

**REVISTA
DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS**

Vol. 33 - N° 2, Agosto de 2004

EFFECTO DEL 1-METILCICLOPROPENO (1-MCP) EN PERAS cv. WILLIAMS COSECHADAS CON DOS ESTADOS DE MADUREZ

CALVO, G.¹

RESUMEN

Argentina es el productor de peras más importante del Hemisferio Sur, y el cultivar Williams es el más plantado. Normalmente se retrasa su cosecha debido a la falta de tamaño y el potencial de conservación se reduce. Se investigó la efectividad del 1-metilciclopropeno (1-MCP), inhibidor del etileno, para mantener la calidad de peras Williams de cosecha óptima y tardía. Se evaluó el efecto de distintas concentraciones sobre la madurez y calidad. Los frutos se evaluaron a intervalos de 30 días durante 6 meses, luego de 1, 7 y 14 días a 20°C. El 1-MCP fue efectivo para reducir la tasa de maduración y la pérdida de calidad de los frutos. Su efecto fue dependiente de la dosis utilizada y de la madurez de la fruta en el momento del tratamiento. El tratamiento retrasó la pérdida de firmeza y de color verde, y redujo la incidencia de decaimiento interno y podredumbres. Su efecto se acentuó durante la vida en estante de la fruta. El 1-MCP podría utilizarse a nivel comercial para prolongar la conservación de fruta de cosecha óptima por más de 120 días o para realizar una cosecha tardía, obteniendo frutos de mayor tamaño, sin que el avance de la madurez limite la conservación. La aplicación podría requerir cierta precisión en cuanto a la dosis y madurez de la fruta, de acuerdo con el tiempo estimado de conservación.

¹ Gabriela Calvo, INTA EEA Alto Valle, Río Negro, Argentina, 2002. Correo electrónico: gcalvo@correo.inta.gov.ar

Palabras clave: *1-MCP, peras, conservación, vida en estante, madurez.*

ABSTRACT

EFFECT OF 1-METHYLCYCLOPROPENE (1-MCP) ON WILLIAM'S PEARS HARVESTED IN TWO STAGE OF MATURITY

• Argentina is the most important pear producing country of the southern hemisphere and 'Williams' is the most widely planted cultivar. The harvest usually is delayed because of small size of the fruit, and the storage potential is reduced. The potential for commercial application of 1-methylcyclopropene (1-MCP), ethylene inhibitor, to maintain the quality of 'Williams' pears optimum and late harvested was investigated. The effect of different concentrations on maturity and quality was evaluated. Fruit were evaluated at 30 days intervals during 6 months and after 1, 7, and 14 days at 20°C. 1-MCP was effective to reduce ripening and loss of quality. The effect is affected by the concentration used and by the maturity of the fruit before application. The treatment slowed down loss of firmness and green color and reduced the incidence of internal breakdown and decay. The effect was greater during shelf life. 1-MCP might be commercially used to prolong storage of optimum harvested fruit for more than 120 days or to delay harvest to obtain larger fruit, avoiding the effect of increased ripeness during storage. Application might require precision about concentration and maturity, according to estimated storage length.

Keywords: *1-MCP, pears, storage, shelf life, ripening.*

INTRODUCCIÓN

Argentina es el primer productor y exportador de peras en el Hemisferio Sur con una producción que supera las 450.000 toneladas. Cerca del 60% de la producción de peras argentinas tiene como destino la exportación; la Unión Europea, Brasil y Estados Unidos son los destinos más importantes, con el 53%,

26% y 19% de total exportado, respectivamente (Funbapa, 2000).

El cultivar 'Williams', conocido también como 'William's Bon Chrétien' o 'Bartlett', es el más cultivado en la región del Alto Valle de Río Negro, donde se encuentran condiciones excepcionales para su producción. Es un cultivar de corto potencial de conservación. En atmósfera convencional mantiene su calidad por 3 ó 4 meses (Benítez, 2001). En la mayoría de los casos, el fin de la vida de poscosecha se debe al desarrollo de desórdenes fisiológicos como el decaimiento interno. Los frutos de cosecha tardía son particularmente susceptibles a estos desórdenes, que podrían aparecer desde el mes de conservación (Ju *et al.*, 2001).

Existe una influencia decisiva de la temperatura en el crecimiento y desarrollo de las peras. En algunas temporadas, estas temperaturas no son suficientemente elevadas, lo que ocasiona la llegada al momento de cosecha con frutos con insuficiente tamaño para comercializar. Al retrasar la cosecha, para permitir que la fruta aumente su calibre, avanza la madurez organoléptica y se cosechan, finalmente, frutos de menor potencial de conservación.

El etileno es una hormona natural que inicia y coordina los cambios que se producen desde que los frutos pasan de inmaduros a sobremaduros. El etileno debe unirse a algún receptor de la célula para inducir la cascada de efectos fisiológicos (Hall, 1986; McKeon y Yang, 1987). La unión del etileno a material vegetal fue demostrada por Sisler (1979).

Se ha descubierto que los ciclopropenos son efectivos antagonistas de la respuesta al etileno (Sisler *et al.*, 1996a,b). El 1-MCP (1-metilciclopropeno) es el compuesto más efectivo dentro de los inhibidores desarrollados recientemente. El 1-MCP presumiblemente se une a un metal en el receptor del etileno. Por lo tanto, competiría con el etileno por el receptor, previniendo una unión posterior en los tejidos tratados.

El etileno podría actuar sustrayendo electrones de un metal (probablemente un ión cobre) del receptor, causando un proceso de substitución de ligadura que induce a una respuesta (Sisler, 1977; 1991; Sisler y Goren, 1981). Al dejar el etileno el receptor, se

forma un complejo activo. El etileno entonces no sería parte del complejo activo, pero sería el iniciador de su formación. El 1-MCP actúa de manera similar al etileno, pero no se separa del complejo, y por lo tanto no se forma el complejo activo. El etileno es liberado en unos pocos minutos mientras que al 1-MCP le demanda horas o incluso días.

La aplicación comercial de 1-MCP a productos comestibles fue llevada a cabo por AgroFresh Inc., una compañía subsidiaria perteneciente a Rohm & Haas Company (Spring House, PA), bajo el nombre comercial SmartFresh®. En la actualidad, está aprobado para su uso en frutas y hortalizas en Estados Unidos, Argentina, Chile, Nueva Zelanda, México, Sudáfrica, Colombia, Brasil, Costa Rica, Guatemala, Israel, Reino Unido y está en trámite, pendiente de registro, en la Unión Europea, Japón, Corea y Canadá.

Este producto tiene ciertas características que lo hacen muy seguro: es efectivo en dosis extremadamente bajas (del orden de las partes por billón), tiene un modo de acción no tóxico, es químicamente similar a sustancias naturales y deja muy bajos residuos en los frutos luego del tratamiento (no más de 5 ppb) (Ku *et al.*, 1999; Fan y Mattheis, 1999; Fan *et al.*, 1999; Sisler y Serek, 1999).

