecha (WANG, 1990; MURRAY *et al.*, 1998).

En la actualidad numerosos investigadores plantean que las plantas responden con un sistema de defensa similar para un amplio rango de situaciones de estrés tales como: frío, calor, radiación ultravioleta, hipoxia, infección por patógenos, heridas y contaminantes químicos, oxidativos y osmóticos (MEIR *et al.*, 1996). Incluso, en varios frutos sensibles a daño por frío, como cítricos (COHEN, 1988; HATON, 1990), tomates (LURIE Y KLEIN, 1991; SABEHAT *et al.*, 1996), aguacate (PESIS *et al.*, 1993), y pimiento (WANG, 1990), la aplicación de un estrés previo al almacenamiento

refrigerado ha resultado en un aumento de resistencia al daño por frío. Las altas temperaturas, producen cambios en el patrón madurativo normal de frutas y hortalizas (MURRAY, 1992); cuando son aplicadas previas al almacenamiento refrigerado, como golpe de calor, han demostrado mejorar la calidad y prolongar la vida de almacenamiento en tomates (LURIE, 1998; LURIE Y KLEIN, 1992) y melocotones (LI Y HAN, 1998).

En melocotón (*Prunus persica* (L.) Batsch) la manifestación más frecuente de daño por frío es conocida como “decaimiento interno” (*internal breakdown*). El decaimiento interno es un síndrome en el que se pueden presentar alteraciones de la textura que toman los nombres de “lanosidad” (*woolliness*) o “harinosidad” (*mealiness*), acompañadas o no de pardeamiento de la pulpa. Estos síntomas se manifiestan después de la maduración, a continuación del almacenamiento refrigerado, por períodos que varían según las condiciones antes citadas. Estos trastornos limitan la posibilidad de conservación frigorífica por tiempo prolongado (MONZINI Y GORINI, 1985). La ausencia de la jugosidad natural (LILL Y VAN DER MESPSEL, 1988) y el normal ablandamiento de la pulpa (KADER *et al.*, 1982; LUZA *et al.*, 1992) son aspectos que limitan la aceptabilidad comercial de los melocotones.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de altas temperaturas, aplicadas inmediatamente después de la cosecha, sobre la manifestación de trastornos texturales relacionados con daño por frío y sobre la calidad de melocotones cv. 'Dixiland' de diferente estado de madurez.

### Materiales y métodos

Los frutos se cosecharon en un lote de plantas de melocotonero de la cv. 'Dixiland', de 9 años, conducidas en vaso. Los frutos se separaron en dos grados de madurez mediante un medidor de dureza Shore A digitalizado y adaptado por Durofel® (Copa - Technologie S.A. 13150 Tarascon - Francia). Dentro de cada grado de madurez se seleccionaron frutos homogéneos en tamaño, color de epidermis y sanidad. Los frutos de cada grado de madurez se acondicionaron en cajas de cartón y se colocaron en una cámara a  $39 \pm 1$  °C durante 0, 24 y 36 h.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado en arreglo factorial 3 X 2. Los factores fueron: duración del tratamiento térmico (0, 24 y 36 h) y grado de madurez (M1: Menor madurez: 8,09 kg de firmeza medida con penetrómetro y M2: Mayor madurez: 5,51 kg de firmeza medida con penetrómetro). Se hicieron diez repeticiones, de un fruto cada una, por cada combinación de factores.

A la salida de los tratamientos los frutos fueron refrigerados a 0 °C durante 0, 7, 21, 28 y 35 días; las variables bajo estudio se evaluaron en forma inmediata a la salida del frigorífico y luego de 72 h a 20 °C, a continuación de cada salida. Las variables respuesta que se midieron en frutos individuales fueron firmeza, porcentaje de jugo, color de fondo, color de pulpa, y sólidos solubles, mientras que acidez titulable se midió sobre grupos de tres frutos, por lo que sólo se consideraron tres repeticio-

nes por tratamiento. La metodología empleada para evaluar cada variable fue: *Firmeza*: se midió en cada lado del fruto con un penetrómetro EFFEGI 327 provisto con una puntera de 7,9 mm de diámetro. Los resultados se registraron en kg. *Porcentaje de jugo*: se determinó en función del método utilizado por LILL y VAN DER MESPILL (1988) en el que se utilizaron entre 0,75 y 1,10 gramos de pulpa, colocados en tubos de centrífuga tipo Eppendorf y centrifugados según la metodología mencionada. Fueron considerados de calidad aceptable los frutos que superaron el 41,3% de jugo; este valor, corresponde al promedio del porcentaje de jugo de frutos considerados con harinosidad leve (datos no publicados) según una escala visual (BUDDE, 1994). *Color de Fondo*: se midió en la porción más verde de la epidermis con un cromómetro Minolta modelo CR 300, calibrado con un plato blanco Minolta. *Color de Pulpa*: se midió en la zona ecuatorial de una sección longitudinal de cada fruto con un cromómetro Minolta modelo CR 300, calibrado con un plato blanco Minolta. *Sólidos solubles*: se midieron con un refractómetro manual Atago de 0 a 32 °Brix. *Acidez titulable*: se determinó mediante titulación con NaOH 0,1 N a una mezcla de 10 g de pulpa en 100 ml de agua destilada. Se terminó cada titulación cuando el pH de la solución alcanzó 8,2.

Los datos obtenidos se analizaron con el procedimiento GLM de SAS (1985); los promedios fueron separados por la prueba LSD protegida.

