

1-METILCICLOPROPENO: UNA HERRAMIENTA EFECTIVA PARA CONTROLAR LA MADURACIÓN DE PALTA Y RELACIONARLA CON LA MADUREZ DE COSECHA

■ JUAN PABLO ZOFFOLI
ING. AGRÓNOMO, MSC

■ MARÍA JOSE CALLEJAS
AYUDANTE DE INVESTIGACIÓN

■ TONY BELTRÁN
ING. AGRÓNOMO, PHD.

AGROFRESH

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
FAC. DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL

INTRODUCCION

El cultivo de palta ha sido una de las especies frutales que ha mostrado mayor crecimiento en el país. La superficie plantada alcanza las 21.000 hectáreas. Entre los años 1990 a 1998 se produjo un incremento promedio de 128%. La producción ascendió a las 100.000 toneladas en la temporada 2002, con un aumento sostenido. La creciente demanda del cultivo se debe al interés mostrado por los países importadores de fruta Chilena, por ser un producto considerado de alto valor nutritivo, libre de colesterol y rico en ácidos grasos insaturados como en antioxidantes y fibra. Además se suma a una demanda cautiva interna alta con un consumo de 3 kg/habitante año.

El mercado más importante para Chile de esta fruta, en la actualidad, es EEUU y exclusivamente el Estado de California que absorbe el 90% de las cajas exportadas. El período de embarque se extiende desde Julio siendo los meses entre Septiembre y Noviembre los de mayor volumen. La exportación se realiza en un momento donde la oferta local es escasa y no existe competencia por parte de México, principal país productor del mundo.

La exportación a Europa ha sido escasa, pero se vislumbran posibilidades en el futuro por el interés despertado en países como Francia, España e Inglaterra.

La principal variedad cultivada es Hass¹ y la cosecha se inicia cuando se cumple el valor mínimo de 9% de aceite. Los resultados en la condición de la fruta en los mercados es considerada buena, siempre y cuando el periodo de postcosecha se concentre en menos de 30 días. En períodos de tiempo mayores la maduración durante la distribución y comercialización se acelera

y constituye riesgos importantes para las cadenas de supermercados. Estos riesgos se acentúan a medida que la estación progresa, asociado a una aumento en el contenido de aceite y madurez de la fruta.

La palta durante su maduración en el árbol presenta pocos cambios visibles, no produce etileno, pero cuando es cosechada

■ FOTO 1. ASPECTO VISUAL DEL IMPACTO DEL PRODUCTO 1-MCP EN FRUTA EVALUADA EN EL MERCADO DE EEUU DESPUÉS DE 20 DÍAS DE VIAJE Y 2 DÍAS A 15° C.



¹ LOS AUTORES AGRADECEN AL SR. RAMÓN GONZÁLEZ DE LA EXPORTADORA RÍO BLANCO Y AL SR. JAIME BISQUETT DE LA EXPORTADORA SANTA CRUZ POR EL VALIOSO APOYO PRESTADO A LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.

presenta una acelerada producción que promueve el ablandamiento, aumenta la coloración de la fruta e incrementa los riesgos de pudrición. La intensidad del proceso está relacionada con la temperatura de almacenaje, tiempo de conservación y concentración de aceite o madurez de la fruta .

Comercialmente el principal cambio que ocurre en la palta se produce cuando la fruta es removida de la baja temperatura a los centros de distribución como supermercados, en estas condiciones se desencadenan cambios violentos en ablandamiento, expresiones de daños por baja temperatura (punteaduras superficiales, pardeamiento interno) y senescencia (pardeamiento vascular, pardeamiento gris). La tecnología de conservación de palta busca retardar este proceso . La gran mayoría de los cambios han sido asociado principalmente a la acción del etileno, compuesto que se presenta en baja concentración en la fruta cuando se almacena a temperatura bajas (4-7°C) pero de gran producción y sensibilidad cuando se expone en condiciones de altas temperaturas como ocurre durante la distribución y la comercialización en los supermercados.

Debido a la importancia que tiene el etileno en la maduración y senescencia del producto el interés de esta investigación fue verificar la efectividad de un producto considerado inhibidor de la acción del etileno (1-metilciclopropeno (1-MCP)). Este compuesto ha sido estudiado en el último tiempo en una gran variedad de frutos de maduración climactérica produciendo importante impacto en atrasar los cambios asociados con la maduración a baja como a alta temperatura. Entendiendo que los procesos de deterioro están relacionados con el tiempo de conservación y la madurez de la fruta, el objetivo de este trabajo fue verificar la capacidad del producto 1-MCP en frenar los cambios asociados con el deterioro de la palta Hass almacenados por diferentes tiempo y bajo diferentes condiciones de madurez, entendiendo que estos factores son los relevantes en la implementación tecnológica de este producto a escala comercial.