El 1-MCP inhibió la producción de etileno en numerosos cultivares de manzanas (Fan y Mattheis, 1999; Fan *et al.*, 1999) y de peras (Lelièvre *et al.*, 1997; DeWild *et al.*, 1999; Baritelle *et al.*, 2001; Argenta *et al.*, 2003; Ekman *et al.*, 2004; Trincherro *et al.*, 2004). A su vez, el 1-MCP redujo la pérdida de firmeza en la mayoría de los frutos climatéricos (Blankenship y Dole, 2003), como en peras de los cultivares 'd'Anjou' (Argenta *et al.*, 2003; Calvo, 2004) y 'Williams' y 'Packham's Triumph' (Calvo, 2004; Ekman *et al.*, 2004).

Otros efectos típicos del 1-MCP en peras incluyen el retardo en la pérdida de color verde y una menor tasa de respiración (DeWild *et al.*, 1999; Baritelle *et al.*, 2001; Trincherro *et al.*, 2004). El grado y la duración de los efectos del 1-MCP sobre la producción de CO₂ y de etileno a 20 C estuvieron estrechamente relacionados con la concentración en peras cv. 'Williams' (Ekman *et al.*, 2004).

El tratamiento con 1-MCP redujo el desarrollo de desórdenes fisiológicos en peras como la escaldadura superficial en 'd'Anjou' (Argenta *et al.*, 2003) el decaimiento interno en 'Williams' (Ekman *et al.*, 2004).

Luego de un período que varía según la especie y el cultivar, los tejidos vegetales tratados con 1-MCP recuperan parcialmente la sensibilidad al etileno. La concentración utilizada y la duración de la conservación (Watkins *et al.*, 2000) así como la madurez de los frutos en el momento del tratamiento (Calvo, 2004; Harris *et al.*, 2000), también influyen en la cantidad de tiempo necesaria para que los frutos reanuden la maduración.

Los trabajos publicados en peras 'Williams' no fueron realizados en frutos de madurez avanzada. Se conoce, por ensayos realizados en manzanas y otras especies, que la efectividad del 1-MCP disminuye cuando se aplica en frutos más maduros. En peras, no se sabe en qué medida se reduce dicha efectividad y el grado de afectación de diferentes aspectos de la fisiología de la maduración. Debido a la importancia económica que tiene la cosecha posterior al momento óptimo, ya sea por el porcentaje de fruta que todos los años se cosecha o para aprovechar una ventaja comercial, se consideró importante evaluar la respuesta fisiológica de este cultivar cosechado con madurez avanzada.

Asimismo, es conveniente subrayar que se producen importantes variaciones en la respuesta al 1-MCP según las condiciones de precosecha. Las condiciones de crecimiento influyen marcadamente en la conservación de la fruta y en su susceptibilidad a los diferentes desórdenes fisiológicos.

Durante la temporada 2001/2002 (Calvo, 2001a), se realizó en la Estación Experimental Alto Valle un ensayo con el objetivo de evaluar la respuesta de peras cv. 'Williams' de cosecha óptima y tardía a la aplicación de distintas concentraciones de 1-MCP. Se observó que, para conservaciones prolongadas (150 días), las dosis de 0.4 y 0.6 $\mu\text{l l}^{-1}$ de 1-MCP fueron efectivas en reducir la tasa de maduración en fruta de cosecha tardía. Durante la presente temporada (2002/2003), se repitió el ensayo para corroborar estos resultados, modificando algunas concentraciones y prolongando la conservación a 180 días.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Se utilizaron peras cv. 'Williams' provenientes de un monte frutal comercial ubicado en la localidad de Guerrico, provincia de Río Negro, Argentina. Se realizaron dos cosechas, una óptima (27/1) y otra tardía (6/2). Se realizó un tratamiento con fungicida (180gr/100 l Captan + 100 gr/ 100 l Benomyl) y se determinó la madurez inicial (firmeza de la pulpa, contenido de sólidos solubles, acidez titulable, degradación de almidón).

Tratamiento con 1-MCP (SmartFresh®)

Las peras de cada cosecha se dividieron en 3 lotes y se colocaron en contenedores de 0,86 m³ de acero inoxidable. La fruta fue tratada con 0 (control), 0.2, 0.4 y 0.5 µl l⁻¹ de 1-MCP a 8°C por 24 horas. El 1-MCP gaseoso fue liberado de frascos que contenían cantidades pesadas de SmartFresh® polvo (0.14% de ingrediente activo; AgroFresh Inc./Rohm & Haas Company, Philadelphia, PA) al adicionarle 10 ml de agua tibia (40°C). Se abrió el frasco y se colocó dentro de cada contenedor, que se cerró herméticamente de forma inmediata. Se prendieron los ventiladores dentro de cada contenedor para una mejor distribución del gas dentro de estos. Los testigos se dejaron bajo las mismas condiciones el tiempo que duró el tratamiento, sin la aplicación de 1-MCP. Durante el enfriado y tratamiento, la fruta permaneció en canastos plásticos. Una vez finalizados los tratamientos, la fruta de cada cosecha se embolsó en cajas de cartón con bolsa de polietileno de 30 micrones sin perforar, y se conservó en frío convencional a 0/-0.5 C y 95% HR durante 30, 60, 90, 120, 150, 180 días. Luego de la conservación, la fruta se dejó madurar a 20°C por 1, 7 y 14 días. Se realizaron 4 repeticiones de 5 frutos por tratamiento.

Evaluaciones de calidad

La prueba de almidón fue realizada en cosecha a 15 frutos, tomando una rodaja de la región ecuatorial del fruto y sumergiéndola en una solución de cristales de yodo más ioduro de

potasio (Kingston, 1992). Luego, se determinó el porcentaje de degradación de almidón de cada muestra por comparación, con tablas varietales (Le Lezec y Bolouin, 1994).

La firmeza de la pulpa se determinó midiendo la fuerza requerida para penetrar cada pera, previa extracción de la piel, usando un penetrómetro electrónico EPT-1. Se introdujo un émbolo de 7.9 mm a una profundidad de 10 mm de dos lados opuestos de la zona ecuatorial de cada fruto y dio como resultado el valor medio expresado en kilogramos fuerza.

A cada fruto se le tomó un gajo ecuatorial y se le sacó el jugo utilizando una juguera. Se determinó el contenido de sólidos solubles (CSS) con un refractómetro de mano autocompensado (Atago Co., Tokio, Japan). Se tomó el jugo de 5 frutos de cada repetición y fecha de evaluación y se expresó como %.

La acidez titulable (AT) fue determinada por titulación potenciométrica de 10 ml de jugo con Na (OH) 0,1N a un punto final de pH 8.2 expresada en gr/l de ácido málico. Se tomó el jugo de 10 frutos de cada repetición y fecha de evaluación. Cada muestra fue medida dos veces y se tomó el promedio de esas dos mediciones.