### Resultados y discusión

#### Efecto de los tratamientos sobre la calidad de los frutos sin conservación frigorífica

Los tratamientos térmicos a  $39 \pm 1$  °C influyeron en distinta medida en los aspectos de la calidad de los melocotones cv. 'Dixi-

land'. Después de los tres días de la aplicación de los tratamientos térmicos el valor "a\*" del color de la epidermis y de la pulpa, y la acidez fueron afectados en ambos estados de madurez, M1 y M2 (cuadro 1); la firmeza y el porcentaje de jugo sólo fueron afectados en frutos del estadio de madurez M1 (figuras 1 y 3) mientras que, sólidos solubles y otros componentes del color, valores "b\*" y "L\*" del sistema CIE L\*a\*b\* (1976) no fueron afectados por los tratamientos (cuadro 1).

En general se observó que los tratamientos de calor provocaron un aumento en el valor "a\*" del color de fondo de la epidermis y del color de pulpa, lo que puede estar relacionado con un aumento de la degradación de la clorofila (LURIE, 1998) y posiblemente, también, con un aumento en la síntesis de pigmentos responsables de coloraciones rojizas. Este aumento en el valor de "a\*" se correspondió con una disminución de la acidez, que disminuyó más en los frutos que recibieron tratamientos térmicos. Ambos índices avanzaron en el sentido de un incremento de la maduración, sin embargo la firmeza no evolucionó consecuentemente.

Los frutos M1 tratados con altas temperaturas manifestaron una disminución de la tasa de ablandamiento, hecho similar al observado por LURIE y KLEIN (1992), cuando tomates tratados con calor fueron llevados a temperatura de maduración y evolucionaron más lentamente que los testigos. Las altas temperaturas no afectaron la velocidad de ablandamiento de los frutos M2 madurados a 20 °C.

Además de ablandarse mas lentamente que los no tratados, los frutos de madurez M1 tratados con calor, mostraron menor jugosidad, lo que era esperable de acuerdo con ZHOU *et al.* (1999) quienes también encontraron que en frutos mas firmes el %

de jugo resultó menor. Posiblemente este retraso se deba a que el sistema productor de etileno, inductor de la maduración organoléptica, haya estado detenido por las altas temperaturas y demoró en restablecerse, como informaron KLEIN y LURIE (1990) en manzanas y KETSA *et al.*, (1999) en mango. Los frutos de madurez M2, que en tres días alcanzaron niveles similares de firmeza, en frutos tratados y no tratados, tampoco manifestaron diferencias en el porcentaje de jugo. En estos frutos posiblemente no fue necesario esperar a recuperar la síntesis de etileno después de los tratamientos con alta temperatura ya que éstos se habrían realizado después que el etileno iniciara la maduración y los procesos genéticos y fisiológicos involucrados posiblemente estaban ya en funcionamiento.

Al igual que lo informado por LURIE (1998), aspectos relacionados con el sabor de los frutos fueron afectados por los tratamientos de temperatura. La acidez de los frutos tratados fue menor que en los no tratados, mientras que el contenido de sólidos solubles, en general, permaneció sin modificarse. Estas diferencias en el % de acidez se observaron en los frutos expuestos durante 36 h a la salida de los tratamientos y en los frutos expuestos durante 24 y 36 h luego de 3 días a 20 °C.

### **Efecto de los tratamientos sobre la calidad de los frutos después de la conservación frigorífica**

*Firmeza:* La firmeza de los frutos de madurez M1 (figura 1), medida a la salida del almacenamiento a 0 °C no se vió afectada por los tratamientos de calor en forma consistente. Mientras que después de 21 y 35 días de almacenamiento los frutos que recibieron el tratamiento de calor por 36 h fueron menos firmes

Cuadro 1: Color de epidermis y de pulpa, sólidos solubles y acidez de melocotones del cv 'Dixiland' expuestos a  $39 \pm 1$  °C durante 0, 24 y 36 horas a la salida de los tratamientos y después de tres días a 20 °C

Table 1: Firmness, juiciness, ground and pulp colour, soluble solids and titratable acidity of 'Dixiland' peaches treated at  $39 \pm 1$  °C during 0, 24 and 36 hours, at removal from treatment and after three days at 20 °C

Horas a $39 \pm 1$ °C	Grados de Madurez	Días a 20° después de los tratamientos	Color de epidermis			Color de pulpa			Sólidos Solubles	% ac. Málico
			"L*"	"a*"	"b*"	"L*"	"a*"	"b*"		
0	M1	0	70,19 a	-11,07 a	43,68 a	78,44 a	-7,63 b	45,11 a	12,14 b	2,22 a
24	M1	0	70,83 a	-6,24 a	45,68 a	77,80 a	-5,05 a	45,74 a	13,76 a	2,01 a
36	M1	0	71,94 a	-6,07 a	47,86 a	79,17 a	-4,29 a	44,55 a	13,02 a	1,56 b
0	M2	0	68,77 a	-6,46 b	47,96 a	78,37 a	-5,06 b	47,35 a	12,66 a	1,92 a
24	M2	0	69,06 a	-5,96 b	48,07 a	77,91 ab	-4,04 a	46,99 a	12,95 a	2,23 a
36	M2	0	71,17 a	-0,98 a	48,58 a	76,81 b	-0,17 a	45,52 a	12,76 a	1,44 b
0	M1	3	71,68 b	-2,53 b	50,65 a	74,78 a	-2,17 b	48,71 a	13,49 a	2,44 a
24	M1	3	74,42 a	-0,19 b	49,33 ab	76,29 a	-0,80 ab	46,60 b	13,64 a	1,70 b
36	M1	3	72,64 ab	7,02 a	46,71 b	76,23 a	0,61 a	47,26 ab	13,14 a	1,63 b
0	M2	3	70,76 a	0,72 b	50,79 a	72,42 a	0,69 b	49,03 a	13,66 a	1,87 a
24	M2	3	71,69 a	4,28 a	51,99 a	73,84 a	2,22 ab	48,30 a	13,84 a	1,67 b
36	M2	3	72,12 a	7,39 a	51,98 a	73,36 a	3,79 a	46,97 a	13,50 a	1,57 b

(<sup>y</sup>) Cada valor representa el promedio de 10 repeticiones. La separación de medias entre tratamientos dentro de cada grado de madurez y momento de evaluación, se realizó mediante la prueba LSD protegida. Medias seguidas por letras diferentes fueron significativamente diferentes ( $\alpha = 0,05$ ).

