

# Avances en el control del escaldado superficial de manzanas Granny Smith

Juan Pablo Zoffoli G.  
zoffolij@puc.cl  
Departamento de Fruticultura y Enología

El escaldado superficial es un desorden fisiológico que afecta principalmente a manzanas y peras, aunque aparece también descrito en otros frutos, como membrillo. Los síntomas del daño se inician con un bronceamiento que deriva en tonos pardos, con bordes bien definidos, pudiendo comprometer la totalidad de la superficie de la fruta. El daño difícilmente se extiende hacia la pulpa y, cuando ocurre, es atribuido a senescencia, configurando un problema diferente bajo otro sistema de control y que se engloba bajo la terminología de escaldado senescente.

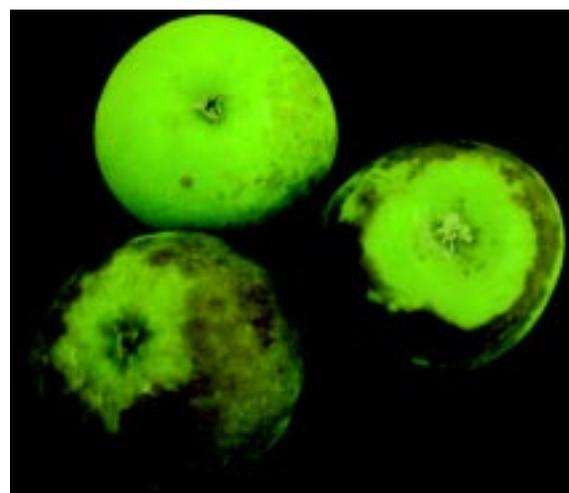
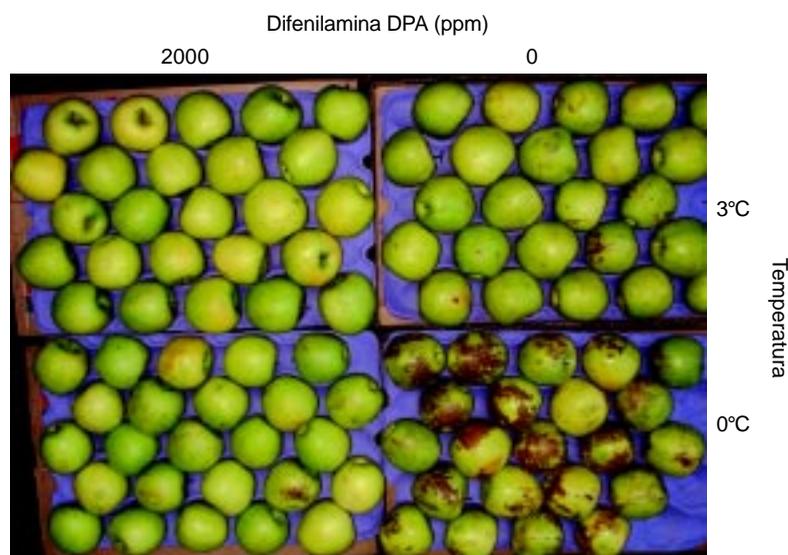
El daño que origina los síntomas de escaldado superficial se produce durante el almacenaje a 0°C, pero se expresa durante la maduración. La

principal hipótesis postula que este se originaría a nivel celular por efecto de compuestos tipo radicales libres, los que reaccionarían con elementos lipídicos de la membrana, alterando su permeabilidad y favoreciendo reacciones de oxidación que terminan en las tonalidades pardas, características del desorden. Algunos iniciadores de este proceso serían sustancias reactivas generadas a partir de la autooxidación del sesquiterpeno alfa farneseno, producido naturalmente por la fruta durante el almacenaje; sin embargo, no se descarta la participación de otros compuestos derivados del proceso de senescencia asociados con la peroxidación de ciertos lípidos de la membrana.