El color fue determinado con un colorímetro Minolta CR300. La cromaticidad fue obtenida en las coordenadas espaciales del color CIELAB (L^* , a^* , b^*). Se calculó el ángulo hue (H) [arctangente (b^*/a^*)] (Hunter, 1942). $H > 105$: verde; $H = 95-105$ amarillo claro; $H < 95$ amarillo oscuro.

Las peras se cortaron transversalmente para evaluar la incidencia de decaimiento interno (DI). Se determinó la cantidad de fruta con podredumbres sobre el total de fruta evaluada y se expresó como porcentaje de fruta afectada.

Análisis sensorial de la fruta

Se realizó un análisis sensorial de los frutos, determinando la cantidad de días necesarios para alcanzar la madurez de consumo. El punto óptimo de consumo se fijó sobre la base de los resultados de los degustadores y se observó que éste se alcanzaba cuando la fruta llegaba 2.0 ± 0.5 kg de firmeza.

Análisis estadístico

El diseño experimental fue un factorial. Las variables firmeza, acidez titulable, contenido de sólidos solubles y etileno se analizaron mediante la técnica de análisis de la varianza (ANOVA) con el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS General Linear Models (SAS Institute, 1997). Cuando el valor de *F* fue significativo, las medias de los tratamientos fueron comparadas utilizando el Test de Duncan. Para analizar decaimiento interno y podredumbres se ajustaron Modelos Lineales Generalizados con componente aleatoria binomial, enlace logístico y componente sistemática debido al tratamiento. Se calculó en parámetro de superdispersión como deviance/gl.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Madurez Inicial

Datos iniciales de madurez promedios para las peras cv. 'Williams'

Datos iniciales de madurez promedios para las peras cv. *Williams*

Parámetro	Cosecha óptima 27/1	Cosecha tardía 6/2
Peso (gr)	164.63	180.71
Firmeza de pulpa (Kg)	8.33	7.02
Sólidos Solubles (%)	11.1	11.2
Acidez Titulable (gr/l)	4.53	4.19
Degradación de Almidón (%)	26.0	45.5

Firmeza

El 1-MCP retrasó la pérdida de firmeza. Su efecto fue dependiente de la concentración utilizada y de la madurez de la fruta. Las diferencias entre testigo y tratado se observaron durante la conservación (1 día) y se acentuaron luego de 7 días de vida en estante (Tabla 1). La dependencia de la concentración sobre los efectos del 1-MCP ha sido observada anteriormente en peras (Mattheis *et al.*, 2000; Mitcham *et al.*, 2001). Durante la conservación, las diferencias de firmeza entre el testigo y la fruta trata-

Tabla 1. Efecto de distintas dosis de 1-MCP sobre la firmeza (Kg) en peras cv. Williams, luego de 6 meses de conservación en frío convencional y 1, 7 y 14 días a 20°C

Cosecha Óptima 27/1							
		Conservación (días)					
	Dosis ppb 1-MCP	30	60	90	120	150	180
1 día	0 µl l ⁻¹	7,91ab	6,92 b	6,44	5,32 b	3,92 b	3,84 b
	0.2 µl l ⁻¹	7,51 b	7,25ab	7,18	6,90a	6,60a	5,66a
	0.4 µl l ⁻¹	7,87 b	7,53ab	6,74	7,22a	6,75a	6,65a
	0.5 µl l ⁻¹	8,32a *	7,76a *	7,31 n.s	7,33a *	7,03a *	6,61a *
7 días	0 µl l ⁻¹	1,33 b	1,19 c	0,93 b	-	-	-
	0.2 µl l ⁻¹	7,23a	6,58 b	6,43a	4,02 b	2,23 b	2,17
	0.4 µl l ⁻¹	7,62a	6,70ab	6,66a	6,07a	5,09a	3,39
	0.5 µl l ⁻¹	7,53a *	7,26a *	6,49a *	5,45a *	4,16a *	3,00 n.s
14 días	0 µl l ⁻¹	-	-	-	-	-	-
	0.2 µl l ⁻¹	3,95 b	3,17 b	3,44	1,94	1,87 b	-
	0.4 µl l ⁻¹	5,98a	4,76a	4,12	2,90	2,87a	1,98
	0.5 µl l ⁻¹	5,91a *	5,40a *	3,83 n.s	3,11 n.s	2,40ab *	1,82 n.s
Cosecha Tardía 6/2							
		Conservación (días)					
	Dosis ppb 1-MCP	30	60	90	120	150	180
1 día	0 µl l ⁻¹	7,24	5,80	5,42	4,24 c	4,06 c	3,68 c
	0.2 µl l ⁻¹	7,35	6,24	5,92	5,64ab	5,42 b	5,10 b
	0.4 µl l ⁻¹	7,56	5,97	5,76	6,08a	6,19a	5,70a
	0.5 µl l ⁻¹	6,94 n.s	5,99 n.s	5,72 n.s	5,41b *	5,71 b *	5,58ab *
7 días	0 µl l ⁻¹	0,82 c	0,82 d	0,92 d	-	-	-
	0.2 µl l ⁻¹	4,98 b	2,85 c	3,18 c	1,80 b	1,37 b	1,82 b
	0.4 µl l ⁻¹	5,94a	5,68a	5,70a	4,01a	3,16a	3,13a
	0.5 µl l ⁻¹	6,12a *	5,06 b *	5,36 b *	3,91a *	2,94a *	2,80a *
14 días	0 µl l ⁻¹	-	-	-	-	-	-
	0.2 µl l ⁻¹	1,78 b	0,85 b	1,39 c	-	-	-
	0.4 µl l ⁻¹	4,18a	3,97a	3,54a	2,13	1,44	-
	0.5 µl l ⁻¹	3,73a *	3,50a *	2,92 b *	2,04 n.s	1,54 n.s	-

Dentro de cada columna los valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente; * P <0,05; n.s no significativo

da se observaron luego de los 120 días, pero, en general, no hubo diferencias entre las distintas concentraciones de 1-MCP. Luego de 7 días a 20°C, los testigos de ambas cosechas perdieron firmeza rápidamente y no pudieron ser evaluados luego de 90 días de conservación. El tratamiento redujo marcadamente la pérdida de firmeza. Las diferencias de efectividad entre 0.2 $\mu\text{l l}^{-1}$ de 1-MCP y concentraciones superiores se observaron desde los 120 días para la fruta de cosecha óptima y desde los 30 días para la fruta cosechada tardíamente.