(<sup>y</sup>) Each value is the mean of 10 replications. Means separation among treatments in every maturity grade and evaluation time by protected LSD test. Means followed by different letter were significantly different ( $\alpha = 0,05$ ).

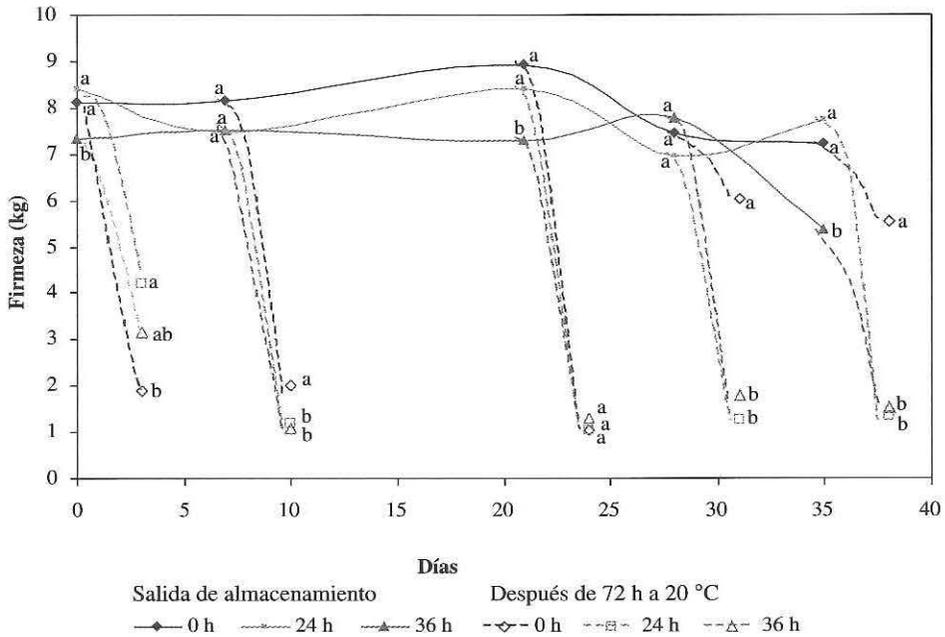


Figura 1. Firmeza de la pulpa de duraznos 'Dixiland', de grado de madurez M1, tratados por 0, 24 y 36 horas a  $39 \pm 1$  °C, después de 0, 7, 21, 28 y 35 días a 0 °C y 0 y 72 horas a 20 °C. Cada punto señala el promedio de 10 repeticiones; promedios dentro de un día seguidos por letras diferentes indican diferencias significativas ( $\alpha = 0,05$ ) por la prueba LSD protegida.

Figure 1. Flesh firmness of 'Dixiland' peach fruits, maturity grade M1, treated by 0, 24 and 36 hours at  $39 \pm 1$  °C, after 0, 7, 21, 28 and 35 days at 0 °C and 0, and 72 hours at 20 °C. Each point is the mean of 10 replications; means in the same day followed by different letters indicate statistically significant differences ( $\alpha = 0,05$ ) by LSD protected tests.

que los testigos y los que recibieron el tratamiento de calor por 24 h después de 7 y 28 días de almacenamiento en frío no hubo diferencias en la firmeza de la pulpa entre los frutos que recibieron los distintos tratamientos.

LURIE y KLEIN (1992) trabajando con tomate y LI y HAN (1998) con melocotón, observaron que la firmeza de los frutos no fue afectada por los tratamientos de temperatura mientras permanecieron en almacenamiento refrigerado, pero cuando fueron llevados a temperatura de maduración los tomates tratados evolucionaron más lentamente que los testigos mientras que los

melocotones tratados maduraron más rápidamente que los que no sufrieron ningún tratamiento de calor. En el presente experimento, los frutos tratados y testigo se ablandaron de manera prácticamente similar después del período de maduración a 20 °C impuesto después de 7 y 21 días de almacenamiento, posiblemente por haber escasa o nula manifestación de desórdenes hasta 21 días. Por el contrario, los frutos testigo se ablandaron menos, y en general apenas se ablandaron, después de las 72 h posteriores al almacenamiento después 28 y 35 días, mientras que los frutos tratados se ablandaron normalmente. Similar a lo informado

por KERBEL *et al.* (1985) los frutos tratados con altas temperaturas no manifestaron daño por frío por mayor tiempo. Al menos en lo que respecta al ablandamiento de los frutos de melocotonero, el daño por frío parece estar relacionado con un desbalance entre la actividad sucesiva de las enzimas pectolíticas pectinmetilesterasa y poligalacturonasa (BEN-ARIE y SONEGO, 1980); aunque OBENLAND y CARROLL (2000) informaron que las enzimas pectolíticas fueron afectadas negativamente por tratamientos de 47,2 °C por 4 horas en frutos de melocotonero, es posible que en el presente caso el

efecto del estrés provocado, por una combinación diferente de temperatura y tiempo, haya resultado protector sin provocar daño sobre la actividad enzimática.