La expresión del daño es función de la variedad, madurez y tiempo de exposición a bajas temperaturas (0°C). La variedad más sensible al desorden cultivada en el país es Gran-

ny Smith. Los síntomas se inician después de tres meses de almacenaje, con una incidencia del 20%. El daño puede ser total cuando sobrepasa los cinco meses. Variedades como Golden Delicious, Gala y Pink Lady son resistentes y, en el caso de variedades coloreadas Delicious, el daño es menos intenso, iniciándose después de cinco meses de conservación a 0°C. En la variedad Fuji el problema se desarrolla a partir de cinco meses; antes de esta fecha un síntoma similar aparece en la zona coloreada, que se conoce como mancha (Stain), pero su origen es diferente al escaldado. Braeburn es descrita como una variedad sensible, pero los síntomas no se observan antes de cinco meses de almacenaje.

Entre las variedades de pera, la d'Anjou es sensible, iniciándose los síntomas después de cuatro meses de almacenaje a 0°C; en el caso de la



Impacto de la temperatura de almacenaje (0 y 3°C) en la sensibilidad a escaldado superficial de manzanas Granny Smith después de 3,5 meses de almacenaje y 10 días de maduración a 20°C.

**Cuadro1**

Efectividad de la aplicación del antioxidante Difenilamina (DPA, 2.000 ppm) en el control de escaldado, concentración de trienos conjugados y firmeza de la pulpa en manzanas Granny Smith, almacenadas por 3,5, 5 y 7 meses a 0°C y 3°C y evaluadas después de 10 días a 20°C.

TRATAMIENTOS	Temperatura °C	Tiempo de Almacenaje (meses + 10 días a 20°C)		
		3,5	5,0	7,0
<b>Escaldado (%)</b>				
TESTIGO	0	16,3	100,0	100,0
	3	28,8	67,0	78,8
DPA	0	21,3	59,0	93,8
	3	0,0	0,0	2,5
<b>Trienos Conjugados 281 (nmol/cm<sup>2</sup>)</b>				
TESTIGO	0	21,1	25,2	17,4
	3	9,5	5,2	3,9
DPA	0	7,4	20,3	10,9
	3	1,4	1,7	0,7
<b>Firmeza (Lb)</b>				
TESTIGO	0	16,5	15,8	14,3
	3	14,0	13,0	11,4
DPA	0	16,7	15,4	14,7
	3	15,0	13,6	11,4

variedad mas importante en el país, Packham's Triumph, el problema comienza a ser relevante después de seis meses de conservación. La variedad Bartlett, aunque desarrolla síntomas similares en la superficie del fruto, es común encontrar, en casos severos del daño, una textura harinosa, conformando lo que se denomina escaldado senescente, siendo importante a partir de los tres meses de almacenaje a 0°C.

El desarrollo del escaldado corresponde a un proceso común de oxidación en el que es posible diferenciar una etapa de iniciación y otra de propagación; en este sentido el control del problema se ha centrado en el uso de antioxidantes que evitan la oxidación del compuesto considerado ini-

ciador de la reacción ( $\alpha$ -farneseno). Los estudios efectuados en los inicios de los noventa demostraron que los antioxidantes evitaban la oxidación de este compuesto y reducían la incidencia del desorden. Los antioxidante ampliamente utilizados desde ese entonces han sido la Difenilamina (DPA) y la Ethoxyquina, para manzanas y peras respectivamente. El nivel de control con el uso de estos productos ha sido total y ha entregado una alta seguridad en el manejo de este problema; sin embargo, las aplicaciones comerciales no siempre resultan en el control total del desorden, produciendo consecuencias en el resultado comercial final. El objetivo de este trabajo es resumir los principales avances que se han generado en el

**Cuadro2**

Efectividad de la aplicación del antioxidante Difenilamina (DPA) y atraso de enfriamiento por 2 días a 5°C en el control de escaldado en manzanas Granny Smith, almacenadas por 3,5; 5 y 7 meses y evaluadas después de 10 días a 20°C.

TRATAMIENTOS	Atraso enfriado a 5°C (días)	Tiempo de Almacenaje (meses + 10 días a 20°C)		
		3,5	5,0	7,0
TESTIGO	0	82,5	98,8	100
	2	80,9	100	100
DPA	0	1,3	36,3	33,8
	2	0,0	17,5	22,5

control de este desorden en postcosecha.