El efecto se redujo cuando se trató fruta con madurez más avanzada. La fruta tratada con 1-MCP de cosecha óptima mantuvo valores de firmeza cercanos a 2 kg durante 14 días a 20°C, cuando se aplicaron 0.4 y 0.5 $\mu\text{l l}^{-1}$ de 1-MCP, aún después de 6 meses de conservación, mientras que la fruta de cosecha tardía mantuvo estos valores de firmeza solo hasta los 4 meses de conservación. Veltman *et al.* (en prensa) han observado una reducción en la respuesta a 1-MCP en peras 'Williams' más maduras. Estos investigadores trataron peras cv. 'Williams' de 7.74 y 6.04 kg de firmeza con 0.3 $\mu\text{l l}^{-1}$ de 1-MCP y encontraron que el tratamiento tuvo poco efecto en fruta cosechada con 6.04 kg especialmente luego de 6 semanas de conservación, mientras que la fruta cosechada con 7.74 kg mostró menor respiración y menor producción de etileno, y una significativa reducción en la pérdida de firmeza y de color verde luego de 2 y 6 semanas de conservación en frío convencional. Luego de 6 semanas de conservación, el efecto de 0.3 $\mu\text{l l}^{-1}$ de 1-MCP sobre la firmeza permaneció luego de 8 días de maduración en la fruta de cosecha temprana, sin embargo, cuando la cosecha fue tardía, el testigo y la fruta tratada alcanzaron madurez de consumo luego de 4 días a 20°C. Estos autores consideraron que mayores concentraciones de 1-MCP podrían haber tenido mayor efecto.

Sólidos solubles

En general no se observó un marcado efecto del 1-MCP sobre el contenido de sólidos solubles. Se observaron algunas diferencias entre tratamientos, pero no fueron consistentes (datos no

presentados). Esto coincide con lo observado en ensayos anteriores (Calvo, 2000a, b) y por lo informado por Watkins *et al.*, (2000) quienes no observaron un efecto consistente del 1-MCP sobre el contenido de sólidos solubles en los distintos cultivares ensayados.

Acidez titulable

El efecto del 1-MCP sobre la acidez no fue consistente durante la conservación. Durante la vida en estante, a partir de los 30 días de conservación, se observaron mayores valores de acidez en la fruta tratada comparándola con el testigo, hasta el momento en que se pudieron evaluar (Tabla 2). El efecto del 1-MCP sobre la evolución de la acidez, así como el efecto de la concentración aplicada, fueron menos marcados que en el caso de la firmeza.

Color de la epidermis

El 1-MCP redujo la pérdida de color verde de los frutos de ambas cosechas, tanto en conservación como durante la vida en estante. En general, la fruta tratada con 1-MCP presentó mayores valores de ángulo hue. Durante la conservación, las diferencias significativas de color entre el testigo y los tratamientos se observaron a partir de los 90 días en la fruta de la cosecha óptima y a partir de los 60 días en la fruta de la cosecha tardía. En la evaluación realizada luego de 7 días a 20°C, la fruta tratada con 1-MCP de cosecha óptima mantuvo el color verde hasta los 90 días de conservación. Cuando la cosecha fue tardía, solo las concentraciones de 1-MCP mayores a 0.2 $\mu\text{l l}^{-1}$ de 1-MCP mantuvieron la fruta verde hasta los 90 días. La fruta de la primera cosecha conservó mejor el color verde que la fruta de la segunda cosecha, tanto para el testigo como para la fruta tratada (Tabla 3).

Pérdida de peso

El efecto del 1-MCP sobre la pérdida de peso no fue consistente. En la fruta de cosecha óptima, a partir de los 150 días, la fruta tratada con 1-MCP tuvo menores valores de pérdida porcentual de peso durante la conservación. Durante la vida en

Tabla 2. Efecto de distintas dosis de 1-MCP sobre la acidez titulable (gr/l) en peras cv. Williams, luego de 6 meses de conservación en frío convencional y 1, 7 y 14 días a 20°C

Cosecha Óptima 27/1							
		Conservación (días)					
		30	60	90	120	150	180
1 día	Dosis ppb 1-MCP						
	0 µl l ⁻¹	4,09	3,67	3,43	3,08	3,30	3,13
	0.2 µl l ⁻¹	3,99	3,57	3,80	3,35	3,60	3,65
	0.4 µl l ⁻¹	4,12	3,82	3,45	3,63	3,60	3,48
	0.5 µl l ⁻¹	3,95	4,10	3,79	3,55	3,58	3,75
7 días		<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>
	0 µl l ⁻¹	3,53	3,18 c	-	-	-	-
	0.2 µl l ⁻¹	3,65	3,63 b	3,95	3,47	3,33	2,88
	0.4 µl l ⁻¹	3,85	3,97a	3,82	3,30	3,27	3,00
	0.5 µl l ⁻¹	3,82	3,82ab	3,72	3,72	3,28	2,75
14 días		<i>n.s</i>	*	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>
	0 µl l ⁻¹	-	-	-	-	-	-
	0.2 µl l ⁻¹	3,77	3,53	3,86	3,10	2,81	-
	0.4 µl l ⁻¹	3,95	3,45	3,89	3,22	2,93	2,75
	0.5 µl l ⁻¹	3,99	3,84	3,58	3,03	2,78	2,65
	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	
Cosecha Tardía 6/02							
		Conservación (días)					
		30	60	90	120	150	180
1 día	Dosis ppb 1-MCP						
	0 µl l ⁻¹	4,36	3,79	3,99	3,57	3,42 b	2,90 c
	0.2 µl l ⁻¹	3,95	3,92	3,92	3,70	3,33 b	3,35 b
	0.4 µl l ⁻¹	4,39	3,95	4,05	3,85	3,75a	3,69a
	0.5 µl l ⁻¹	3,97	3,65	3,70	3,70	3,45 b	3,77a
7 días		<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	*	*
	0 µl l ⁻¹	3,72 b	3,15 c	2,98 b	-	-	-
	0.2 µl l ⁻¹	3,57 b	3,45 b	3,60a	2,95 b	2,63 b	2,24 c
	0.4 µl l ⁻¹	4,30a	3,90a	3,80a	3,58a	3,43a	3,08a
	0.5 µl l ⁻¹	3,99ab	3,80a	3,50a	3,48a	2,95 b	2,80 b
14 días		*	*	*	*	*	*
	0 µl l ⁻¹	-	-	-	-	-	-
	0.2 µl l ⁻¹	3,05 b	3,10 b	3,22	-	-	-
	0.4 µl l ⁻¹	3,60a	3,73a	3,67	3,38	2,70	-
	0.5 µl l ⁻¹	3,48a	3,48ab	3,35	3,30	2,90	-
	*	*	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>		

Dentro de cada columna los valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente; * P <0,05; n.s no significativo

Tabla 3. Efecto de distintas dosis de 1-MCP sobre el color de la epidermis (H°) en peras cv. 'Williams', luego de 6 meses de conservación en frío convencional y 1,7 y 14 días a 20°C