La firmeza de los frutos de madurez más avanzada, M2, (figura 2) manifestó una evolución más errática durante el almacenamiento a 0 °C; tras 7 días de almacenamiento los frutos más firmes fueron los que habían recibido 36 h de tratamiento térmico mientras que a los 21, y 35 días de almacenamiento estos fueron los de menor firmeza.

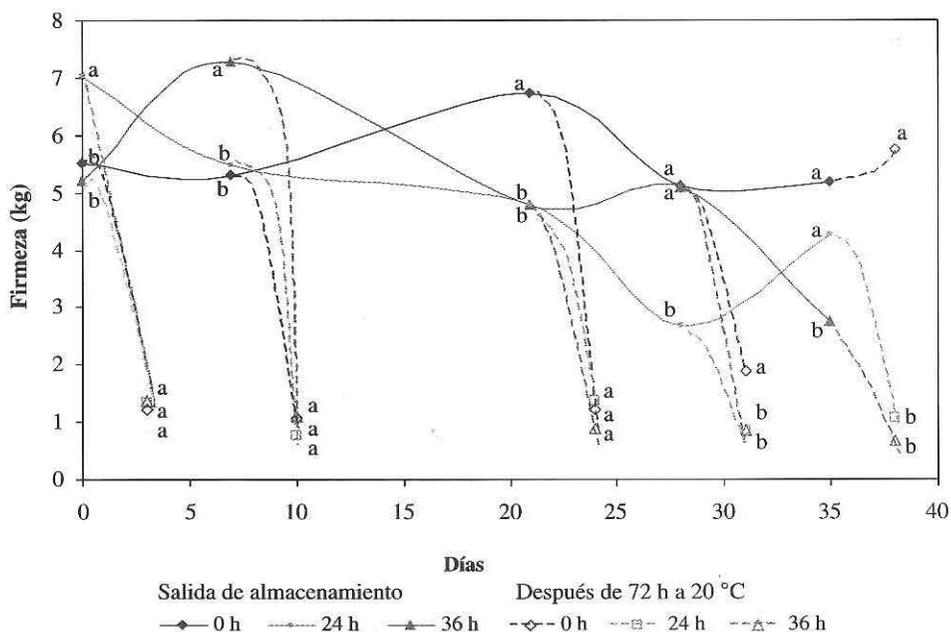


Figura 2. Firmeza de la pulpa de duraznos 'Dixiland', de grado de madurez M2, tratados por 0, 24 y 36 horas a  $39 \pm 1$  °C, después de 0, 7, 21, 28 y 35 días a 0 °C y 0 y 72 horas a 20 °C. Cada punto señala el promedio de 10 repeticiones; promedios dentro de un día seguidos por letras diferentes indican diferencias significativas ( $\alpha = 0,05$ ) por la prueba LSD protegida.

Figure 2. Flesh firmness of 'Dixiland' peach fruits, maturity grade M2, treated by 0, 24 and 36 hours at  $39 \pm 1$  °C, after 0, 7, 21, 28 and 35 days at 0 °C and 0, and 72 hours at 20 °C. Each point is the mean of 10 replications; means in the same day followed by different letters indicate statistically significant differences ( $\alpha = 0,05$ ) by LSD protected tests.

Después de las 72 h a 20 °C posteriores al almacenamiento frigorífico, los frutos testigo y tratados se ablandaron alcanzando niveles similares de firmeza hasta después de 21 días de almacenamiento frigorífico; después de 28 días las diferencias de firmeza entre testigo y tratados fueron estadísticamente significativas ( $\alpha = 0,05$ ) aunque menores que las registradas después de 35 días cuando los frutos testigo no se ablandaron.

*Porcentaje de jugo:* Hasta los 21 días no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de jugo de frutos de ambos grados de madurez que recibieron los distintos

tratamientos térmicos (0, 24 y 36 h) al final de los distintos períodos de almacenamiento a 0 °C (figuras 3 y 4). Después de 28 días de almacenamiento, los frutos M1 tratados tuvieron significativamente ( $\alpha = 0,05$ ) mayor cantidad de jugo que los frutos M1 testigo.

Después de 21 días de almacenamiento a 0 °C y 3 días a 20 °C, el porcentaje de jugo de los frutos tratados durante 24 y 36 h fue significativamente mayor que en los testigos, en ambos grados de madurez, y superior al límite establecido de aceptabilidad (41,3%). A los 28 días de almacenamiento a 0 °C y 3 días a 20 °C los frutos tratados durante 36 h

