

## **EFFECTO DEL 1-METILCICLOPROPENO (1-MCP) EN MANZANAS CV. RED DELICIOUS COSECHADAS CON TRES ESTADOS DE MADUREZ Y CONSERVADAS EN FRIO CONVENCIONAL Y ATMOSFERA CONTROLADA**

CALVO, G.<sup>1</sup>

### **RESUMEN**

Argentina ocupa el primer lugar en producción de manzanas del Hemisferio Sur, con aproximadamente un millón de toneladas, y con Red Delicious como la variedad más importante. Por la falta de color, normalmente se atrasa la cosecha y el potencial de conservación se reduce. Se evaluó el efecto del 1-MCP, un inhibidor de la acción del etileno, sobre la madurez y calidad de manzanas Red Delicious cosechadas en distintas fechas, durante la conservación y posterior vida en estante. Se aplicaron 600 ppb de 1-MCP. La fruta se conservó a 0°C en frío convencional (FC) y en atmósfera controlada (AC), por 6 meses; las evaluaciones se efectuaron cada 30 días y luego de 1,7, y 14 días a 20°C (vida en estante). El 1-MCP retrasó la evolución de la madurez de la fruta cosechada en las tres fechas.

La fruta tratada presentó mayores valores de firmeza y de acidez y menor degradación del almidón. Esta condición se mantuvo durante la conservación en FC y AC y durante la vida en estante. La fruta tratada con 1-MCP no desarrolló escaldadura superficial. La aplicación de 1-MCP permitiría retrasar la cosecha de la fruta, manteniendo un potencial de almacenamiento adecuado para el cultivar Red Delicious.

**Palabras clave:** *1-MCP, etileno, madurez, calidad, manzanas*

## SUMMARY

Argentina's apple production is ranked in first place in the Southern Hemisphere, producing near a million tons, with Red Delicious as the main cultivar. The effect of 1-MCP, an ethylene action inhibitor, on maturity and quality of early, optimum and late harvested and stored on conventional and controlled atmosphere Red Delicious apples was evaluated. Fruit were treated with 600 ppb of 1-MCP and stored under conventional and controlled atmosphere, for six months, and evaluated every 30 days and after 1,7 and 14 days at 20°C. 1-MCP applications delayed fruit ripening of the fruit of the 3 harvest dates. Higher firmness and acidity values and less starch degradation were observed, either during storage (conventional and controlled atmosphere) as during shelf life. 1-MCP treated fruit did not develop superficial scald. The application of 1-MCP would allow delaying harvest, keeping an adequate storage potential for Red Delicious apples.

**Keywords:** *1-MCP, ethylene, maturity, quality, apples*

## INTRODUCCIÓN

Argentina ocupa el primer lugar en producción de manzanas del Hemisferio Sur, con aproximadamente un millón de toneladas en el último trienio, concentrándose el 71.63% de la producción en la provincia de Río Negro y 12,51% en la de Neuquén. La variedad más importante es Red Delicious con múltiples clones mejorados, que representa casi el 70% de las manzanas que se producen en el país (Bidler y Garriz, 1991).

Del total producido, cerca del 50% se destina a la industria. La mayor parte de la producción comercializable se destina a la exportación.

Una de las mayores causas de descarte es la falta de color. Los años con veranos cálidos, frecuentes en la zona de mayor producción, no favorecen la coloración roja característica de los frutos de esta variedad. En esos casos, normalmente la cosecha se atrasa, para permitir que los frutos logren una mejor coloración, pero la madurez de la fruta avanza y disminuye el potencial de conservación.

La fruta que se comercializa en el hemisferio sur, es conservada por períodos prolongados, lo que requiere del uso de la atmósfera controlada. El uso de la atmósfera controlada aporta ventajas para una prolongada vida útil de postcosecha, pero su costo es más elevado que la conservación en frío convencional y su manejo más complicado.

En los últimos años se han descubierto algunos agentes bloqueadores de los receptores de etileno muy efectivos. Al bloquear la acción del etileno, se podría controlar la maduración y la senescencia de los frutos (Sisler and Serek, 1999). Uno de estos compuestos, 1-metilciclopropeno (1-MCP) ha demostrado ser particularmente efectivo (Sisler and Serek, 1997; Fan *et al.*, 1999; Watkins *et al.*, 2000). Recientemente se ha demostrado que previene los efectos del etileno sobre la madurez y senescencia de los frutos (Xuetong y Matheis, 1998). También demostró ser muy efectivo en el control de la escaldadura superficial en manzanas (Blankeship, 2000, Solomos *et al.*, 2001; Mattheis, 1999).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del 1-MCP sobre la evolución de los parámetros de madurez y calidad en postcosecha y la aptitud para el consumo de manzanas cv. Red Delicious cosechadas en distintas fechas y conservadas en frío convencional y atmósfera controlada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

Se utilizaron manzanas cv. Red Delicious procedentes de una chacra comercial ubicada en el Alto Valle de Río Negro, Argentina. Se realizaron tres cosechas: una temprana (19/02), una óptima (7/3) y una tardía (28/3). Se realizó un tratamiento con fungicida y se determinó la madurez inicial a tres repeticiones de 20 frutos en cada fecha de cosecha.