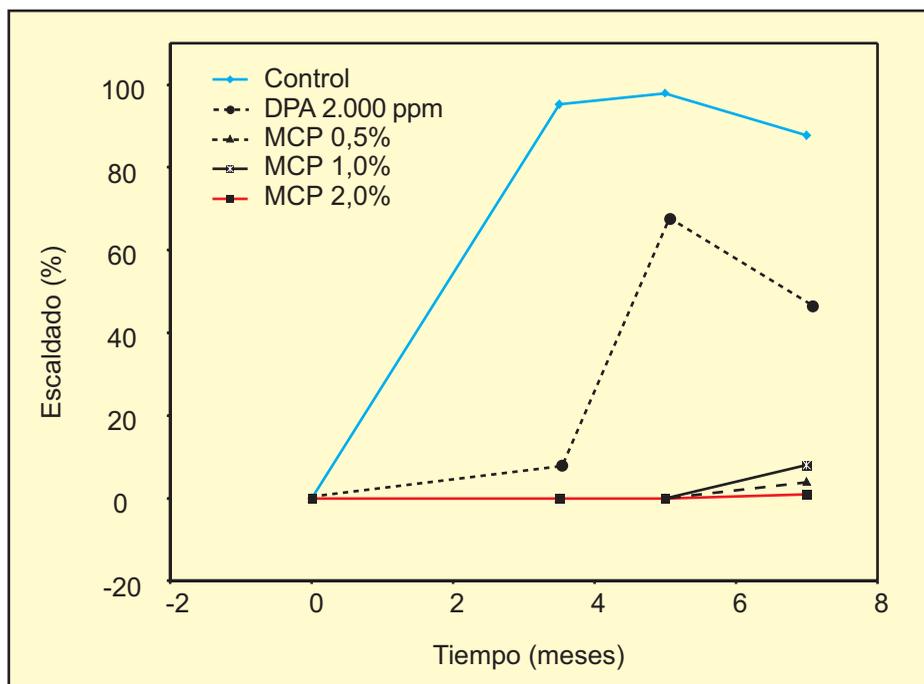
## Manipulación de la sensibilidad al escaldado y efectividad del DPA a través de la temperatura de almacenaje

El manejo de la temperatura en el almacenaje de manzanas Granny Smith influye en la sensibilidad del fruto al daño por escaldado. Este resultado fue demostrado con varios estudios realizados en el laboratorio de postcosecha de la Pontificia Universidad Católica de Chile. En un trabajo efectuado el año 2001, se demostró que almacenando la fruta a 3°C, en comparación con 0°C, se reducía la incidencia del desorden en todo los períodos de tiempos evaluados comenzando desde los 3,5 meses. (Cuadro 1). Esta menor incidencia del desorden estuvo relacionada con una menor concentración de trienos conjugados, compuestos oxidados del farneseno, en la piel del fruto y considerados responsables del daño.

La temperatura de almacenaje influyó, además, en mejorar la efectividad del producto Difenilamina en el control de escaldado. En efecto, en todo el período evaluado la incidencia del desorden en la fruta tratada con DPA y almacenada a 3°C fue nula; en cambio, con el tratamiento simulado comercial de almacenaje permanente a 0°C el daño fue máximo, comprometiendo prácticamente toda la fruta, a medida que avanzó el tiempo de conservación. Al igual que en la comparación anterior la concentración de trienos conjugados fue inferior en el caso de la fruta tratada con DPA y almacenada a 3°C.

Los resultados anteriores demostraron el impacto de la temperatura de almacenaje en el desorden y explican la dependencia de la efectividad de la aplicación comercial de DPA con respecto a esta variable. Sin embargo, la utilización de una temperatura de 3°C produjo fruta de menor firmeza y de menor color verde, situación indeseada en los mercados actuales.

