

El desarrollo de un protocolo para controlar la maduración poscosecha de fruta de hueso, ha permitido a los productores californianos el envío de frutos a los puntos de venta en condiciones óptimas para el consumo ("listos para comer"), mejorando el consumo final y el precio.

"Ready to eat": maduración controlada de fruta de hueso en cámara

CARLOS H. CRISOSTO¹ Y CONSTANTINO VALERO²

carlos@uckac.edu

Department of Plant Sciences, University of California, Davis¹

constantino.valero@upm.es

ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica Madrid²



California produce más de un millón trescientas mil toneladas de melocotones de 200 variedades con diferentes tonalidades en la pulpa (amarillo, blanco) y en la piel, diferente aroma, acidez y dulzor. Más del 70% de los melocotones producidos en Estados Unidos proviene de este estado. La producción de nectarinas alcanza las 220.000 toneladas (el 96% de las producidas en EEUU) y la de ciruelas llega a 190.000 toneladas (el 92% de las estado-

La vida comercial de la fruta de hueso es limitada y depende de la variedad y del tratamiento de conservación poscosecha.

unidenses). El valor de la producción total ascendió a 250 millones de dólares en 2004 (CTFA, 2004; USDA, 2004).

Sin embargo el consumo interno de melocotón en Estados Unidos se ha estancado desde hace 20 años. Los estudios realizados a consumidores han mostrado que la baja demanda puede estar relacionada con la confusión por parte del consumidor del momento de madurez fisiológica con la madurez organoléptica. Tam-

bién se relaciona con problemas fisiológicos como el pardeamiento interno, la harinosidad y la falta de aroma/sabor debido a daños por frío (chilling injury). Estos síntomas son consecuencia de la degradación interna (internal breakdown) frecuentemente producida por la maduración a temperatura ambiente tras almacenamiento en frío. En ocasiones, el consumidor simplemente encuentra en el punto de venta frutos "poco maduros" o una mezcla de estados de madurez que no le inducen a la compra. Todos estos problemas son normalmente detectados por los consumidores finales, no por los productores ni por los envasadores.

Almacenamiento y daños por frío

La incidencia de los daños por frío es mayor en unas variedades que en otras, y por tanto su severidad tiene un componente genético que está actualmente en estudio. Las prácticas de cultivo también afectan a la susceptibilidad final de los frutos. Sin embargo numerosos trabajos han demostrado que en los cultivares susceptibles a daños por frío, los daños se manifiestan tras almacenamiento a temperaturas entre 2,2 y 7,8 °C. Este rango de temperaturas ha sido llamado "el rango de la muerte", por su efecto adverso

sobre la vida comercial de los frutos (Crisosto, 1997).

Aunque los síntomas también aparecen a temperaturas inferiores a 0 °C su desarrollo es más lento y la gravedad final del daño es menor. Sin embargo se ha visto que en las instalaciones (cámaras, camiones) de muchos distribuidores comerciales el 80% de los envíos de fruta de hueso llegan a destino con una temperatura comprendida dentro del “rango de la muerte”.

En la mayoría de los cultivares susceptibles, la vida comercial quedará así reducida de 3 a 7 días como mínimo debido a la inadecuada temperatura de transporte. Por ejemplo, “Elegant Lady” reduce su vida comercial de 3 semanas (conservada a 0 °C) a una semana si se la expone 5-7 días a 5 °C. Los melocotones “O’Henry” desarrollan sabores desagradables tras una semana de almacenamiento a 5 °C, harinosidad visible



La firmeza es sólo uno de los parámetros que cambian gracias a la “premaduración” y por sí solo no refleja adecuadamente la calidad final de la fruta “premadurada”.

tras dos semanas, y pardeamiento interno tras tres semanas.

Para evitar en lo posible los daños por frío, la Universidad de California ha venido recomendando que los frutos se enfríen a 0 °C en las 8 horas inmediatas a la cosecha. Sin embargo se ha visto que este procedimiento no es suficiente, en parte porque aunque los almacenes y camiones de transporte se regulen a 0 °C, la temperatura interior real es superior a 5 °C. Era necesario desarrollar un protocolo de almacenamiento y maduración controlada que resolviera a la vez los problemas de los productores y las demandas de los consumidores.