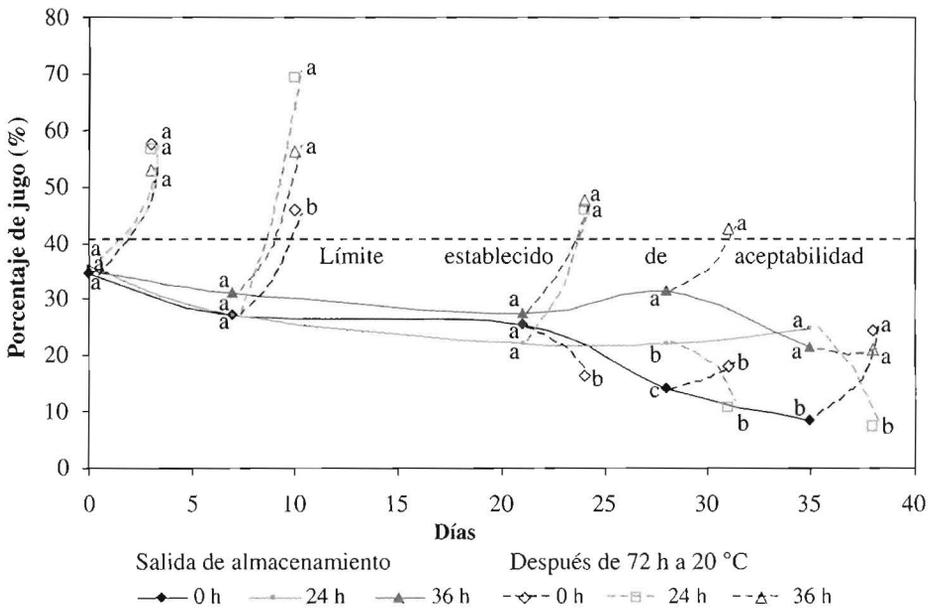


Figura 3. Jugosidad de duraznos ‘Dixiland’, de grado de madurez M1, tratados por 0, 24 y 36 horas a  $39 \pm 1$  °C, después de 0, 7, 21, 28 y 35 días a 0 °C y 0 y 72 horas a 20 °C. Cada punto señala el promedio de 10 repeticiones; promedios dentro de un día seguidos por letras diferentes indican diferencias significativas ( $\alpha = 0,05$ ) por la prueba LSD protegida.

Figure 3. Juiciness of ‘Dixiland’ peach fruits, maturity grade M1, treated by 0, 24 and 36 hours at  $39 \pm 1$  °C, after 0, 7, 21, 28 and 35 days at 0 °C and 0 and 72 hours at 20 °C. Each point is the mean of 10 replications; means in the same day followed by different letters indicate statistically significant differences ( $\alpha = 0,05$ ) by LSD protected tests.

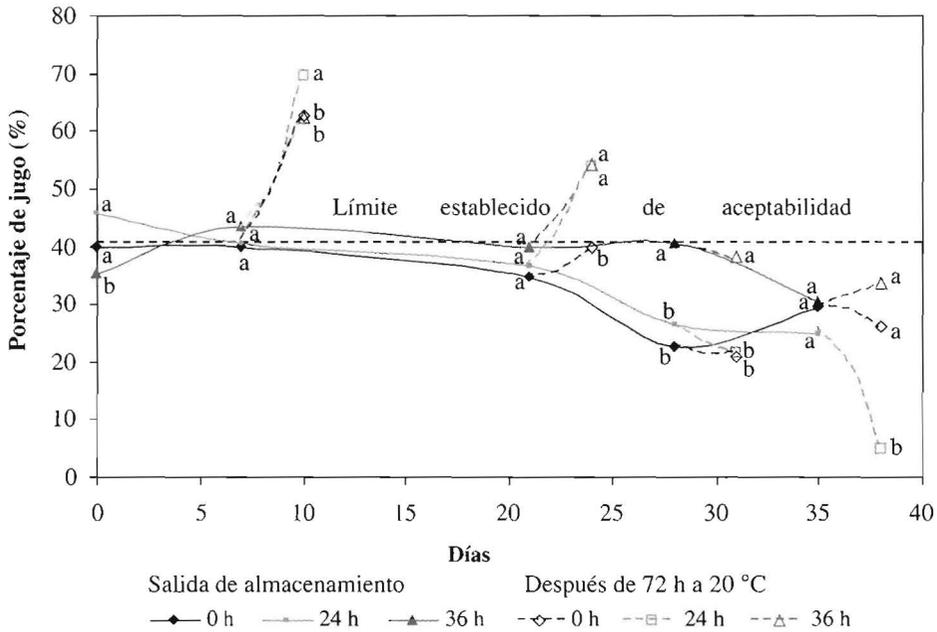


Figura 4 . Jugosidad de duraznos ‘Dixiland’, de grado de madurez M2, tratados por 0, 24 y 36 horas a  $39 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ , después de 7, 21, 28 y 35 días a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  y 0 y 72 horas a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Cada punto señala el promedio de 10 repeticiones; promedios dentro de un día seguidos por letras diferentes indican diferencias significativas ( $\alpha = 0,05$ ) por la prueba LSD protegida.

Figure 4. Juiciness of ‘Dixiland’ peach fruits, maturity grade M2, treated by 0, 24 and 36 hours at  $39 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ , after 7, 21, 28 and 35 days at  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  and 0, and 72 hours at  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Each point is the mean of 10 replications; means in the same day followed by different letters indicate statistically significant differences ( $\alpha = 0,05$ ) by LSD protected tests.

presentaron mayor contenido de jugo que los frutos no tratados y tratados sólo por 24 h en ambos grados de madurez, sin embargo, el porcentaje de jugo (42,5%) en los frutos M1 tratados durante 36 h fue superior al límite estimado de aceptabilidad, mientras que los frutos M2 no lograron alcanzarlo (39,4%). Los tratamientos de calor no fueron útiles para mejorar el porcentaje de jugo de los frutos en ninguno de los estados de madurez luego de 35 días a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  y 3 días a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ; el porcentaje de jugo de los frutos tratados no sólo se encontró por debajo del límite estimado de aceptabilidad, sino que fue similar

(36 h) o menor (24 h) que el porcentaje de jugo de los frutos testigo.