En esta línea de investigación, un segundo estudio evaluó el atraso



**Figura 1.** Efecto de diferentes concentraciones de 1 metilciclopropeno 1-MCP (0,5, 1 y 2 g/m<sup>3</sup>) y Difenilamina (2.000 ppm DPA) en el control de escaldado superficial de manzanas Granny Smith almacenadas por 3,5; 5 y 7 meses a 0°C más 10 días a 20°C. Letras iguales en un mismo tiempo de almacenaje indican que los promedios son iguales según la prueba DMS.

del enfriamiento a 5°C por un período de 2, 3, 4 y 5 días posterior a la aplicación de 2000 ppm de DPA. Se demostró que un atraso de dos días era suficiente para mejorar la eficiencia del DPA en el control de escaldado; en este caso, la fruta tratada con DPA tuvo una incidencia de 36% y 33% comparada con 17,5% y 22,5% cuando se consideró el atraso de 2 días después de 5 y 7 meses de al-

macenaje, respectivamente. No existió diferencia significativa entre los diferentes tiempos de atraso de enfriamiento y este proceso no produjo efectos negativos en el amarillamiento de la fruta ni en el ablandamiento.

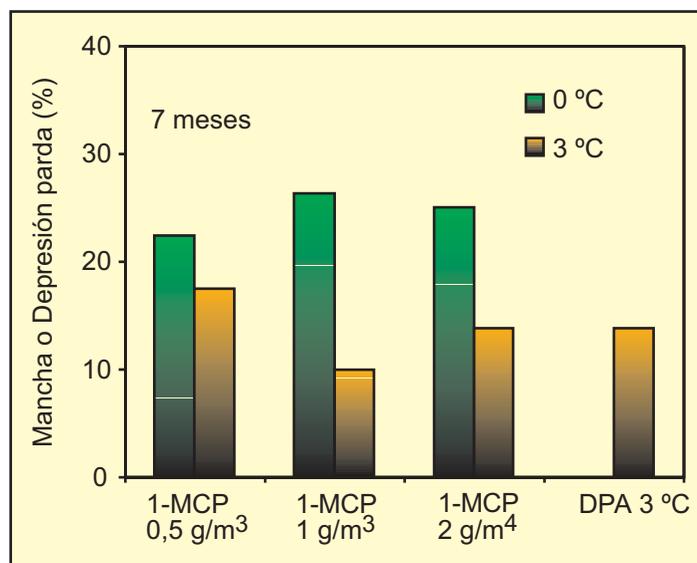
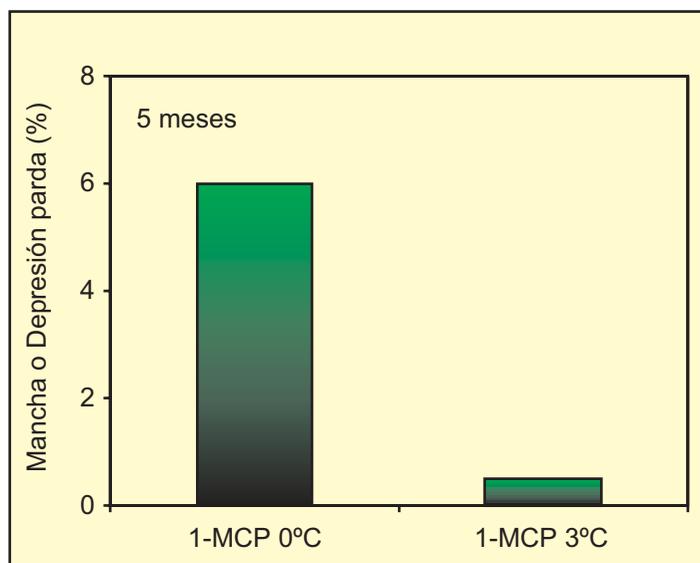
El atraso de enfriamiento no fue efectivo en reducir el escaldado en la fruta sin aplicación de antioxidante.