El trabajo se realizó con Palta de la variedad Hass (*Persea americana*) procedente de la zona del Olivar en Ovalle. Las cosechas se realizaron en tres estados de madurez considerando el contenido de aceite (M1: 13% aceite, M2: 15,9%, M3: 18%), se incluyó un cuarto estado más avanzado con 20% de aceite. La fruta luego de cosecha fue embalada y almace-

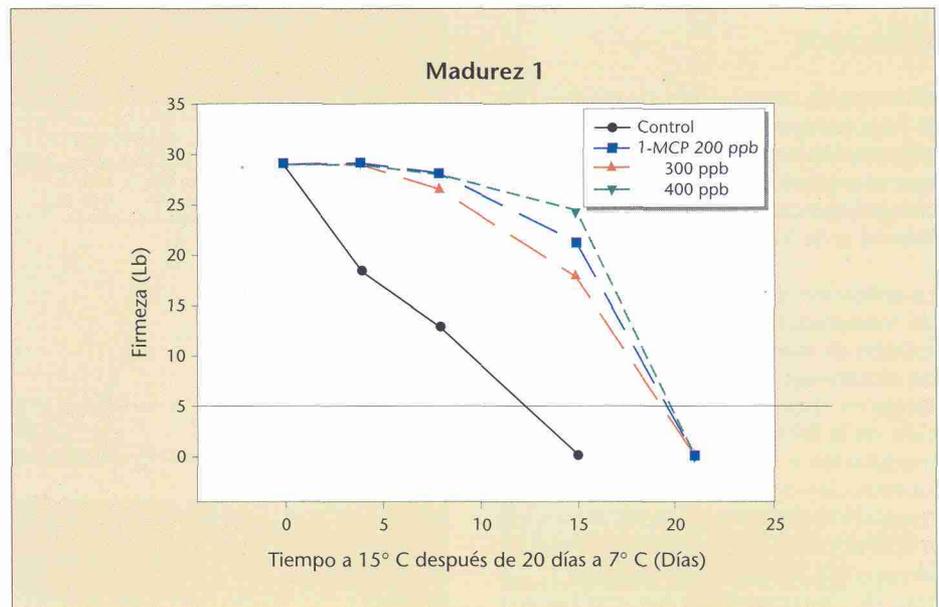


FIG. 1. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE 1-MCP SOBRE LA EVOLUCIÓN DE FIRMEZA DE PALTA VAR. HASS COSECHADA CON 13% DE ACEITE, DURANTE LA MADURACIÓN A 15°C DESPUÉS DE 20 DÍAS DE CONSERVACIÓN A 7°C.

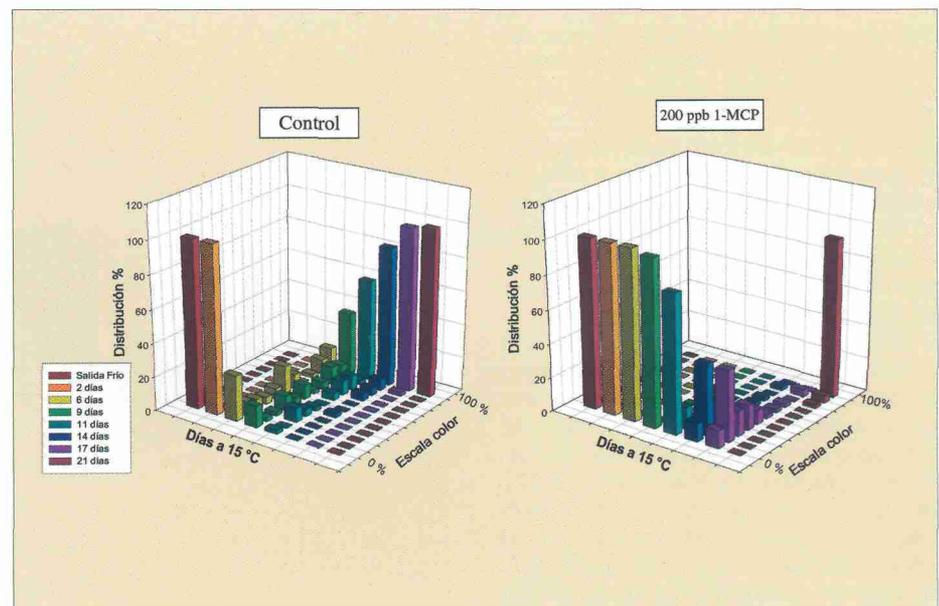


FIG. 2. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE 1-MCP SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL COLOR NEGRO DE PALTA VAR. HASS COSECHADA CON 13% DE ACEITE, DURANTE LA MADURACIÓN A 15°C DESPUÉS DE 20 DÍAS DE CONSERVACIÓN A 7°C.