**Color:** Analizando el color de los frutos después de los diversos períodos de conservación poscosecha (cuadros 2 y 3) se observó en general, que los tratamientos de calor, en particular el tratamiento de 36 h a  $39 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ , al igual que lo manifestado para los frutos sin conservación frigorífica, provocaron, un aumento en el valor “a\*” del color de fondo de la epidermis y del color de la pulpa.

**Acidez y porcentaje de sólidos solubles:** Al igual que en los frutos sin conservación frigo-

Cuadro 2. Color de pulpa y de epidermis, sólidos solubles y acidez de melocotones M1 del cv. Dixiland expuestos a  $39 \pm 1$  °C durante 0, 24 y 36 horas, después de 7, 21, 28 y 35 días a 0 °C y 3 días a 20 °C

Table 2. Ground and pulp colour, soluble solids and titratable acidity of M1 'Dixiland' peaches treated at  $39 \pm 1$  °C during 0, 24 and 36 hours, at removal from 7, 21, 28 y 35 days of storage and after three days at 20 °C

Horas a $39 \pm 1$ °C	Grados de Conservación a 0 °C	Días a 20° después de los tratamientos	Color de epidermis			Color de pulpa			Sólidos Solubles (°Brix)	% ac. Málico
			"L*"	"a*"	"b*"	"L*"	"a*"	"b*"		
0	7	0	68,53 a	-9,16 b	43,1 c	72,99 b	-4,24 b	40,82 b	13,8 a	2,29 a
24	7	0	70,30 a	-6,48 a	46,0 b	75,73 a	-1,75 a	42,10 ab	13,5 a	2,03 ab
36	7	0	70,86 a	-1,69 a	48,7 a	77,58 a	-1,76 a	44,17 a	13,22	1,75 b
0	7	3	74,07 a	-2,01 b	50,11 a	73,96 a	-0,64 b	47,16 b	14,70 a	2,34 a
24	7	3	74,90 a	3,33 a	53,9 a	75,47 a	1,21 a	49,41 a	14,00 ab	1,78 b
36	7	3	75,99 a	5,16 a	53,3 a	75,48 a	2,08 a	46,84 b	13,07 b	1,72 b
0	21	0	69,83 b	-8,62 b	42,71 c	75,70 b	-6,71 c	40,88 a	14,0 a	2,18 a
24	21	0	70,56 b	-6,05 b	46,54 b	78,47 a	-3,88 b	42,16 a	13,55 ab	1,58 b
36	21	0	74,21 a	-2,11 a	49,47 a	77,62 a	-1,01 a	41,92 a	12,95 b	1,49 b
0	21	3	70,47 b	2,83 a	48,46 b	71,50 b	3,02 a	46,97 a	15,0 a	1,96 a
24	21	3	74,08 a	3,60 a	52,87 a	77,69 a	1,13 a	45,73 a	12,6 b	1,76 ab
36	21	3	75,04 a	5,09 a	54,23 a	75,17 ab	-0,004 a	48,62 a	13,2 b	1,59 b
0	28	0	72,54 a	-6,93 a	47,34 a	77,30 a	-4,88 b	42,35 a	14,5 a	1,86 a
24	28	0	70,41 a	-3,47 a	46,81 a	74,89 b	-3,16 ab	43,09 a	14,3 a	1,7 ab
36	28	0	73,01 a	-2,19 a	48,66 a	77,21 a	-2,04 a	43,75 a	12,7 b	1,46 b
0	28	3	71,00 a	-1,37 b	48,7 b	73,25 a	1,01 a	37,41 a	15,04 a	2,02 a
24	28	3	74,49 a	2,43 a	54,87 a	72,34 a	1,25 a	44,09 a	14,96 a	1,46 b
36	28	3	71,58 a	6,83 a	49,34 a	74,43 a	1,45 a	43,62 a	14,3 a	1,35 b
0	35	0	71,55 b	-8,35 c	44,31 c	78,00 b	-4,49 b	41,03 a	14,6 a	1,84 a
24	35	0	73,18 b	-5,98 b	47,96 b	80,45 a	-4,72 b	40,29 a	13,6 a	1,37 b
36	35	0	76,72 a	-0,01 a	52,60 a	78,47 b	-1,75 a	39,84 a	13,8 a	1,27 b
0	35	3	69,74 b	-1,45 c	45,96 b	68,99 b	6,53 ab	32,49 b	13,4 a	1,31 a
24	35	3	75,85 a	3,18 b	52,62 a	74,88 a	3,98 b	40,11 a	14,1 a	0,88 c
36	35	3	72,70 b	6,20 a	51,40 a	70,49 ab	9,29 a	38,86 a	14,6 a	1,18 b

(<sup>Y</sup>) Cada valor representa el promedio de 10 repeticiones. La separación de medias entre tratamientos dentro de cada momento de evaluación, se realizó mediante la prueba LSD protegida. Medias seguidas por letras diferentes fueron significativamente diferentes ( $\alpha = 0,05$ ).

(<sup>P</sup>) Each value is the mean of 10 replications. Means separation among treatments in every evaluation time by protected LSD test. Means followed by different letter were significantly different ( $\alpha = 0,05$ ).