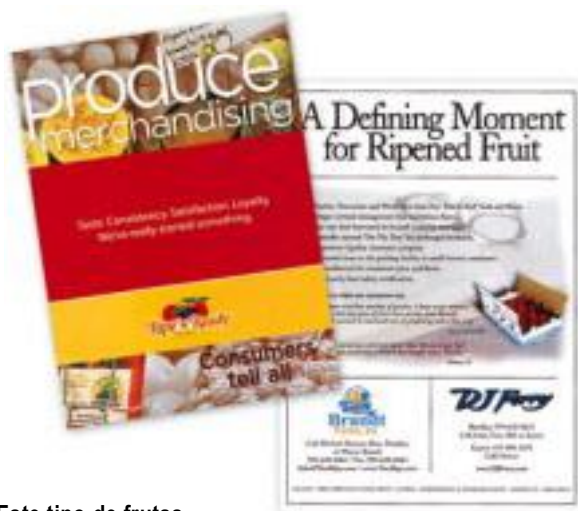
Desarrollo del protocolo

El equipo de investigación poscosecha del Kearney Agricultural Center (California) dirigido por el Dr. Crisosto, lleva años estudiando el almacenamiento frigorífico y sus efectos. Uno de los numerosos trabajos que condujeron al establecimiento del protocolo final fue realizado durante las campañas de 1999 y 2000, como se describe brevemente a continuación:

Materiales y métodos

Se evaluaron melocotones "Flavorcrest", "Elegant Lady", "O'Henry", "Summer Lady", "Zee Lady" y "Ryan Sun", empaquetados en cajas estándar en la central de producción, sin refrigeración. Al llegar al laboratorio se conformaron diversos lotes, almacenados a diferentes temperaturas (5, 10, o 20 °C) durante 24 o 48 horas. Pasado ese tiempo se enfriaron todos los lotes a 0 °C en espera de realizar las medidas de calidad interna. Adicionalmente se usó un lote control mantenido siempre a 0 °C desde las 8 horas siguientes a la cosecha hasta el momento de su evaluación.

Las medidas de calidad interna se realizaron tanto en el día de la cosecha como tras los diferentes almacenamientos frigoríficos. Empleando un mínimo de cinco repeticiones por tratamiento se midió el peso de los frutos (gramos), el color externo (% de rojo), la concentración de sólidos solubles (%SS), la acidez total valorable (%málico) y la firmeza por penetración (libras de fuerza) (Crisosto et al., 1994). Otros 30 frutos por tratamiento fueron evaluados cada 7 días, midiendo firmeza y vida comercial (Crisosto et al., 1999; Garner et al., 2001). Cuando la firmeza bajaba hasta 2-4 lbf (8,9 – 17,8 newtons), se empezaron a evaluar daños internos. Se calcularon también dos vidas comerciales potenciales (Crisosto et al., 1999): la "máxima vida comercial" (número de semanas conservado a 0°C sin manifestar daños) y la "mínima vida comercial" (número de semanas conser-



Este tipo de frutas "listas para consumir", son objeto de promoción en USA. Fuente: Revista produce Merchandising.

vado a 5°C sin manifestar daños). Se decidió que una variedad había llegado al fin de su vida comercial cuando al menos el 25% de los frutos estaban harinosos, con pulpa parda, o con desórdenes internos similares (Nanos and Mitchell, 1991).

Resultados y discusión

En lo relativo a la firmeza (Cuadro 1), la refrigeración retardada 24 o 48 horas tanto a 5 °C como a 10 °C, seguidas de conservación a 0 °C, no produjeron los resultados esperados. La pérdida de firmeza desde cosecha hasta el momento de la evaluación tras conservación fue mínima para casi todos los cultivares, tanto a 5 como a 10 °C. Sin embargo, el tratamiento a 20 °C (24 o 48 h) seguido de conservación a 0 °C sí generó los efectos que se pretendían. En la mayoría de las variedades se observaron pérdidas de firmeza de 3 lbf (13,3 N) hasta 7 lbf (31.1 N) desde la cosecha. La severidad del ablandamiento dependía del cultivar.

El efecto en el desarrollo de daños internos fue muy diferente para unos cultivares que para otros. Algunos mostraron síntomas de daño incluso bajo conservación continua a 0 °C, mientras que otros no mostraron daño alguno a 0 °C ni a 5 °C. Sin embargo, los tratamientos de refrigeración retardada (especialmente 24 o 48 h a 20 °C seguido de conservación a 0 °C) redujeron hasta un máxi-

mo del 7% la aparición de pardeamientos internos, mientras que en los lotes de control (almacenamiento continuo a 0 °C) aparecieron de un 26% a un 60% de frutos dañados. También se demostró que todos los frutos tratados conservaron su jugosidad, mientras que en el control el número de frutos jugosos se redujo drásticamente.