Cosecha Óptima 27/1							
		Conservación (días)					
	Dosis ppb 1-MCP	30	60	90	120	150	180
1 día	0 µl l ⁻¹	112,96	104,94	100,27a	98,23a	92,15a	91,76a
	0.2 µl l ⁻¹	112,51	110,25	108,89 b	105,42 b	101,45 b	94,92ab
	0.4 µl l ⁻¹	112,31	112,53	110,77 b	107,46 b	105,56 b	98,84 b
	0.5 µl l ⁻¹	112,31	110,88	108,32 b	104,90 b	101,98 b	96,34 b
		<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	*	*	*	*
7 días	0 µl l ⁻¹	92,93a	92,49a	90,69a	-	-	-
	0.2 µl l ⁻¹	111,10 b	105,59 b	99,64 b	93,05a	91,07a	89,82
	0.4 µl l ⁻¹	111,33 b	108,52 b	102,26 b	97,17 b	93,51 b	91,56
	0.5 µl l ⁻¹	110,62 b	108,02 b	100,79 b	93,73a	91,45a	90,89
		*	*	*	*	*	<i>n.s</i>
14 día	0 µl l ⁻¹	90,72a	92,07	-	-	-	-
	0.2 µl l ⁻¹	94,38 b	97,08	89,88	89,63	88,22	-
	0.4 µl l ⁻¹	98,50 c	100,40	91,38	89,81	89,13	89,55 b
	0.5 µl l ⁻¹	100,8 d	94,35	91,01	89,86	88,81	87,43a
		*	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	*
Cosecha Tardía 6/2							
		Conservación (días)					
	Dosis ppb 1-MCP	30	60	90	120	150	180
1 día	0 µl l ⁻¹	109,34	100,74a	97,20a	94,21a	92,24a	89,51a
	0.2 µl l ⁻¹	111,21	105,78 b	102,64 b	100,22 b	97,50 b	95,90 b
	0.4 µl l ⁻¹	110,67	106,29 b	104,83 bc	100,88 b	95,40 b	94,32 b
	0.5 µl l ⁻¹	110,54	106,26 b	105,58 c	102,11 b	99,44 c	95,48 b
		<i>n.s</i>	*	*	*	*	*
7 días	0 µl l ⁻¹	93,91a	91,77a	90,64a	-	-	-
	0.2 µl l ⁻¹	106,27 b	95,04 b	94,47 b	92,63	91,77	91,79
	0.4 µl l ⁻¹	106,67 b	102,10 c	100,80 c	94,15	91,11	91,51
	0.5 µl l ⁻¹	107,76 b	100,31 c	100,47 c	93,64	92,14	91,71
		*	*	*	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>
14 día	0 µl l ⁻¹	-	-	-	-	-	-
	0.2 µl l ⁻¹	91,11a	91,66	91,25	-	-	-
	0.4 µl l ⁻¹	95,46 b	92,14	92,13	90,46	89,45	-
	0.5 µl l ⁻¹	93,30 b	92,49	92,07	91,59	90,73	-
		*	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	<i>n.s</i>	

Dentro de cada columna los valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente; * P <0,05; *n.s* no significativo

estante, los testigos no se evaluaron después de los 120 días, pero hasta esa fecha se observó también una mayor deshidratación en los testigos que en la fruta tratada, siendo las diferencias significativas hasta los 30 días. Sin embargo, en la fruta cosechada tardíamente, el 1-MCP no afectó de manera marcada la pérdida de peso (datos no presentados).

Los resultados obtenidos en trabajos previos sugieren que el efecto del 1-MCP sobre la pérdida de peso no está del todo claro, ya que no son coincidentes para las distintas especies incluso para variedades diferentes de una misma especie. En algunos casos, se ha observado que el 1-MCP no tuvo efecto sobre la pérdida de peso, como lo reportado por Porat *et al.*, (1999) para naranjas y por Retamales (2000) y Calvo (2001a,b) en peras y manzanas. Por el contrario, se observó que el 1-MCP redujo la pérdida de peso en manzanas cv. *Red Delicious* conservadas a 20°C (Calvo, 2000b), lo que coincide con lo observado por Moggia *et al.* (2002) en peras 'Packham's Triumph', por Jeong *et al.* (2002) en avocado.

Contrariamente, Mitcham *et al.* (2001) afirmaron que peras tratadas con 1-MCP tendrían un mayor riesgo de pérdida de agua, comparadas con las conservadas en atmósfera controlada. Mattheis *et al.* (2000) sostienen que este mayor riesgo de deshidratación en la fruta tratada con 1-MCP se debe a que el tratamiento reduce la gratitud de la piel, lo que indica que hay menor producción de componentes cuticulares luego de tratamiento. Como estos componentes contribuyen a reducir la pérdida de humedad, se aumenta el riesgo. Sin embargo, ambos coinciden en que, mediante un manejo adecuado de la humedad, este efecto puede contrarrestarse.

Decaimiento Interno

La aplicación de 1-MCP redujo de manera significativa el desarrollo de DI en los frutos, tanto en conservación como durante la vida en estante. En la fruta de cosecha óptima, más del 80% de la fruta de los testigos se vio afectada por DI luego de 60 días de conservación más 7 días a 20°C, y a partir de 150 días, el DI interno se desarrolló incluso en conservación. En la fruta tratada con

1-MCP, el DI se observó recién a partir de 150 días y sólo luego de 14 días de vida en estante (Figura 1).