### Tratamientos:

1. Control
2. 600 ppb 1-MCP

### **Tratamiento con 1-MCP:**

El 1-MCP se aplicó dentro de las 24 horas de cosechada la fruta. La dosis se calculó por peso del producto según las especificaciones del fabricante, donde 0.068 gr de 1-MCP polvo (3.33% de ingrediente activo) producen 1000 ppb de 1-MCP en 1 metro cúbico superficie. La aplicación se realizó en contenedores herméticos de 0,84 m<sup>3</sup> de acero inoxidable a 3°C, durante 24 horas.

### **Conservación**

La fruta se conservó a 0°C en frío convencional (FC) y en atmósfera controlada (AC) (1.5 % O<sub>2</sub> y 0.8 %CO<sub>2</sub>).

### **Evaluaciones**

Se realizó una evaluación al finalizar el tratamiento (día 0) y luego de 60, 90,120, 150 y 180 días en la fruta conservada en FC; y de 90,120, 150 y 180 días en la fruta conservada en AC. Al finalizar cada período de conservación se realizaron tres evaluaciones: una a las 24 horas de salida la fruta de la cámara, otras dos a los 7 días y 14 días, donde la fruta permaneció a una temperatura de 20°C (vida en estante). En cada una de esas evaluaciones, sobre 10 frutos por repetición, se determinaron: la firmeza de la pulpa (en kg/cm<sup>2</sup>), el índice de acidez (I.A., en gr de ácido málico/l), el índice refractométrico (I.R) (en % de materia seca), la degradación de almidón (en % del plano ecuatorial), el color de la pulpa (valores L\*, a\*, b\*, medidos con colorímetro Minolta) y la pérdida de peso (en %).

Asimismo se evaluó el porcentaje de frutos afectados por escaldadura superficial, podredumbres y otros desórdenes.

### **Prueba de degustación**

En cada fecha de evaluación se estimó la calidad gustativa de la fruta mediante una degustación informal. Personal del laboratorio emitió una opinión subjetiva sobre las diferencias de madurez entre los tratamientos y su aptitud para el consumo.

### **Análisis estadístico**

Los parámetros de madurez (firmeza, índice refractométrico, índice de acidez, degradación de almidón y color) fueron procesados mediante un análisis de la varianza (ANOVA) con el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS General Linear Models (SAS Institute, 1997). En al-

gunos casos se ajustaron regresiones para evaluar el comportamiento de las pendientes a lo largo de la conservación (procedimiento REG del paquete estadístico SAS).

## RESULTADOS

### Madurez Inicial

Datos iniciales de madurez promedios para las manzanas cv. Red Delicious de cada cosecha.

Parámetro	Cosecha temprana	Cosecha óptima	Cosecha tardía
	19/02	07/03	28/03
Firmeza de pulpa (kg/cm <sup>2</sup> )	7.42	7.1	6.20
Sólidos solubles (°Brix)	10.0	10.3	10.85
Acidez titulable (gr/l)	3.09	3.05	2.62
Degradación de almidón (%)	18	36	54

### Firmeza

La fruta tratada con 1-MCP tuvo mayores valores de firmeza que el testigo tanto en FC como en AC, y la diferencia se incrementó durante la vida en estante y al avanzar la conservación (Tabla 1) La fruta tratada con 1-MCP y conservada en frío convencional presentó valores de firmeza iguales o superiores al testigo de atmósfera controlada. El tratamiento tiene el mismo efecto en FC que en AC, es decir, en general, no hubo interacción entre sistema de conservación y tratamiento.

### Acidez titulable

El 1-MCP redujo la pérdida de acidez y este efecto fue diferente según la fecha de cosecha y el sistema de conservación (Tabla 2). En la primera cosecha la fruta tratada con 1-MCP y conservada en FC tuvo valores similares a la fruta conservada en AC y sin tratar. La fruta conservada en FC y sin tratar siempre presentó valores inferiores al resto. En esta cosecha las diferencias entre la fruta tratada y sin tratar se observan prin-

principalmente durante la vida en estante. En la segunda cosecha, las diferencias entre tratamientos se incrementan al prolongarse la conservación y durante la vida en estante. En la tercera cosecha, los valores de acidez de la fruta tratada se diferencian tanto en la fruta recién sacada de frío como durante la vida en estante. Se encontraron diferencias significativas entre la fruta tratada con 1-MCP y conservada tanto en FC como en AC, y los testigos.