nada en cámara de 7°C para la primeras tres cosechas y 5°C para el caso de la última. La aplicación del producto 1-MCP (SmartFresh 0,14%) se realizó en forma gaseosa en tanques de 1 m³ por un periodo de 12 horas. Las concentraciones de 1-MCP evaluadas para la madurez 1 y 2 fueron 0, 200, 300 y 400 ppb (parte por billón), las concentraciones evaluadas para la madurez 3 fueron de 0, 200, 300 y 800

ppb y de 0, 200, 400 y 800 ppb para la condición más avanzada de madurez. El período de almacenaje fue de 20 y 35 días a 7°C o 5°C y se consideró un tiempo de maduración a 15°C, en cada etapa los parámetros evaluados fueron la firmeza de la pulpa (émbolo de 6 mm), color de la piel (escala de color en función de la proporción de color negro) y producción interna de etileno.

RESULTADOS

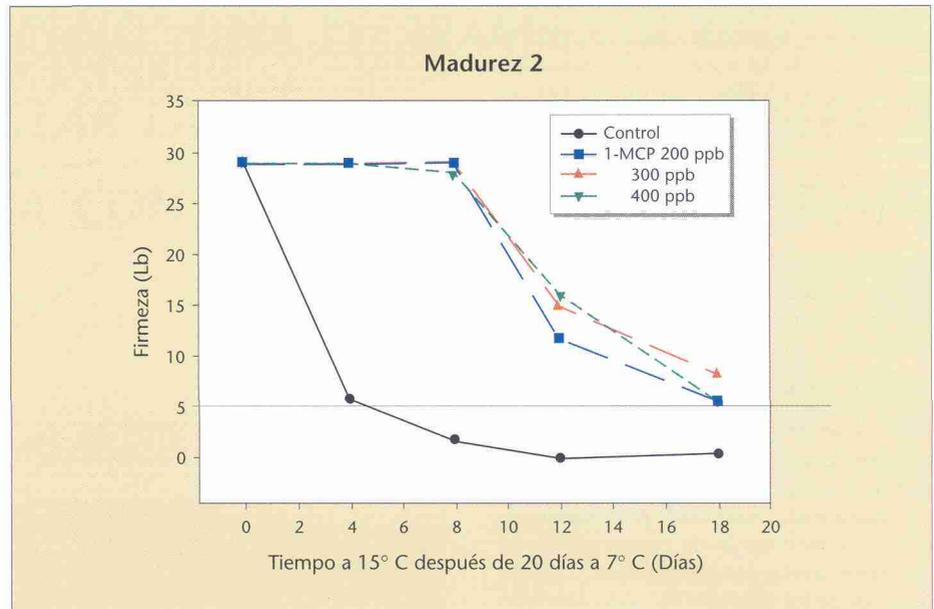
El tiempo de conservación y la madurez de la fruta tuvieron un fuerte impacto en el ablandamiento de palta cv Hass, efecto que se expresó principalmente a 15°C, no se logró apreciar ese potencial de ablandamiento en la fruta a salida de almacenaje.

La aplicación de 1-MCP atrasó el proceso de maduración de la fruta, en todas los estados de madurez evaluados y tiempos de almacenaje. El efecto se asoció a un atraso en el desarrollo de color y mantenimiento de la firmeza durante el periodo de maduración a alta temperatura.