En la fruta cosechada tardíamente, el porcentaje de fruta afectada

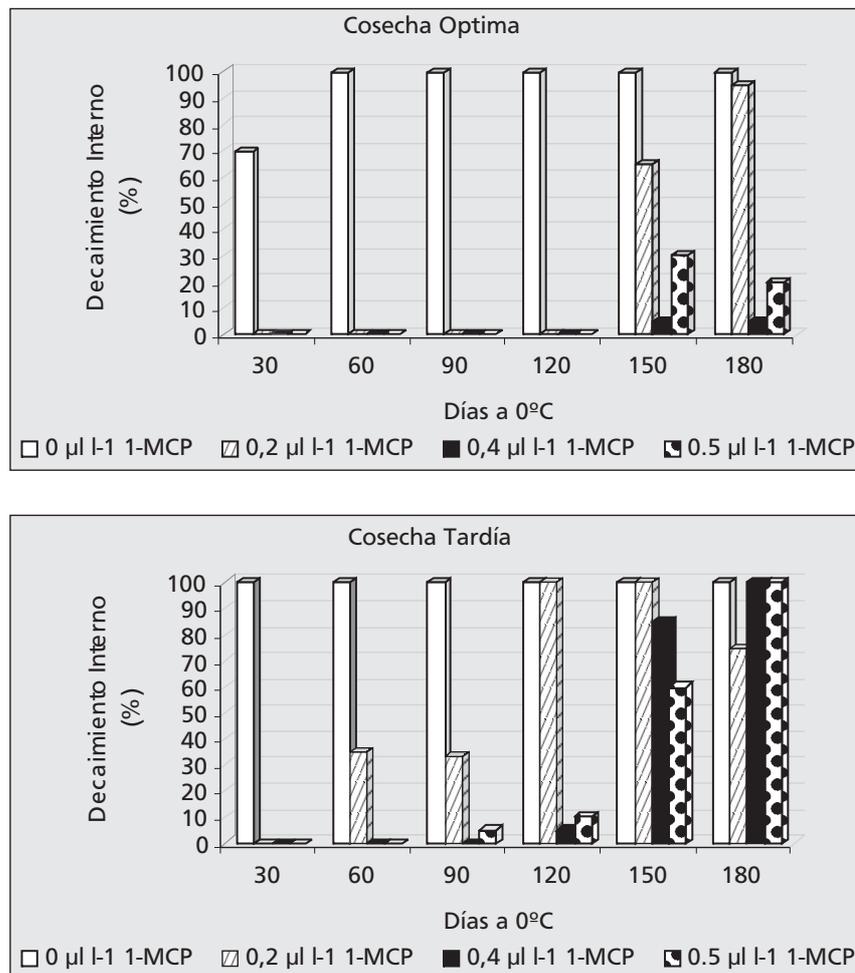


Figura 1. Decaimiento interno en peras cv. Williams de cosecha óptima y tardía, tratadas con distintas concentraciones de 1-MCP y conservadas hasta 180 días en frío convencional. Evaluaciones realizadas luego de 14 días a 20°C.

tada fue mayor, tanto en los testigos como en la fruta tratada. La efectividad del 1-MCP para reducir la aparición de esta fisiopatía fue menor, pero las diferencias con el testigo fueron muy consistentes. El testigo, a partir de 60 días de conservación y 7 días a 20°C, presentó la totalidad de la fruta afectada, mientras que la fruta tratada con 0.4 y 0.5 $\mu\text{l l}^{-1}$ de 1-MCP tuvo DI después de 120 días de conservación o luego de 150 días y 7 días a 20°C.

La reducción de desórdenes fisiológicos ha sido señalada por otros autores como uno de los principales beneficios de la aplicación de 1-MCP. Aún cuando la fruta ha empezado a madurar, se mantiene menos sensitiva al decaimiento interno y rolado (Mitcham *et al.*, 2001). El decaimiento interno está asociado con cosechas tardías o sobre conservación de peras (Filder *et al.*, 1973). Este desorden causa una coloración marrón o negra en la cavidad seminal que se puede extender a las porciones circundantes de la pulpa (Chen, 1990).

Podredumbres

El 1-MCP redujo la incidencia de podredumbres asociadas a la senescencia de la fruta, y el efecto fue dependiente de la dosis utilizada. Este se acentuó durante la vida en estante y se necesitaron dosis superiores cuando la fruta se cosechó más tarde o se almacenó por 150 días o más. La fruta tratada con 1-MCP de ambas cosechas no desarrolló podredumbres durante la conservación. En los testigos no se observaron podredumbres en la fruta de cosecha óptima, mientras que cuando la cosecha fue tardía se observó un 20% de los testigos afectados luego de 180 días. Durante la vida en estante, el porcentaje de frutos afectados en los testigos fue limitante a partir de los 120 días de conservación. El 1-MCP controló en forma muy efectiva las podredumbres cuando la fruta estuvo 7 días a 20°C, mientras que, cuando permaneció 14 días, se necesitaron dosis superiores a 0.2 $\mu\text{l l}^{-1}$ para tener un control adecuado.

Con respecto al efecto del 1-MCP sobre las podredumbres, hay resultados contradictorios. Saftner *et al.* (2001) encontraron que el 1-MCP mantuvo la calidad y controló las podredumbres causadas por tres de los patógenos más importantes de poscosecha en manzanas cv. *Golden Delicious* y es consistente

con la hipótesis de que la fruta menos madura es más resistente a las podredumbres.

Sin embargo, el 1-MCP incrementó la incidencia y el desarrollo de podredumbres en otro estudio realizado en manzanas 'Golden Delicious' (Leverentz *et al.*, 2003), en el cual la fruta fue tratada con 1-MCP y luego herida e inoculada con *Penicillium expansum*. Podría ser que las respuestas de defensa inducidas por el etileno se hayan inhibido con mayor intensidad que el proceso de senescencia, debido al tratamiento por 1-MCP.

Se ha demostrado que el 1-MCP controla o reduce las podredumbres relacionadas con la senescencia de la fruta, pero aparentemente es otro el efecto cuando son podredumbres causadas por heridas. Respecto de este tema, Mitcham *et al.*, (2001) observaron que el 1-MCP reduce las podredumbres, pero la fruta que fue herida o inoculada con patógenos no está protegida por el tratamiento con 1-MCP.

Días necesarios para alcanzar la madurez de consumo

La fruta tratada con 1-MCP requirió una mayor cantidad de días necesarios para alcanzar la madurez de consumo que el testigo (Figura 2). Así como se observó para los parámetros de madurez, el efecto dependió de la concentración de 1-MCP utilizada: en la fruta de ambas cosechas, se necesitaron más días para alcanzar la madurez de consumo cuando las concentraciones fueron mayores. Mitcham *et al.* (2001) también encontraron que al incrementar la concentración, se incrementa significativamente el tiempo necesario para que los frutos puedan madurar.

Cuando la fruta se cosechó tardíamente, se requirieron menor cantidad de días que cuando se cosechó con madurez óptima para que la fruta alcance madurez de consumo para una misma concentración de 1-MCP. La fruta tratada con 0.2 $\mu\text{l l}^{-1}$ de 1-MCP en 15 días alcanzó madurez de consumo cuando la cosecha fue óptima y en 7 días cuando la cosecha es tardía, luego de 4 meses de conservación.

En conservaciones cortas, la cantidad de días que necesitó la fruta tratada para alcanzar madurez de consumo podría ser una limitante para la comercialización.