En conclusión, los trabajos demostraron que el manejo de tempera-

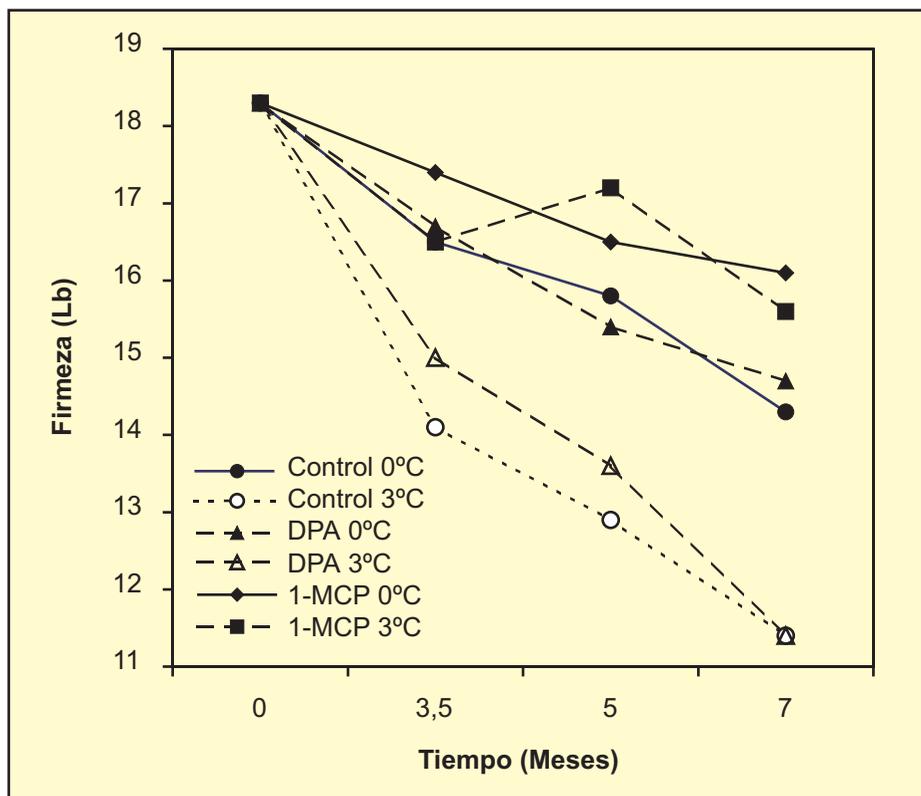
tura es importante para mejorar la efectividad de la aplicación del antioxidante DPA. Este manejo térmico debe evitar un enfriamiento extremo a 0°C y el atraso de enfriamiento o un manejo de temperatura de enfriamiento más lento para conseguir la temperatura de 0°C son alternativas posibles de implementar en el sistema comercial.

### 1-metilciclopropeno, una nueva alternativa para el control de escaldado

El producto 1-metilciclopropeno (1-MCP), comercialmente *Smart Fresh™*, ha sido introducido en la industria de flores, vegetales y frutas para inhibir la acción del etileno y, por lo tanto, frenar los procesos asociados con el deterioro. Las características y el modo de acción del producto fueron revisadas anteriormente en esta revista en el número 16, en el artículo Control de la acción del etileno: una novedosa alternativa para prolongar la conservación de fruta. El principal efecto descrito para manzanas ha sido retener la firmeza del fruto, no solo durante el almacenaje a 0°C sino también durante el período de distribución a alta temperatura. El laboratorio de postcosecha de la Pontificia Universidad Católica ha estado estudiando la efectividad de este producto en el control de escaldado bajo diferentes



**Figura 2.** Efecto de diferentes concentraciones de 1 metilciclopropeno 1-MCP, (0, 0,5, 1 y 2 g/m<sup>3</sup>) y Difenilamina (2000ppm DPA) en el desarrollo de mancha o depresión parda en manzanas Granny Smith almacenadas por 5 y 7 meses a 0°C y 3°C más 10 días a 20°C.



**Figura 3.** Efecto del producto 1 metilciclopropeno (1g/m<sup>3</sup> de 1-MCP) y Difenilamina (2.000 ppm DPA) en la firmeza de manzanas Granny Smith almacenadas por 3,5; 5 y 7 meses a 0°C y 3°C.

situaciones asociadas a la realidad comercial de la variedad Granny Smith.