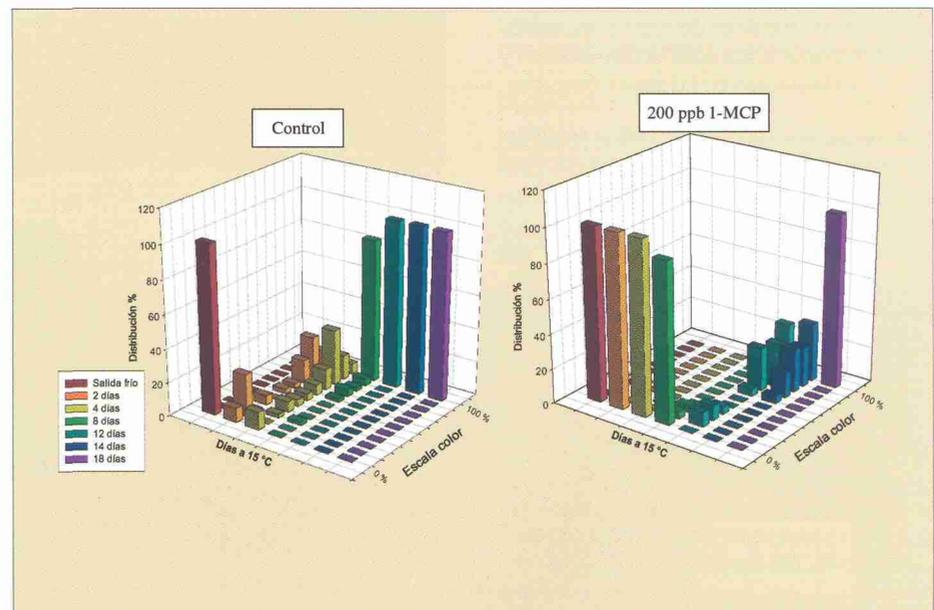
La evolución de la firmeza de la fruta de la madurez 1, con 13% de aceite, durante la maduración a 15°C después de 20 días de almacenaje se resume en la figura 1. La tasa de ablandamiento fue constante y decreciente de 2 lb/día, la firmeza de 5 lb se consiguió a los 12 días de maduración. La fruta tratada con 1-MCP, independiente de la concentración utilizada, mantuvo la firmeza de salida de almacenaje por un período de 8 días. A partir de ese momento se inicia el ablandamiento que culminó con fruta de 5 libras después de 19 días a 15°C.

La maduración del fruto a alta temperatura no solo debe verificarse a través del ablandamiento sino también en el proceso de coloración del fruto de verde a negro. En la figura 2 se describe la proporción de fruta en las diferentes tonalidades de negro durante la maduración del fruto a 15°C. En el caso de la fruta control la mayor proporción de fruta de color negro se produjo después de 14 días, por otra parte la fruta tratada con 200 ppb del producto 1-MCP mostró un evidente atraso en la coloración y solo después de 21 días la mayoría de la fruta presentó el color negro característico. Esta desuniformidad en la obtención de la coloración y el desfase con el ablandamiento constituye una limitante en la aplicación del producto en frutos con la madurez 1 o de 13% de aceite.

La evaluación efectuada en la madurez 2 con 16% de aceite se resumen en las figuras 3 y 4. Al igual que la madurez 1 la fruta no experimentó cambios importantes durante el almacenaje a 7°C, el color de la piel era uniforme verde y la firmeza cercana a 30 lb. Sin embargo la caída en firmeza fue rápida, durante los primeros 4 días de almacenaje a 15°C la fruta se ablandó de 30 lb a 5 lb. En el caso de la fruta tratada con 1-MCP la firmeza de salida de almacenaje se mantuvo hasta los



■ FIG. 3. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE 1-MCP SOBRE LA EVOLUCIÓN DE FIRMEZA DE PALTA VAR. HASS COSECHADA CON 15,9% DE ACEITE, DURANTE LA MADURACIÓN A 15°C DESPUÉS DE 20 DÍAS DE CONSERVACIÓN A 7°C.

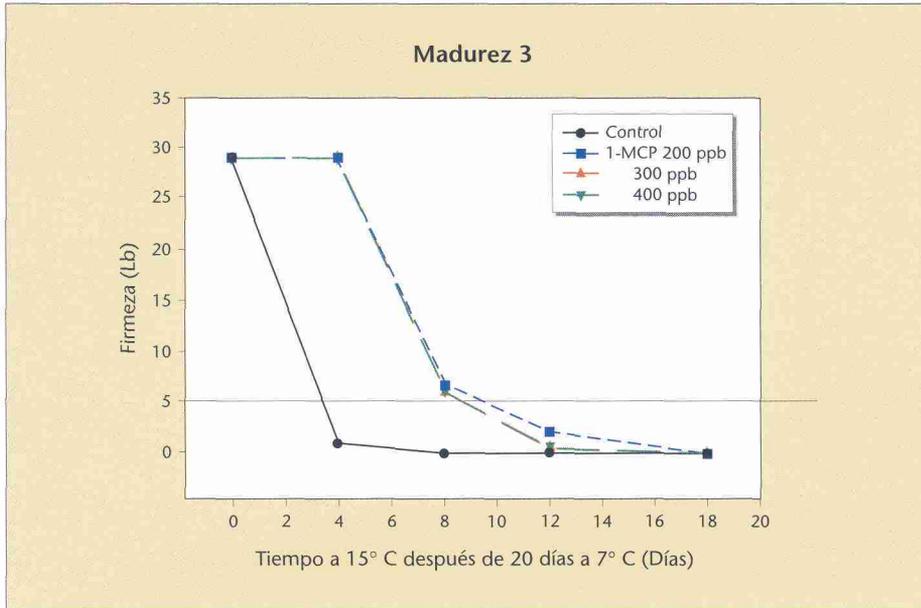


■ FIG. 4. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE 1-MCP SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL COLOR NEGRO DE PALTA VAR. HASS COSECHADA CON 15,9% DE ACEITE, DURANTE LA MADURACIÓN A 15°C DESPUÉS DE 20 DÍAS DE CONSERVACIÓN A 7°C.