En cuanto a la vida comercial (Cuadro 2), la refrigeración retardada 48h a 20 °C alargó la vida comercial máxima de algunas variedades como "Summer Lady" y "O'Henry" una semana, y la de otras tipo "Ryan Sun" dos semanas, comparadas con los lotes control mantenidos siempre a 0°C. Este tratamiento también alargó significativamente la vida comercial mínima de todos los cultivares evaluados, en al menos una semana. El tratamiento de refrigeración retardada 24h a 20°C no tuvo efecto en la vida comercial máxima, pero alargó la vida mínima de muchos cultivares de forma análoga al tratamiento de 48h.

Conclusiones

Resultados como los obtenidos en el anterior estudio, junto con los de trabajos similares llevaron a las siguientes conclusiones:

- La vida comercial de la fruta de hueso es limitada y depende de la variedad y del tratamiento de conservación poscosecha.

- La falta de sabor y aroma, el desarrollo de harinosidad y pardeamiento interno fueron menos problemáticos cuando la fruta se conservó a 2 °C que a 5 °C.

- Los síntomas de desórdenes internos producidos por frío evolucionaron más rápido y de forma más severa en frutos conservados a 2 °C que a 5, siendo una de las quejas más frecuentes de los consumidores.

- El tamaño de los frutos afecta significativamente a la incidencia y la intensidad de los daños por frío, y por tanto a su vida comercial. Los frutos más grandes tienen menor vida comercial que los pequeños y medianos, dentro de una misma temporada de recolección.

Cuadro 1:

Efecto del tratamiento de refrigeración retrasada en la firmeza de melocotones de tres cultivares tras tratamiento 24 o 48 h a 5, 10 o 20°C.

Tratamiento de refrigeración retrasada	Firmeza (Ibf ^z)					
	Inmediatamente tras tratamiento		10 días después		20 días después	
	Posición más firme ^y	Posición más blanda ^x	Posición más firme	Posición más blanda	Posición más firme	Posición más blanda
"Flavorcrest"						
Sin retraso ^w (control)	11.4 a ^v	9.4 a	10.4 a	9.4 a	11.0	9.0 ab
24 h a 5° C	11.0 a	9.5 a	10.6 a	8.5 a	9.7	7.8 abc
24 h a 10° C	11.4 a	7.9 b	9.8 a	9.0 a	11.0	9.5 a
24 h a 20° C	9.6 a	6.4 c	7.0 b	5.4 b	7.2	6.7 bc
48 h a 5° C	11.1 a	9.4 a	9.8 a	8.2 a	10.1	7.4 abc
48 h a 10° C	9.9 a	7.8 c	10.0 a	8.4 a	9.2	5.7 cd
48 h a 20° C	6.5 b	4.0 d	6.0 c	5.3 b	6.0	3.7 d
<i>P-value</i>	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	<i>ns</i>	0.004
"Elegant Lady"						
Sin retraso (control)	14.6 ab	11.8 a	13.7 ab	11.0 ab	14.5 a	10.6 a
24 h a 5° C	15.7 a	11.0 a	14.0 a	11.4 ab	12.9abc	9.6 a
24 h a 10° C	14.3 ab	10.8 a	14.0 a	11.6 a	14.2 a	10.6 a
24 h a 20° C	11.2 c	7.8 bc	11.6 ab	10.3 ab	12.3 bc	9.3 a
48 h a 5° C	13.9 b	10.6 a	14.7 b	11.4 ab	13.8 ab	10.6 a
48 h a 10° C	10.9 c	8.2 b	12.4 a	10.2 b	11.4 c	9.6 a
48 h a 20° C	7.7 d	6.4 c	7.1 c	4.9 c	4.5 d	3.8 b
<i>P-value</i>	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
"O' Henry"						
Sin retraso (control)	13.5 a	7.7 a	12.8 a	7.6 a	12.6 a	7.5 a
24 h a 5° C	13.1 ab	7.7 a	12.3 abc	6.6 a	11.7 a	6.9 ab
24 h a 10° C	13.4 a	7.8 a	11.2 bc	6.5 a	9.1 bc	5.4 cd
24 h a 20° C	12.1 bc	7.1 a	9.8 c	4.6 b	8.6 bcd	4.6 cd
48 h a 5° C	11.4 c	7.6 a	12.7 ab	7.6 a	11.5 ab	6.5 ab
48 h a 10° C	11.3 c	7.4 a	11.0 c	6.5 a	9.7 b	5.8 abc
48 h a 20° C	7.5 d	4.1 b	7.5 d	4.4 b	6.5 d	3.9 d
<i>P-value</i>	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.001