### **Sólidos solubles**

No se observó un efecto consistente del tratamiento sobre los sólidos solubles. En la fruta de la primera cosecha, en general no hubo diferencias entre tratamientos, lo que indica que los sólidos evolucionaron en forma similar independientemente del tratamiento y el sistema de conservación. En la fruta de la segunda y tercera cosechas, se observaron algunas diferencias entre tratamientos pero no se nota un efecto claro del tratamiento o del sistema de conservación (datos no presentados).

### **Degradación del almidón**

El 1-MCP redujo la degradación del almidón y este efecto fue dependiente de la fecha de cosecha. En la fruta de la primera y segunda cosechas hubo diferencias en la degradación de almidón entre tratamientos más marcadas luego del período de vida en estante, pero no hubo diferencias entre tratamientos en la fruta de la tercera cosecha (Figura 1).

### **Color de la pulpa**

No se observó un efecto marcado del tratamiento sobre el color de la pulpa de los frutos. Durante la conservación, en general, las diferencias se observaron entre AC y FC y no entre fruta tratada y sin tratar. La fruta conservada en AC mantuvo una coloración de la pulpa más verde.

### **Pérdida de peso**

La pérdida porcentual de peso fue mayor en los frutos almacenados en frío convencional que en atmósfera controlada: fue mayor el efecto del sistema de conservación que el del tratamiento. Las diferencias de pérdida de peso entre AC y FC se manifestaron a partir de los 120 días en la primera cosecha y de los 90 días en la segunda y tercera cosechas.

En general, en frío convencional cuando hubo diferencias entre tratamientos, la fruta tratada con 1-MCP perdió menos peso. En atmósfera controlada en general no hubo diferencias entre tratamientos

### **Escaldadura superficial**

La escaldadura se desarrolló en los frutos sin tratar de la primera y segunda cosechas a partir de los 120 días de conservación. No se desarrolló escaldadura en la fruta de la tercera fecha de cosecha en ninguno de los tratamientos evaluados.

La escaldadura desarrollada en los testigos, fue disminuyendo a medida que avanzó la fecha de cosecha. En la fruta cosechada el 19/2, se observaron frutos con escaldadura luego de 120 días de conservación y 14 días a 20°C, mientras que en la fruta cosechada el 7/3 se observaron luego de 150 días de conservación.

La aplicación de 1-MCP controló en forma total la escaldadura superficial en manzanas Red Delicious conservadas durante 180 días, tanto en frío convencional como en atmósfera controlada. No hubo ningún fruto con escaldadura en la fruta tratada.

### **Otros desórdenes: bitter pit y plara**

En los frutos cosechados en las tres fechas, se observó una fisiopatía tanto en la fruta tratada con 1-MCP como en los testigos, que consistió en manchas marrones, secas y ligeramente deprimidas. Las lesiones eran superficiales, con formación de corcho en la pulpa debajo de las mismas. No se conoce la causa exacta de esta sintomatología, pero se estima que podría ser un desorden fisiológico causado por un desbalance nutricional (falta de calcio). Los síntomas coinciden con la descripción hecha por Murga y Palazón (1984) de la plara, quien la relacionó con la mancha amarga o bitter pit, con la que a menudo coexiste.

La cantidad de fruta afectada tanto por bitter pit como por plara disminuyó a medida que la cosecha se realizó con un estado más avanzado de madurez. No se observó una relación entre el bitter pit y la plara desarrollados en los frutos con el tratamiento o el sistema de conservación. Con los datos obtenidos en este ensayo no se puede afirmar que el tratamiento con 1-MCP afecte la susceptibilidad de frutos a estas fisiopatías.

## **DISCUSION**

El 1-MCP retrasó la evolución de la madurez de la fruta cosechada en las tres fechas con respecto al testigo. Se observaron mayores valores de firmeza, mayores valores de acidez y menor degradación de almidón

en la fruta tratada. Esto se comprobó tanto en frío convencional como en atmósfera controlada. La aplicación de 1-MCP demostró ser efectiva para prolongar la vida en estante de los frutos.

Esto coincide con lo observado por numerosos autores (Fan *et al*, 1999; Calvo, 2000a,b,c; Mattheis *et al*, 2000; Moya *et al*, 2000; Watkins *et al*, 2000, Chung-Ki Kang *et al*, 2001) quienes demostraron que el 1-MCP fue muy efectivo en retrasar la evolución de la madurez en manzanas.

La firmeza es un parámetro que se tiene muy en cuenta en manzanas para definir la conservación y el destino de la fruta, ya que existen valores límite de firmeza para recibir la fruta en los distintos mercados. Asimismo se ha observado que mantener los niveles de acidez durante la vida en estante constituye un aspecto de importancia en el sabor del fruto y la aceptación del producto por el consumidor.