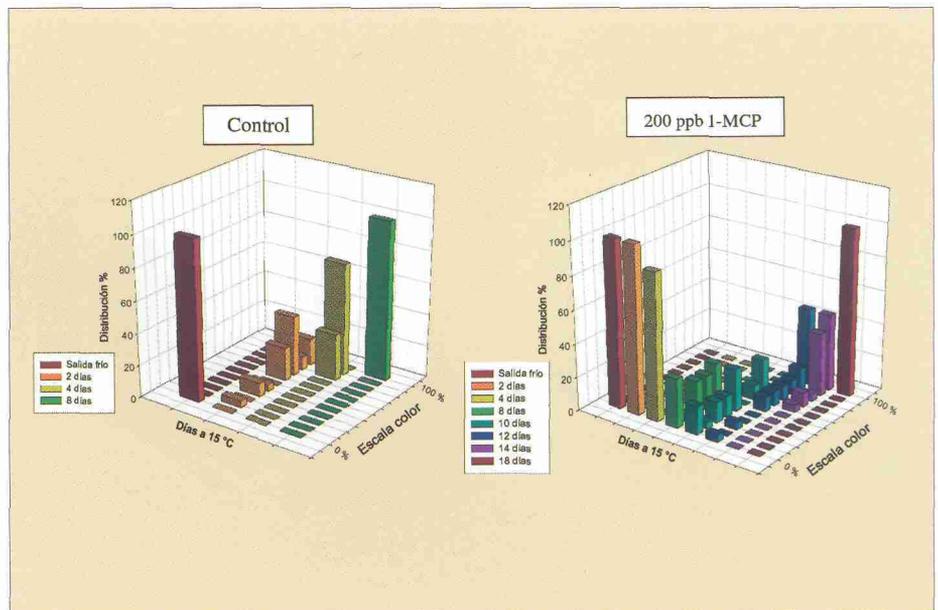
8 días bajando a 5 lb después de 18 días. La mayor proporción de fruta de color negro se obtuvo después de 8 días en la fruta sin tratar y a los 18 días para la fruta tratada con 1-MCP.

La madurez 3 cosechada con 18% de aceite se ablandó totalmente después de 4 días, demostrando el impacto de la madurez en el ablandamiento post-alma-

cenaje. El producto 1-MCP redujo la tasa de ablandamiento pero el efecto fue menos marcado que en los estados anteriores, efectivamente en este caso la fruta tratada alcanzó la firmeza de 5 libras después de 8 días, las diferentes concentraciones, incluso de 800 ppb, no mostraron diferencias con la concentración mínima de 200 ppb. La mayor proporción de frutos con el color negro se obtuvo a los 4



■ FIGURA 5. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE 1-MCP SOBRE LA EVOLUCIÓN DE FIRMEZA DE PALTA VAR. HASS COSECHADA CON 18% DE ACEITE, DURANTE LA MADURACIÓN A 15°C DESPUÉS DE 20 DÍAS DE CONSERVACIÓN A 7°C.



■ FIG. 6. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE 1-MCP SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL COLOR NEGRO DE PALTA VAR. HASS COSECHADA CON 18% DE ACEITE, DURANTE LA MADURACIÓN A 15°C DESPUÉS DE 20 DÍAS DE CONSERVACIÓN A 7°C.

y 14 días considerando el control y el tratamiento de 200 ppb de 1-MCP respectivamente. (Figura 5 y 6).