En los primeros trabajos se demostró que la aplicación de 1-MCP inmediatamente después de cosechada la fruta, en concentraciones de 0,5; 1,0 o 2,0 g/m<sup>3</sup>, eran efectivas en controlar la incidencia de escaldado

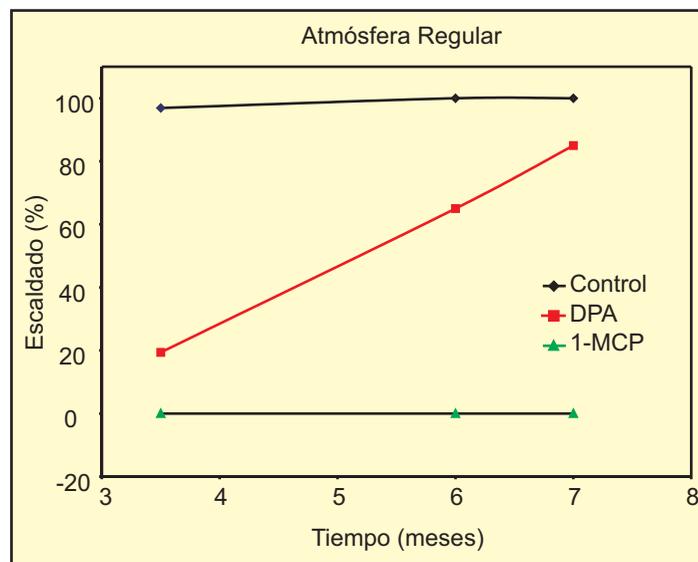
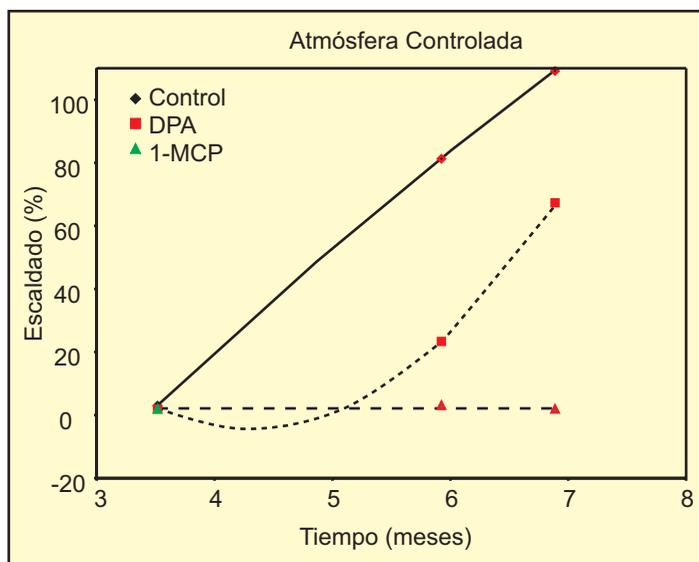
superficial en todos los tiempos de almacenaje evaluados, incluso sobrepasando la magnitud de control de la aplicación comercial de 2.000 ppm de DPA (Figura 1). En estos primeros ensayos se detectó el desarrollo de una mancha con bordes bien definidos en la fruta tratada con 1-MCP, incidencia que varió entre 10 y 20%.

Estos síntomas fueron asociados al manejo del producto con fruta inmadura y un enfriamiento estricto a 0°C. Esta hipótesis fue demostrada al año siguiente cuando se almacenó fruta tratada con 1-MCP a 0 y 3°C. El daño apareció inmediatamente después de 5 y 7 meses de almacenaje siendo mayor en la fruta almacenada a 0°C en relación a la manejada a 3°C. La fruta tratada con DPA también desarrolló el problema (Figura 2).