z 1 lbf (libra-fuerza) = 4.448 N = 0,45 kilogramos-fuerza.

y En todos los cultivares, el punto más firme fue el ecuador.

x El punto más blando en 'Flavorcrest' fue la línea de sutura; para los demás, el hombro junto al tallo.

w En las 6-8 horas tras recolección, la fruta se refrigeró hasta que la pulpa llegó a 0°C, y se mantuvo.

v Test LSD para $P > 0.05$.

- La fruta de hueso está expuesta frecuentemente a temperaturas perjudiciales (en torno a 5 °C) durante las fases de manipulación, almacenamiento y transporte.

¿Qué es "ready to eat"?

Para la definición del protocolo es necesario precisar previamente qué se entiende por fruta "lista para comer" o "lista para comprar" (ready to eat, o ready to buy). La mayor aceptación del consumidor se logra con fruta de alto contenido de sólidos solubles

(CSS). La acidez de fruta, la proporción de CSS/acidez, y el con-

El tamaño de los frutos afecta significativamente a la incidencia y la intensidad de los daños por frío, y por tanto a su vida comercial. Los frutos más grandes tienen menor vida comercial que los pequeños y medianos, dentro de una misma temporada de recolección

tenido de fenoles también son factores importantes en la aceptación del consumidor. Sin embargo en California no se ha establecido oficialmente un nivel de calidad mínima para melocotones, nectarinas y ciruelas en cuanto a estos parámetros químicos de calidad gustativa.

En cuanto al nivel de firmeza, se consideran "listas para comer" las frutas que tengan una firmeza de pulpa de 2-3 libras de fuerza (de 8,9 a 13,3 N) medidas con penetrómetro estándar (Crisosto et al; 1997, 1998, 1999). Las que tengan menos de 6-8 libras de fuerza (26,7 a 35,6 N), medidas en la zona lateral del fruto, se consideran "listas para ven-

Cuadro 2:

Modificación de la vida comercial de diversos cultivares de melocotón "premadurados" 24 o 48 h a 20° C y almacenados posteriormente a 0° C o a 5° C, en comparación con melocotones sin refrigeración retardada.

Cultivar	Tratamiento de refrigeración retrasada	Cambio en la vida comercial en conservación a 0° C (semanas)	Cambio en la vida comercial en conservación a 5° C (semanas)
"Flavorcrest" (1999)	24 h a 20° C	0	0 ¹
	48 h a 20° C	0	1+
"Elegant Lady" (1999)	24 h a 20° C	0	0
	48 h a 20° C	0	1+
"Summer Lady" (2000)	24 h a 20° C	0 ¹	2 ^{1,2}
	48 h a 20° C	1+	2 ^{1,2}
"O' Henry" (1999)	24 h a 20° C	0 ¹	0 ¹
	48 h a 20° C	1+	1+
"Zee Lady" (2000)	24 h a 20° C	0	1+
	48 h a 20° C	0	1+
"Ryan Sun" (2000)	24 h a 20° C	0 ¹	1 ^{1,2}
	48 h a 20° C	2+	2 ²

El final de la vida comercial se fijó cuando más del 25% de los frutos mostraron harinosidad (¹) o pardeamiento (²) o ambos.

Cuadro 3:

Recomendaciones para el almacenamiento poscosecha de fruta de hueso, tanto para productores como para consumidores.

El protocolo de "premaduración"	
Dirigido a	Recomendaciones
Productores, envasadores	1°. Tras cosecha, dejar fruta 48 h a 20° C 2°. Enfriado rápido a 0° C
Consumidores	1°. Tras la compra, no refrigerar: dejar a temperatura ambiente sobre la mesa o en bolsas de papel 2°. Una vez "huela a madura" y esté ligeramente blanda, conservar en nevera y consumir en pocos días

der" ya que son más aceptables para el consumidor.