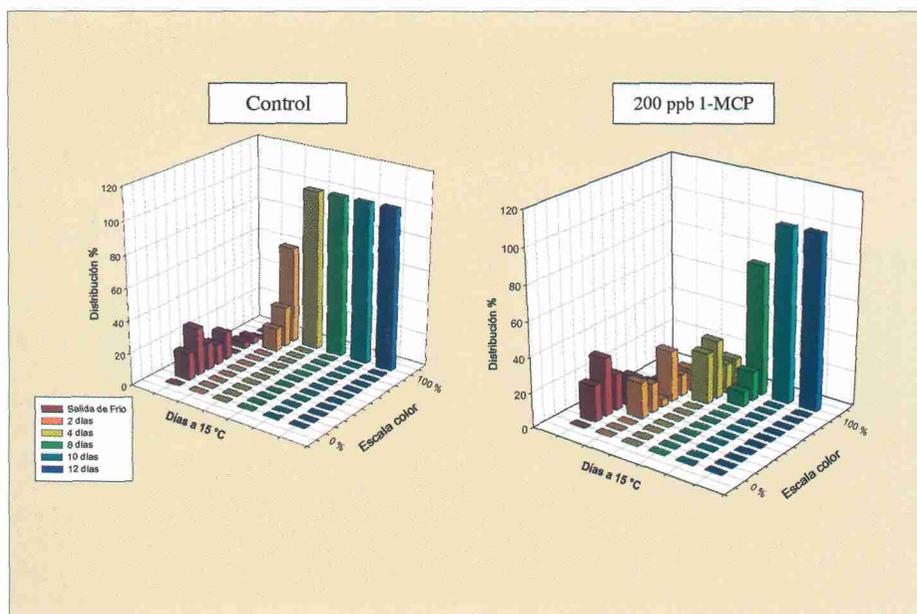
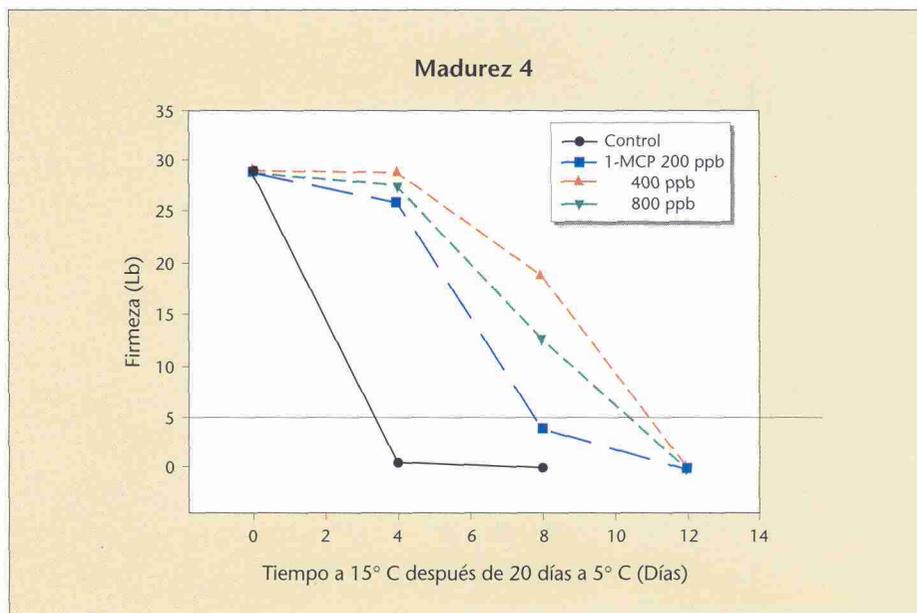
La madurez 4, que incluye la fruta con mayor madurez, 20% de aceite y 10% de quiebre de color negro, se ablandó rápidamente después de almacenaje; a los 4 días a 15°C el ablandamiento fue total. En ese mismo tiempo, sin embargo la fruta tratada con 1-MCP no había variado ma-

yormente la firmeza. A los 8 días de maduración, se produjeron diferencias de firmeza con las concentraciones evaluadas, siendo 400 ppb la más efectiva. Este efecto se perdió a los 12 días donde se alcanzó el máximo ablandamiento. La evolución del color siguió un comportamiento similar a los estados de madurez anteriores. En la fruta control la mayor proporción de fruta de color negro se obtuvo después de 4 días y en el caso de la fruta tratado con

200 ppb el efecto se consiguió después de 10 días, sin existir grandes diferencias entre las concentraciones evaluadas (Figura 7 y 8).

El impacto de la madurez, en el ablandamiento postalmacenaje fue mayor cuando la evaluación se realizó después de 35 días de almacenaje. La fruta con madurez 1 se ablandó totalmente después de 8 días en esta condición y la fruta tratada lo

■ FIG. 7. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE 1-MCP SOBRE LA EVOLUCIÓN DE FIRMEZA DE PALTA VAR. HASS COSECHADA CON 20% DE ACEITE, DURANTE LA MADURACIÓN A 15°C DESPUÉS DE 20 DÍAS DE CONSERVACIÓN A 5°C.



■ FIG. 8. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE 1-MCP SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL COLOR NEGRO DE PALTA VAR. HASS COSECHADA CON 20% DE ACEITE, DURANTE LA MADURACIÓN A 15°C DESPUÉS DE 20 DÍAS DE CONSERVACIÓN A 5°C.

hizo después de 15 días, situación que fue ratificada por la total coloración negra de la fruta en ese lapso de tiempo. (Figura 9 y 10).