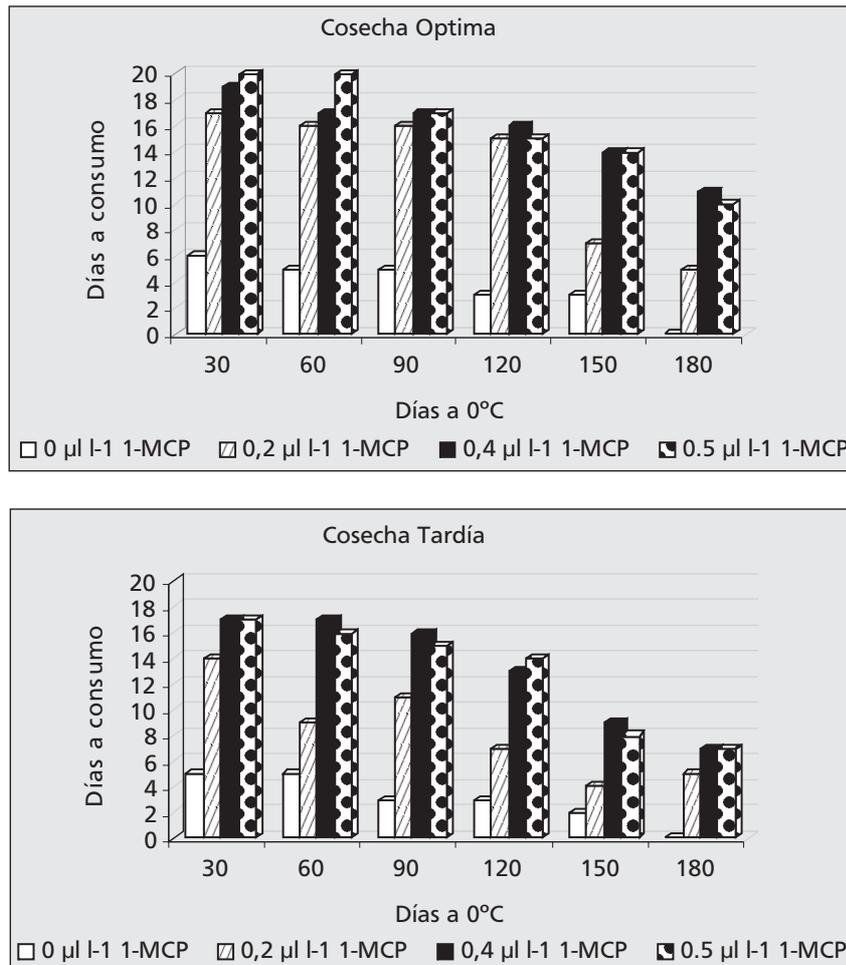


Figura 2. Días necesarios para alcanzar madurez de consumo en peras cv. Williams de cosecha óptima y tardía, tratadas con distintas concentraciones de 1-MCP y conservadas hasta 180 días en frío convencional.

CONCLUSIONES

El 1-MCP retrasó la pérdida de firmeza y de color verde, y redujo la incidencia de decaimiento interno y podredumbres. Su efecto dependió de la madurez de la fruta en el momento del tratamiento y de la concentración utilizada, fueron necesarias dosis mayores cuando la madurez fue más avanzada. Las diferencias entre tratamientos se acentuaron durante la vida en estante de los frutos.

En general, se observan diferencias entre 0.2 $\mu\text{l l}^{-1}$ de 1-MCP y el resto (0.4 y 0.5). La dosis de 0.2 $\mu\text{l l}^{-1}$ de 1-MCP fue efectiva aún para conservaciones prolongadas cuando se trató fruta de cosecha óptima. Para cosechas tardías y conservaciones prolongadas se necesitaron dosis más altas ya que 0.2 $\mu\text{l l}^{-1}$ no redujo lo suficiente el porcentaje de fruta con decaimiento interno.

Las peras de cosecha tardía tratadas con 0.4 y 0.5 $\mu\text{l l}^{-1}$ de 1-MCP se pudieron conservar sin limitantes hasta 150 días, y necesitaron entre 8 y 9 días para alcanzar madurez de consumo. Sin embargo, los testigos de esta cosecha tuvieron un potencial de conservación de menos de 3 meses, ya que se observa que luego de 90 días alcanzaron madurez de consumo a los 3 días, y a los 7 días, el 100% de la fruta presentó decaimiento interno.

Las peras, a diferencia de las manzanas, alcanzan madurez de consumo sólo cuando han madurado completamente. El tratamiento con 1-MCP podría ser una limitante para la comercialización de la fruta almacenada por períodos cortos (30-60 días), ya que se necesitaron entre 16 y 20 días para alcanzar madurez de consumo.

Con los datos obtenidos las temporadas 2001/2002 y 2002/2003, se puede afirmar que el 1-MCP es muy efectivo en reducir la maduración de las peras cv *Williams*. A pesar de que la efectividad del 1-MCP se reduce cuando se cosecha tardíamente, la fruta tratada mantiene una calidad muy superior a la del testigo aún después de conservaciones prolongadas.

El 1-MCP podría utilizarse a nivel comercial para prolongar la conservación de fruta de cosecha óptima (8 kg firmeza) por más

de 120 días o para retrasar la cosecha y obtener frutos de mayor tamaño, sin que el avance de la madurez limite la conservación de esa fruta. La aplicación podría requerir cierta precisión en cuanto a la dosis y madurez de la fruta, de acuerdo con el tiempo estimado de conservación.

BIBLIOGRAFIA

- ARGENTA, L. C., FAN, X. & MATTHEIS, J. P. (2003). Influence of 1-methylcyclopropene on ripening, storage life, and volatile production by d'Anjou cv. pear fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51, pp. 3858-3864.
- BARITELLE, A. L., HYDE, G. M., FELLMAN, J. K. & VARITH, J. (2001). Using 1-MCP to inhibit the influence of ripening on impact properties of pear and apple tissue. *Postharvest Biology and Technology* 23, pp. 153-160.
- BENITEZ, C.E. (2001). Cosecha y Poscosecha de Peras y Manzanas en los Valles Irrigados de la Patagonia. General Roca, Río Negro. INTA EEA Alto Valle. 126 p.
- BLANKENSHIP, S. M. & DOLE, J. M. (2003). 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology* 28, pp. -25.
- CALVO, G. (2000a). Efecto del 1-MCP aplicado en postcosecha en peras cv. Williams. Informe convenio Rohm and Haas. INTA Alto Valle, Río Negro, Argentina. 9 p.
- CALVO, G. (2000b). Efecto del 1-MCP aplicado en postcosecha en peras cv. Packham's Triumph y manzanas cv. Red Delicious conservadas a 20 C. Informe convenio Rohm and Haas. INTA Alto Valle, Río Negro, Argentina. 17 p.
- CALVO, G. (2001a). Efecto del 1-metilciclopropeno en peras cv. Williams cosechadas con dos estados de madurez diferentes. Informe convenio Rohm and Haas. INTA Alto Valle, Río Negro, Argentina. 33 p.
- CALVO, G. (2001b). Efecto del 1-MCP sobre la madurez y control de escaldadura en peras cv. Beurré D'Anjou y Packham's Triumph. Informe convenio Rohm and Haas. INTA Alto Valle, Río Negro, Argentina. 53 p.
- CALVO, G. (2004). Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on pear maturity and quality. *Acta Horticulturae* 628, pp. 203-211.
- CHEN, P.M. (1990) Core breakdown, p89. In: A.L.Jones and H.S. Aldwinkle (eds).

RIA, 33 (2): 3-26. Agosto 2004. INTA, Argentina

Compendium of apple and pear diseases. APS Press, St. Paul, Minn.