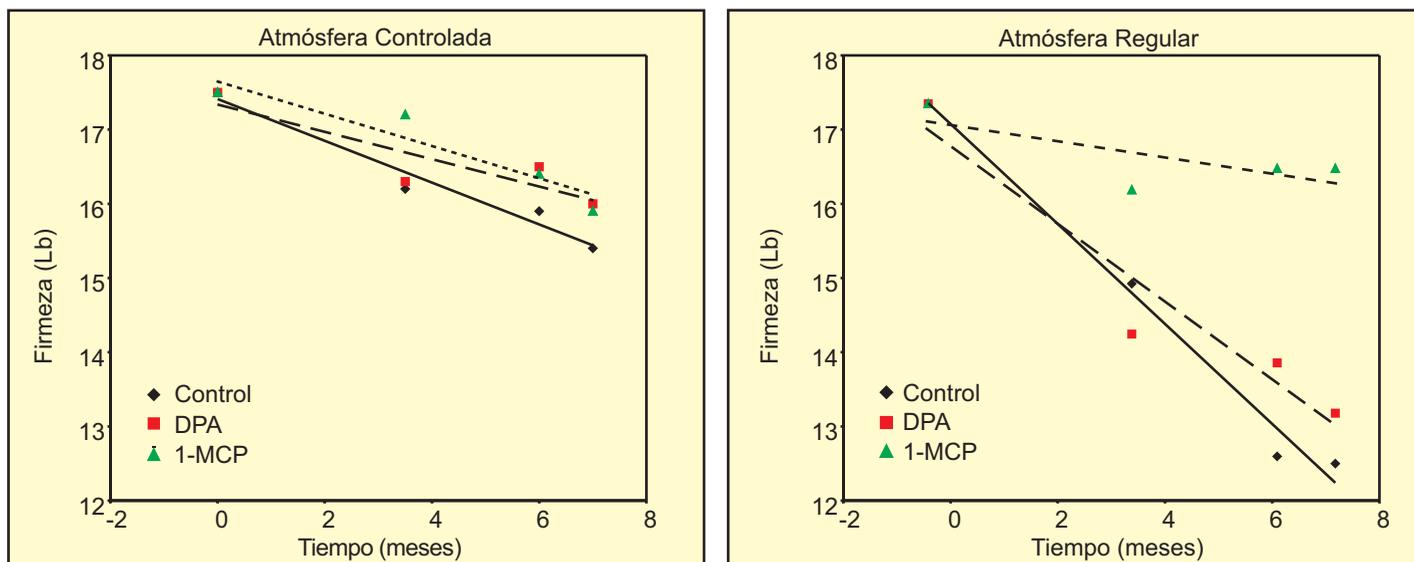
La aplicación de 1-MCP también redujo la pérdida de firmeza incluso a 3°C (Figura 3).

La efectividad del producto 1-MCP, (1 g/m<sup>3</sup> de 1-MCP (producto comercial SmartFresh (0,14% por 12 horas a 5°C) fue comparada con la aplicación comercial de 2000 ppm de DPA y un testigo sin DPA, en fruta que fue almacenada por un período de 4 meses en atmósfera controlada (AC: 2% O<sub>2</sub>, 2% CO<sub>2</sub>) o almacenaje permanente en atmósfera regular (AR). La evaluación se efectuó a los 3,5, 6 y 7 meses de almacenaje a 0°C considerando, además, un período de maduración a 20° para la expresión del desorden.

Los resultados demostraron el control total del escaldado con el uso de 1-MCP en todos los períodos evaluados. Se corroboró, además, el efecto de la atmósfera controlada en reducir la incidencia del desorden. La aplicación de DPA fue mas efectiva



**Figura 4.** Efecto del producto 1 metilciclopropeno (1g/m<sup>3</sup> de 1-MCP) y Difenilamina (2.000ppm DPA) en el porcentaje de escaldado de manzanas Granny Smith almacenadas por 3,5; 6 y 7 meses a 0°C y 10 días de maduración a 20°C en atmósfera controlada (AC) (2%O<sub>2</sub> y 2%CO<sub>2</sub>) o regular (AR).



**Figura 5.** Efecto del producto 1 metilciclopropeno ( $1\text{g}/\text{m}^3$  de 1-MCP) y Difenilamina ( $2.000\text{ppm}$  DPA) en la firmeza de manzanas Granny Smith almacenadas por 3,5; 6 y 7 meses a  $0^\circ\text{C}$  en atmósfera controlada ( $2\% \text{O}_2$  y  $2\% \text{CO}_2$ ) o regular.

en la fruta almacenada en AC que en AR (Figura 4).

La aplicación de 1-MCP mantuvo la firmeza del fruto en forma similar al efecto de la atmósfera controlada, pero no fue un complemento a esta última (Figura 5). Por otro lado, la incidencia de Bitter pit fue mayor en la fruta tratada con 1-MCP; sin embargo, es importante verificar la consistencia de este resultado pues en otros trabajos no se ha demostrado este efecto (Figura 6).