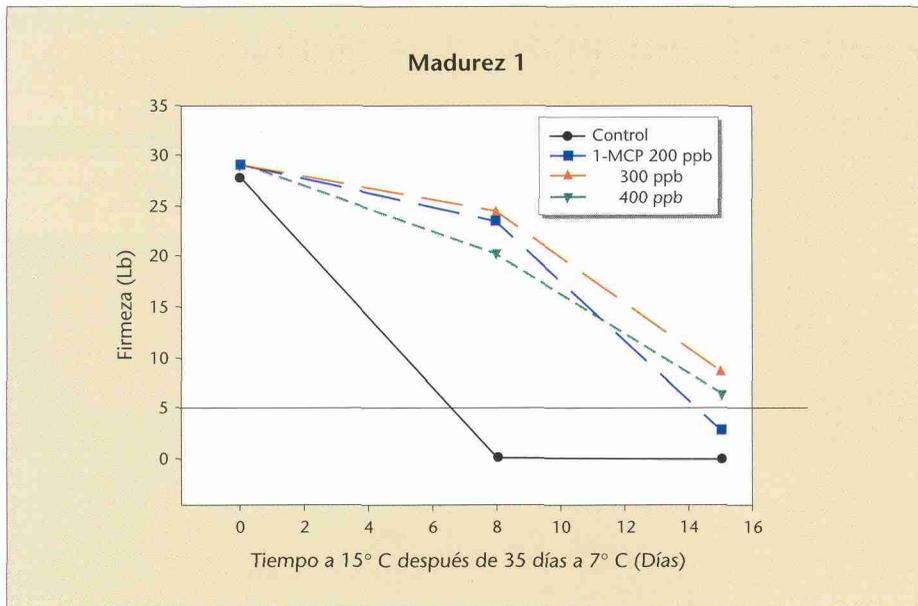
El efecto del producto 1-MCP se repitió en el caso de la madurez 2, 3 y 4. La fruta control estaba totalmente blanda después de 4 días y la tratada lo fue entre 8 y 12 días. (Figura 11).

CONCLUSIONES

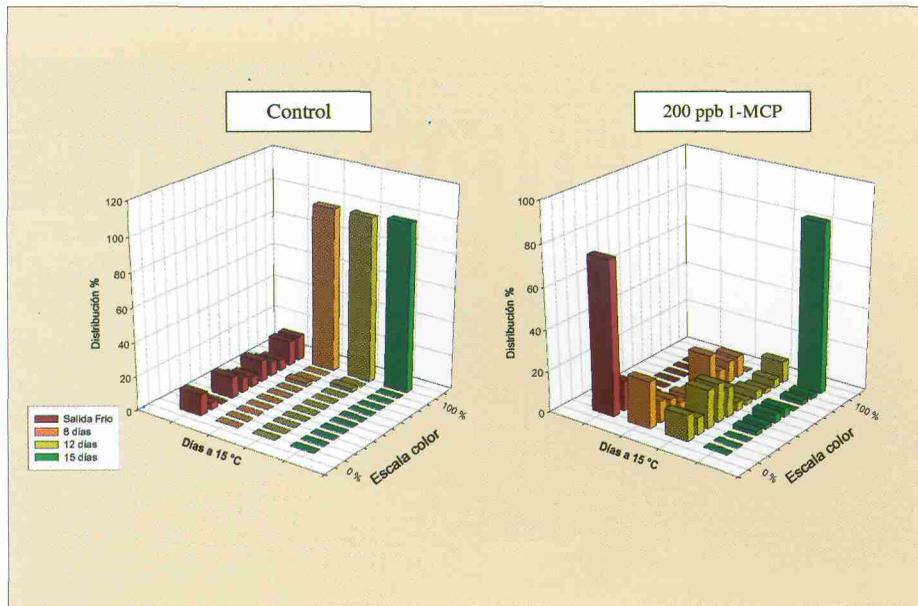
El producto 1-MCP redujo la velocidad de maduración de la palta Hass, efecto que se comprobó por un atraso en el ablandamiento y en el cambio a negro en el color de la piel.

El tiempo en alcanzar la madurez de 5 libras o el ablandamiento total se resume en los cuadros 1 y 2.

Extender la madurez de la fruta con el tratamiento de 1-MCP puede acarrear problemas para la distribución del producto en el momento deseado y por lo tanto es necesario mantener un estrecho contacto con los distribuidores de fruta sobre el impacto de la aplicación en función de la madurez o se deben desarrollar protocolos de maduración controlada que permitan revertir en destino, el efecto del producto 1-MCP (Trabajos en ejecución).