El protocolo de "premaduración"

Se hicieron las siguientes recomendaciones a los productores y envasadores (Cuadro 3):

(1) Inmediatamente tras la recolección, "premadurar" el producto manteniéndolo 48 horas a 20 °C; (2) Seguidamente, proceder a su conservación a temperatura próxima a 0 °C mediante enfriamiento rápido, pero nunca someterlo a conservación entre 2,2 y 7,8 °C; (3) No intentar llevar a cabo "atajos" en este protocolo, pues pueden comprometer seriamente el resultado final.

La correcta aplicación de este procedimiento de acondicionado

previo (preconditioning treatment) produce una "premaduración" homogénea que evita en gran medida los problemas de daños por frío y genera frutos "listos para comer".

Para que el resultado final en el momento de consumir esta fruta sea óptimo, el consumidor todavía puede hacer algo más. Los frigoríficos normalmente están regulados para mantener una temperatura próxima a 5 °C, por lo que si metemos en la nevera directamente los melocotones y nectarinas recién comprados, se detiene el proceso de maduración y se promueve la aparición de harinosidad y desórdenes internos. En lugar de eso, es recomendable dejarlo sobre la mesa en un frutero o en bolsas de papel, hasta que "huelan a maduros" y estén algo

más blandos al tacto. Una vez así podemos refrigerarlos para consumirlos en breve (2-3 días).

Estas y otras recomendaciones más detalladas sobre como manipular fruta "premadurada" (preconditioned fruit) para centros de distribución y venta, y pequeños comercios pueden ser encontradas en la página web "Post-harvest Information for Fruits and Nuts" (www.ukac.edu) donde se puede acceder a la revista "Central Valley Postharvest Newsletter". Ver el volumen 13, número 2 publicado en agosto de 2004, entre otros.

Efectos finales del protocolo

Los resultados finales de la aplicación del protocolo de "premaduración" son:

(1) Mayor vida comercial, hasta 2 semanas más en ciertas variedades; (2) Menor incidencia de daños por frío en cultivares sensibles; (3) Mayor expresión de aromas y sabores óptimos; (4) Mayor homogeneidad del producto final en punto de venta; (5) Mayor aceptación y mejor precio de venta y (6) La fruta premadurada es más susceptible a daños por magulladura. Por lo tanto debe ser manipulada y transportada con mayor cuidado.

Experiencias y testimonios de productores

Recientemente, el Servicio de Extensión Agraria (UC ANR) de la Universidad de California publicó una entrevista en la que diversos productores contaban su experiencia de varios años aplicando el protocolo recomendado (Warnet, 2005).

Mike Thurlow, director de ventas de la empresa Mountain View Fruit, asegura que “este procedimiento ha cambiado totalmente su mundo”. Habitados a cosechar, envasar y transportar su fruta lo más rápidamente posible en el pasado, ahora aplican la “premaduración”. “Para nosotros, cosechar, retrasar el enfriado, controlar humedad, temperatura, firmeza y brix, y hacer los envíos pasados dos o tres días es algo totalmente diferente a lo que hacíamos antes.

La premaduración da fruta como la que todos recordamos comer de niños, ‘cogida del huerto’.



Ahora somos capaces de generar en nuestra central y comercializar un producto que antes sólo se podía comprar en “mercadillos locales”.

El cambio de costumbres también ha traído un cambio en las ventas, según Thurlow: “inicialmente entrar en las cámaras y oler

El punto de madurez es normalmente detectado por los consumidores finales, no por los productores ni por los envasadores.

a fruta madura nos parecía cosa de locos; ahora hemos hecho dinero con el producto premadurado”.

Herb Kaprielian, de la empresa Kaprielian Brothers Packing Company tiene la misma opinión: “ha sido un cambio total en la calidad del producto que estamos ofreciendo al consumidor. Ahora podemos enviar frutos más jugosos y de calidad más homogénea”.

Tal ha sido la aceptación por parte del consumidor, que varios productores han desarrollado un consorcio y una marca comercial conjunta llamada “Ripe ‘N Ready” (madura y lista para comer, www.ripenready.com) para la fruta “premadurada” y varios supermercados se han comprometido a vender únicamente producto con este distintivo.

Para saber más...

Bibliografía completa en www.horticom.com?61855.