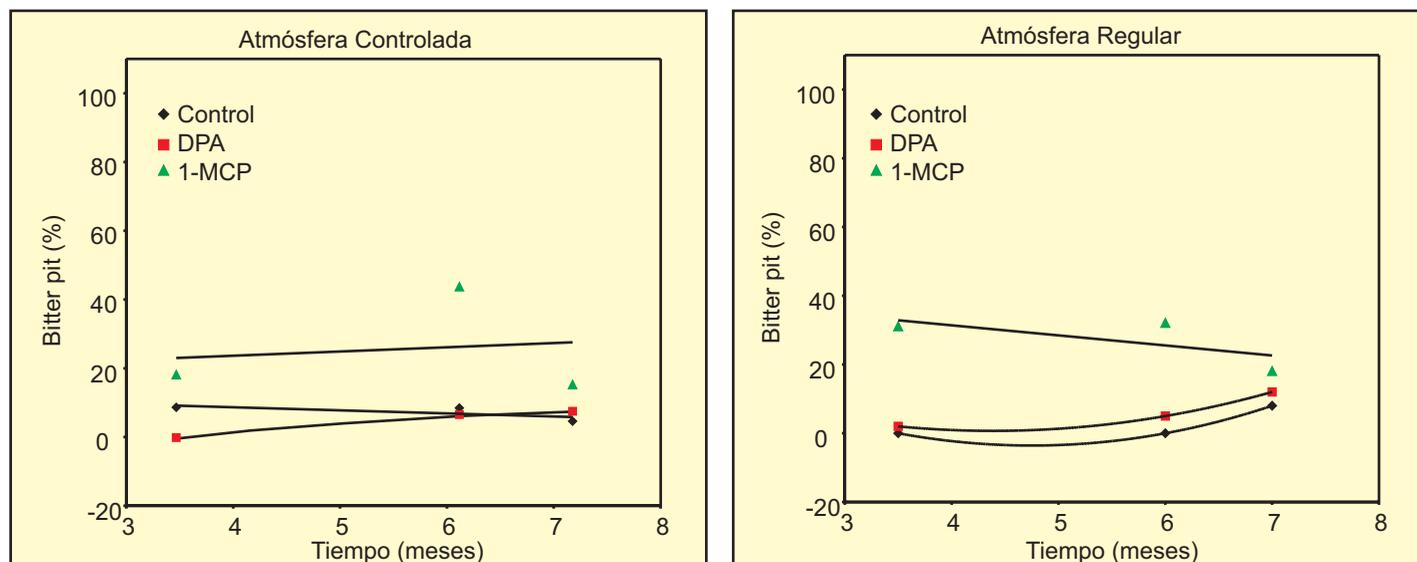
Los trabajos presentados en relación al escaldado superficial de

manzanas Granny Smith demostraron que la sensibilidad al desorden está relacionada con el manejo de temperatura de almacenaje, reduciéndose la sensibilidad natural al desorden en condiciones de temperatura mayor a  $0^\circ\text{C}$ , que en los ensayos fue  $3^\circ\text{C}$ . Este manejo de temperatura mayor que  $0^\circ\text{C}$  mejoró también la efectividad del producto DPA en su dosificación comercial de  $2.000 \text{ppm}$  en el control del desorden. Un protocolo de enfriamiento para esta variedad resulta prioritario si se desea optimizar el uso del producto DPA; un atraso

de enfriamiento por 2 días a  $5^\circ\text{C}$  es una alternativa a considerar.

El producto 1-MCP, evaluado por tres años consecutivos, demostró un control total del desorden y se vislumbra como una interesante alternativa para evitar este problema en manzanas Granny Smith.

La aplicación debe considerar la concentración de  $1\text{g}/\text{m}^3$  de producto SmartFresh ( $0,14\%$ ), en una cámara hermética, por un tiempo mínimo de 9 horas y con un enfriamiento lento hasta  $0^\circ\text{C}$ , un mes después de la aplicación. [FAF](#)



**Figura 6.** Efecto del producto 1 metilciclopropeno ( $1\text{g}/\text{m}^3$  de 1-MCP) y Difenilamina ( $2000\text{ppm}$  DPA) en el porcentaje de Bitter pit de manzanas Granny Smith almacenadas por 3,5; 6 y 7 meses a  $0^\circ\text{C}$  en atmósfera controlada ( $2\% \text{O}_2$  y  $2\% \text{CO}_2$ ) o regular.