■ FIG. 9. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE 1-MCP SOBRE LA EVOLUCIÓN DE FIRMEZA DE PALTA VAR. HASS COSECHADA CON 13% DE ACEITE, DURANTE LA MADURACIÓN A 15°C DESPUÉS DE 35 DÍAS DE CONSERVACIÓN A 7°C.

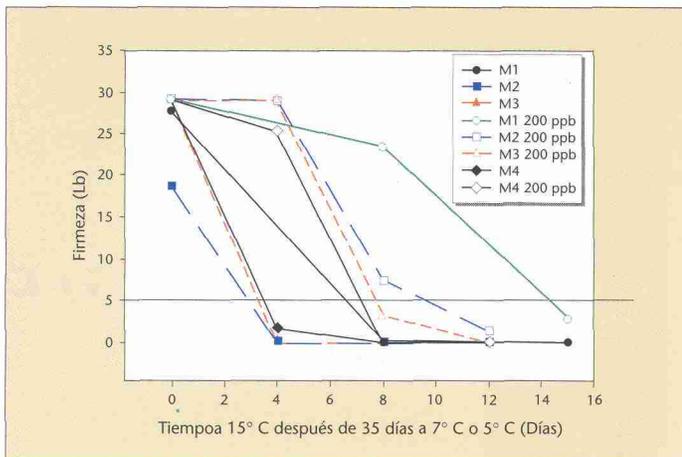


■ FIG. 10. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE 1-MCP SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL COLOR NEGRO DE PALTA VAR. HASS COSECHADA CON 13% DE ACEITE, DURANTE LA MADURACIÓN A 15°C DESPUÉS DE 35 DÍAS DE CONSERVACIÓN A 7°C.

CUADRO 1. NÚMERO DE DÍAS EN ALCANZAR LA MADUREZ DE CONSUMO (5 Y 0 LB) EN PALTA HASS TRATADAS CON 200 PPB DE 1-MCP Y EVALUADAS DESPUÉS DE 20 Y 35 DÍAS DE ALMACENAJE A 7°C Y MADURADAS A 15°C.

MADUREZ % ACEITE	TIEMPO A 7° C (DÍAS)			
	20		35	
	CONTROL	1-MCP	CONTROL	1-MCP
M1: 13,0%	12-14	19-21	6-8	15
M2: 15,9%	5-8	18	3-4	10-12
M3: 18,0%	3-4	9-12	3-4	8-10

En este estudio se demostró que el producto 1-MCP (200 ppb) atrasó la madurez de consumo de la palta. Este atraso fue demasiado prolongado especialmente con la fruta de la madurez 1 y la fruta de la madurez 2 almacenada por 20 días, sin embargo la aplicación con una madurez superior a 16% de aceite y en condiciones de almacenaje de 35 días fue efectiva en atrasar la madurez de consumo entre cuatro a ocho días, aspecto de gran utilidad en los desafíos comerciales futuros de esta especie.



■ FIGURA 11. EFECTO 200 PPB DE 1-MCP SOBRE LA EVOLUCIÓN DE FIRMEZA DE PALTA VAR. HASS COSECHADA CON 13% (M1), 15,9 (M2), 18% (M3) Y 20% (M4) DE ACEITE, DURANTE LA MADURACIÓN A 15°C DESPUÉS DE 35 DÍAS DE CONSERVACIÓN A 7° C DE M1, M2 Y M3 O 5° C DE M4.

CUADRO 2. NÚMERO DE DÍAS EN ALCANZAR EL ABLANDAMIENTO TOTAL EN PALTA HASS, COSECHADA CON 20% DE ACEITE Y TRATADAS CON DIFERENTE CONCENTRACIÓN DE 1-MCP Y EVALUADAS DESPUÉS DE 20 Y 35 DÍAS DE ALMACENAJE A 5°C Y MADURADAS A 15°C.

1-MCP (PPB)	TIEMPO A 5° C (DÍAS)	
	20	35
CONTROL (0)	4	4
200	8	8
400	12	8
800	12	8



plásticos malfanti s.a.®

MANGAS

Hasta 3 mts. Dobles
Invernaderos - Túneles - Silos
Tranques - Canales - Riego
Mulch Coextruido

BOLSAS

Todos los usos
Industria - Minería
Almácigos - Plantas
Export. Frutas

AMARRAS DE PARRAS MALLAS RASCHELL



El Juncal 061 Quilicura • Panam. Norte Km. 15 • Fono: 747 1556 - Fax: 747 1567
E-mail: ventas@malfanti.cl • Web: www.malfanti.cl