DEWILD, H.P.J., WOLTERING, E.J. PEPPELENBOS, H.W. (1999). Carbon dioxide and 1-MCP inhibit ethylene production and respiration of pear fruit by different mechanisms. *Journal of Experimental Botany* 50, pp. 837-844.

EKMAN, J.H., CLAYTON, M., BIASI, W.V & MITCHAM, E.J. (2004). Interactions between 1-MCP concentration, treatment interval and storage time for 'Bartlett' pears. *Postharvest Biology and Technology* 31, pp. 127-136.

FAN, X. & MATTHEIS, J.P. (1999a). Impact of 1-methylcyclopropene and methyl jasmonate on apple volatile production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47, pp. 2847-2853.

FAN, X., BLANKENSHIP, S.M. & MATTHEIS, J.P. (1999). 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 124, pp. 690-695.

FILDER, J.C.; WILKINSON, B.G.; EDNEY, K.L & SHARPLES, R.O. (1973). The biology of apple and pear storage. *Cmwlth. Bur. Hort. Plant Crops, East Malling, Kent-Red.Rev.* 3.

FUNBAPA. (2000). Anuario Estadístico de la Fundación Barrera Zoofitosanitaria Patagónica. Argentina.

HARRIS, D.R., SEBERRY, J.A., WILLS, R.B.H., & SPOHR, L.J. (2000). Effect of fruit maturity on efficiency of 1-methylcyclopropene to delay the ripening of banana. *Postharvest Biology and Technology* 20, pp. 303-308.

HALL, M.A. (1986). Ethylene receptors. En: *Hormones, receptors and celular interactions in plants* (Chadwick, C.M. & Garrad, J.R., eds). Cambridge Univ. Press, Cambridge, United Kingdom. pp. 69-89.

HUNTER, R.S. (1942). Photoelectric tristimulus colorimetry with three filters. *NBS Circ. C 249*, U.S. Dept. Commerce, Washington, D.C.

JEONG, J., HUBER, D.J. SARGENT, S.A. (2002). Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea Americana*) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 25, pp. 241-364.

JU, Z., CURY, E.A. DUAN, Y, JU, Y., & GUO, A. (2001). Plant oil emulsions prevent senescent scald and core breakdown and reduce fungal decay in 'Bartlett' pears. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 126, pp. 358-363.

RIA, 33 (2): 1-24. Agosto 2004. INTA, Argentina

LE LEZEC, M. & BELOUIN, A. (1994). Test de régression de l' amidon des poires. L' Arboriculture Fruitière, 474.

LELIEVRE, J.M., TICHIT, L., DAO, P., FILLION, L., NAM, Y.W., PECH, J.C. & LATCHE, A. (1997). Effects of chilling on the expression of ethylene biosynthetic genes in Passe-Crassane pear (*Pyrus communis* L.) fruits. *Plant Molecular Biology* 33, pp. 847-55.

LEVERENTZ, B.; CONWAY, W.S.; JANISIEWICZ, W.J; SAFTNER, R.A. & CAMP, M.J. (2003). Effect of combining MCP treatment, heat treatment, and biocotrol on the reduction of postharvest decay of 'Golden Delicious' apples. *Postharvest Biology and technology* 27: pp. 221-233.

KINGSTON, C.M. (1992). Maturity indices for apple and pear. *Horticultural Reviews* 13, pp. 407-432.

KU, V.V.V., & WILLS, R.B.H., (1999). Effect of 1-Methylcyclopropene on storage life of broccoli. *Postharvest Biology and Technology* 17, pp. 127-132.

MCKEON, T.A & YANG, S.F. (1987). Biosynthesis and metabolism of ethylene. En *Plant Hormones, their role in plant growth development*. Davies PJ (Ed). Nijhoff, Dordrecht, Netherlands, pp. 94-112.

MATTHEIS J. P., X. FAN; & ARGENTA, L. C. (2000). Manipulation of Bartlett pear fruit ripening with 1-MCP. *ISHS. 8th. International Pear Symposium*: pp. 263-265.

MITCHAM, B.; MATTHEIS, J.; BOWER, J.; BIASI, B. & CLAYTON, M. (2001). Responses of European Pears to 1-MCP. *Perishables Handling Quarterly* 108: pp. 16-19.

MOGGIA, C; PEREIRA, M. & YURI, J.A. (2002). Efectividad de aplicaciones de SmartFresh® (1-MCP) en peras packham's Triumph. *Rev. Frutícola*. 22:3.

PORAT, R., WEISS, B., COHEN, L., DAUS, A., GOREN, R., & DROBY, S. (1999). Effects of Ethylene and 1-Methylcyclopropene on the postharvest qualities of 'Samuti' oranges. *Postharvest Biology and Technology*. 15: pp. 155-163.

RETAMALES, J. (2000). Evaluación de 1-MCP sobre manzanas cv. Royal Gala. Reporte Unidad de Postcosecha de frutas y hortalizas; Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI la Platina.

SAS INSTITUTE INC., (1997). *SAS/STAT User's Guide*, Version 6. 4th. ed., Vol 1 and 2. Cary, NC.

RIA, 33 (2): 3-26. Agosto 2004. INTA, Argentina

SISLER, E.C. (1977). Ethylene activity of some pi acceptor compounds. Tobacco. Science 2, pp. 43-45.

SISLER, E.C. (1979). Measurement of ethylene binding in plant tissue. Plant Physiology 64, 538 p.

SISLER, E.C. (1991). Ethylene-binding components in plants. En: The Plant Hormone Ethylene, pp. 81-99. CRC Press, Boca Ratón.

SISLER, E.C. & GOREN, R. (1981). Ethylene binding- basis for hormone action in plants. What ´s new in plant physiology 12, pp. 37-40.

SISLER, E.C & SEREK, M. (1999). Compounds controlling the ethylene receptor. Bot.Bull. Acad. Sin. 40: pp. 1-7.

SISLER E.C., DUPILLE, V & SEREK, M. (1996a). Effect of 1-methylcyclopropene and methylciclopropane on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. Plant growth Regulation 18, pp. 79-86.

SISLER E.C., SEREK, M .& DUPILLE, E. (1996b). Comparison of cyclopropene, 1-methylcyclopropene and 3,3dimethylcyclopropene as ethylene antagonist in plants. Plant growth Regulation 18, pp. 169-174.

TRINCHERO, G.D., SOZZI, G.O., COVATTA, F. & FRASCHINA, A.A. (2004). Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene extends postharvest life of «Bartlett» pears. Postharvest Biology and Technology 32, 193-204

VELTMAN, R.H.; BIASI, W.V & MITCHAM, E.J. Benefits of 1-MCP treatment for pear fruit (*Pyrus communis* L) cv Bartlett. En prensa.

WATKINS, C.B., NOCK, J.F. & WHITAKER, B.D. (2000). Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. Postharvest Biology and Technology 19, pp. 17-32.

original recibido el 11 de abril de 2003