Cuadro 3. Color de pulpa y de epidermis, sólidos solubles y acidez de melocotones M2 del cv Dixiland expuestos a  $39 \pm 1$  °C durante 0, 24 y 36 horas, luego de 7, 21, 28 y 35 días a 0 °C y 3 días a 20 °C

Table 3. Ground and pulp colour, soluble solids and titratable acidity of M2 'Dixiland' peaches treated at  $39 \pm 1$  °C during 0, 24 and 36 hours, at removal from 7, 21, 28 and 35 days of storage and after three days at 20 °C

Horas a $39 \pm 1$ °C	Grados de Conservación a 0 °C	Días a 20° después de los tratamientos	Color de epidermis			Color de pulpa			Sólidos Solubles (°Brix)	% ac. Málico
			"L**"	"a**"	"b**"	"L**"	"a**"	"b**"		
0	7	0	70,70 a <sup>(y)</sup>	-8,53 b	42,8 b	76,28 a	-4,15 c	43,1 a	13,7 a	2,35 a
24	7	0	71,61 a	-0,94 a	50,4 a	75,94 a	-1,17 b	44,33 a	13,03 ab	1,92 b
36	7	0	72,26 a	0,28 a	48,4 a	76,21 a	0,82 a	44,68 a	12,54 b	1,79 b
0	7	3	70,91 a	2,12 b	48,83 b	73,28 a	2,52 a	46,86 a	13,5 a	2,03 a
24	7	3	72,71 a	6,43 a	55,80 a	74,61 a	2,45 a	48,4 a	12,9 a	1,79 ab
36	7	3	72,69 a	8,77 a	56,40 a	73,69 a	3,85 a	47,7 a	13,3 a	1,6 b
0	21	0	71,48 a	-5,68 b	44,77 b	74,50 b	-2,92 b	45,5 a	13,6 a	2,11 a
24	21	0	71,79 a	-0,75 a	48,13 a	77,07 a	-0,13 a	44,75 a	13,1 a	1,52 b
36	21	0	71,60 a	0,94 a	48,97 a	76,38 a	1,42 a	44,58 a	13,2 a	1,33 c
0	21	3	73,06 a	1,16 b	50,88 a	74,27 a	0,98 b	44,54 a	12,9 b	1,56 a
24	21	3	73,73 a	4,09 b	50,93 a	74,74 a	1,31 b	44,40 a	13,8 a	1,49 a
36	21	3	73,37 a	8,66 a	53,62 a	73,17 a	4,75 a	46,59 a	13,1 ab	1,39 a
0	28	0	73,51 a	-2,92 b	48,95 a	77,20 a	-1,55 b	40,83 b	13,3 b	1,72 a
24	28	0	72,07 a	3,85 a	50,14 a	73,10 c	0,13 ab	46,15 a	14,07 a	1,43 b
36	28	0	70,75 a	3,50 a	50,08 a	74,99 b	2,24 a	44,77 a	13,0 b	1,39 b
0	28	3	72,27 a	3,41 a	51,01 ab	70,84 a	3,06 a	42,39 a	13,12 b	1,51 a
24	28	3	73,75 a	4,47 a	54,39 a	67,07 a	4,98 a	39,32 a	13,8 a	1,47 a
36	28	3	72,14 a	8,37 a	49,61 b	68,21 a	6,28 a	43,01 a	13,9 a	1,45 a
0	35	0	71,36 b	-5,95 c	48,14 a	75,99 a	-1,96 a	42,14 a	14,1 a	1,69 a
24	35	0	74,85 a	0,21 b	49,93 a	76,99 a	-0,95 a	39,62 a	13,2 a	1,38 b
36	35	0	73,68 ab	4,91 a	49,39 a	76,30 a	0,94 a	39,76 a	13,4 a	1,25 c
0	35	3	68,74 ab	-0,20 c	46,12 a	69,27 a	9,50 b	35,04 a	13,14 a	1,64 a
24	35	3	72,00 a	6,88 b	49,85 a	65,31 a	11,62 b	36,04 a	12,56 a	1,02 b
36	35	3	66,66 b	14,68 a	44,69 a	59,11 b	17,68 a	32,55 a	13,34 a	1,18 b

<sup>(y)</sup> Cada valor representa el promedio de 10 repeticiones. La separación de medias entre tratamientos dentro de cada momento de evaluación, se realizó mediante la prueba LSD protegida. Medias seguidas por letras diferentes fueron significativamente diferentes ( $\alpha = 0,05$ ).

<sup>(y)</sup> Each value is the mean of 10 replications. Means separation among treatments in every evaluation time by protected LSD test. Means followed by different letter were significantly different ( $\alpha = 0,05$ ).

rífica, estas variables vinculadas al sabor de los frutos fueron afectadas por los tratamientos de temperatura. La acidez en los frutos tratados fue menor que en los no tratados, mientras que el contenido de sólidos solubles permaneció sin modificarse como en tomate, si bien en otros frutos como calabazas y melones el contenido de azúcares se vió favorablemente afectado (LURIE, 1998). Las diferencias en el % de acidez se observaron en mayor o menor medida, tanto a la salida de los tratamientos como después de 3 días a 20 °C.

El mantenimiento de la concentración de azúcares, o su aumento y la disminución de la acidez de los frutos que han sido calentados posiblemente se deba a modificaciones respiratorias. Distintos investigadores han informado sobre cambios en la tasa respiratoria y en las vías metabólicas involucradas en respuestas a tratamientos con altas temperaturas (CHENG *et al.*, 1988; INABA y CHACHÍN, 1989; LURIE y KLEIN, 1990, 1991).

### Conclusiones

El golpe de calor, tratamiento a  $39 \pm 1$  °C por 24 o 36 h, aplicado después de la cosecha puede resultar útil para proteger ciertos aspectos de la calidad organoléptica de frutos de melocotonero, como son la textura suave y la jugosidad, de otra manera afectados por el daño por frío. Los frutos de madurez menos avanzada parecen haberse beneficiado más con los tratamientos térmicos, sin embargo serán necesarios más estudios para aclarar la relación entre tratamientos térmicos y grado de madurez y su efecto sobre la calidad después de la frigoconservación. Los tratamientos de calor permitirían también manipular modificaciones en el sabor y en el color de la epidermis y de la pulpa de frutos de melocotonero.

### Bibliografía

- BEN - ARIE R., SONEGO L., 1980. Pectolytic enzyme activity involved in woolly breakdown of stored peaches. *Phytochemistry*, 19: 2553-2555.
- BUDDE C.O., 1994. Influencia de la aplicación de calcio sobre el desarrollo de la harinosidad en frutos de duraznero (*Prunus persica* (L) Batsch) cv. "Ángelus". Tesis Magister Scientiae. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 97 pp.
- CHENG T.S., FLOROS J.D., SHEWFEELT R.L., CHANG C.J., 1988. The effect of high temperature stress on ripening of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). *Journal of Plant Physiology*, 132: 459-464.
- COHEN E., 1988. Commercial use of long-term storage of lemon whith intermittent warming. *HortScience*, 23: 400-403.
- HARDENBURG R.E., WATADA A.E., WANG C.Y., 1986. The commercial storage of fruit, vegetables, and florist and nursery stock. USDA Agriculture Handbook N.º 66. U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C.
- HATTON T.T., 1990. Reduction of Chilling Injury with temperature manipulation. In: "Chilling injury of horticultural crops" (WANG, C.Y. ed.), pp. 269-280. CRC Press, Boca Raton, Fla.
- INABA M., CHACHIN K., 1988. Influence of and recovery from high temperature stress on harvested mature green tomatoes. *HortScience*, 23: 190-192.
- KADER A.A., HEINTZ C.M., CHORDAS A., 1982. Postharvest quality of fresh and canned clingstone peaches as influenced by genotypes and maturity at harvest. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107 (6): 947-951.
- KERBEL E.L., MITCHELL F.G., MAYER G., 1985. Effect of postharvest heat treatments for insect control on the quality and market life of peaches. *HortScience*, 20(4): 725-727.
- KETSA S., CHIDTRAGOOOL S., KLEIN J.D., LURIE S., 1999. Ethylene synthesis in mango fruit following heat treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 15: 65-72.
- KLEIN J.D., LURIE S., 1990. Prestorage heat treatment as a mean of improving poststorage quality of

- apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115: 265-269.
- LI L.P., HAN T., 1998. Storage response of "Ocuba" peaches after heat shock treatment. *Acta Horticulturae*, 464: 315-320.
- LILL R.E., VAN DER MESPEL G.J., 1988. A method for measuring the juice content of mealy nectarines. *Scientia Horticulturae*, 36: 267-271.
- LURIE S. 1998. Postharvest heat treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 14: 257-269.
- LURIE S., KLEIN J.D., 1990. Heat treatment of ripening apples: differential effects on physiology and biochemistry. *Physiologia Plantarum*, 78: 181-186.
- LURIE S., KLEIN J.D., 1991. Acquisition of low temperature tolerance in tomatoes by exposure to high temperature stress. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116: 1007-1012.
- LURIE S., KLEIN J.D., 1992. Ripening characteristics of tomatoes stored at 12 °C and 2 °C following a pre-storage heat treatment. *Scientia Horticulturae*, 51: 55-64.
- LUZA J.G., VAN GORSEL R., POLITO V.S., KADER A.A., 1992. Chilling injury in peaches: a cytochemical and ultrastructural cell wall study. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117 (1): 114-118.
- MEIR S., PHILOSOPH-HADAS S., LURIE S., DROBY S., AKERMAN M., ZAUBERMAN G., SHAPIRO B., COHEN E., FUCHS Y., 1996. Reduction of chilling injury in stored avocado, grapefruit, and bell pepper by methyl jasmonate. *Canadian Journal of Botany*, 74: 870-874.
- MONZINI A., GORINI F., 1985. Postharvest treatment and industrial processing. *Acta Horticulturae*, 173: 449-472.
- MURRAY R.E., 1992. Heat treatments to extend the marketing life of tomato fruits. Master of Science Thesis. Department of Horticultural Science. Faculty of Graduate Studies. University of Guelph. Guelph, Canada. 207 pp.
- MURRAY R.E., VALENTINI G.H., YOMMI A.K., TONELLI F., 1998. Storage life and quality of peach fruit harvested at different stages of maturity. *Acta Horticulturae*, 465: 455-462.
- OBENLAND D.M., CARROLL T.R., 2000. Mealiness and pectolytic activity in peaches and nectarines in response to heat treatment and cold storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125(6): 723-728.
- PESIS E., MARINANSKY R., SAUBERMAN G., FUCHS Y., 1993. Reduction of chilling injury symptoms of stored avocado fruits by prestorage treatment with high nitrogen atmosphere. *Acta Horticulturae*, 343: 252-255.
- SABEHAT A., WEISS D., LURIE S., 1996. The correlation between heat-shock protein accumulation and persistence and chilling tolerance in tomato fruit. *Plant Physiology*, 110: 531-537.
- SAS, 1985. SAS user's guide: Statistics. Versión 5 ed. SAS Institute, Inc. Cary, N.C.
- WANG C.Y., 1990. Chilling Injury of Horticultural Crops. Boca Raton, USA. CRC Press. 313 pp.
- ZHOU H.W., SONEGO L., BEN-ARIE R., LURIE S., 1999. Analysis of cell wall components in juice of "Flavor-top" nectarines during normal ripening and woolliness development. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124(4): 424-429.

(Aceptado para publicación el 22 de noviembre de 2001)