La fruta tratada con 1-MCP tuvo mayores valores de firmeza que el testigo en todas las evaluaciones realizadas, tanto en FC como en AC, y en general las diferencias resultaron estadísticamente significativas. El efecto del tratamiento se vio influenciado por la fecha de cosecha. La efectividad en mantener la firmeza fue mayor en la fruta cosechada en estado óptimo de madurez (7/3). Se pudo comprobar que el 1-MCP fue más efectivo que la AC en mantener la firmeza, ya que durante la vida en estante la fruta tratada con 1-MCP de las tres cosechas se mantuvo más firme que los testigos.

A pesar de que en valores absolutos las diferencias de firmeza entre la fruta tratada y sin tratar no parecen marcadas, fueron suficientes para influir sobre la textura de la fruta y la consiguiente percepción subjetiva por parte de los degustadores. También se observó que los mayores valores de firmeza se obtuvieron siempre en la fruta tratada con 1-MCP y conservada en AC, y aunque estas diferencias resultaron estadísticamente significativas solo en algunas evaluaciones, fueron percibidas en las pruebas de degustación. Los degustadores siempre encontraron que estos frutos eran los más firmes. Esto podría indicar que existe un efecto aditivo entre el tratamiento y la AC.

Asimismo, la fruta tratada con 1-MCP tenía mayor acidez que los testigos. La aplicación de 1-MCP reduce la tasa respiratoria de la fruta (Fan *et al*, 1999) por consiguiente reduce la utilización de los ácidos como sustrato de respiración. Watkins *et al* (2000) también encontraron que la fruta tratada con 1-MCP siempre tuvo mayores valores de acidez en diversos cultivares de manzanas cuando se conservaron en FC, pero encontraron que en AC estos efectos fueron inconsistentes.



En el Alto Valle, las manzanas conservadas en frío convencional generalmente se comercializan hasta los meses de julio-agosto; conservaciones más largas irían en detrimento de su calidad. En los meses posteriores, la fruta que se comercializa es la que se conservó en atmósfera controlada.

Los parámetros de madurez evaluados, y las pruebas de degustación realizadas indican que a medida que se atrasa la fecha de cosecha, la vida en estante se reduce. La conservación en AC no es efectiva para reducir esta pérdida de calidad cuando la madurez de la fruta está avanzada en el momento de la cosecha. Sin embargo, el tratamiento con 1-MCP y más aún, la combinación de AC+1-MCP sigue siendo efectiva aún con manzanas cosechadas con más de 50% de almidón degradado como fue el caso de la fruta de la tercera cosecha. Watkins *et al* (2000) también comprobaron que la combinación del tratamiento con 1-MCP y la conservación en AC controlan consistentemente la pérdida de firmeza en diversos cultivares de manzanas.

Se analizaron los parámetros de madurez promedio que tenía la fruta en el momento en que los degustadores determinaron que había finalizado su aptitud para consumo, y se compararon con los parámetros de la fruta que todavía estaba apta para consumo. Se vio que cuando tenían similares valores de firmeza, la acidez de la fruta no apta para consumo, era más baja. Asimismo, cuando los valores de acidez de la fruta apta y no apta eran similares, la firmeza de la fruta apta era superior.

Debido a que la fruta tratada con 1-MCP tiene mayores valores de firmeza y de acidez que los testigos, se prolonga el tiempo en que esta fruta se mantiene con calidad de consumo.

En la fruta cosechada temprano (19/2) y tratada con 1-MCP, a pesar de que los valores de los índices de madurez eran adecuados, la fruta no desarrolló buen sabor durante la vida en estante.

La deshidratación fue importante, con síntomas visibles: frutos arrugados y con textura esponjosa. La atmósfera controlada demostró ser más efectiva que el tratamiento para reducir la deshidratación. Sin embargo, aunque el efecto no fue tan marcado, se observó una reducción de la deshidratación en la fruta tratada con 1-MCP cuando se conservó en FC, no así cuando se conservó en AC. Otros investigadores encontraron que el 1-MCP disminuye en forma importante y significativa la pérdida de peso durante el almacenaje en el cv. Royal Gala (Caballero, 2000).

Se observó que los frutos tratados con 1-MCP tenían menor grasitud que los testigos (datos no presentados). Fan *et al* (1999) también nota-

ron este efecto en manzanas cv. Granny Smith. El desarrollo de grasitud es una característica de la madurez de los frutos que es indeseable en muchos mercados.

En este ensayo no se desarrolló escaldadura en la fruta tratada con 1-MCP en ninguna de las evaluaciones realizadas, mientras que los testigos de la primera y segunda fecha de cosecha se vieron afectados.

La gran efectividad del 1-MCP en controlar la escaldadura ha sido demostrada por numerosos autores (Fan *et al.*, 1999; Mattheis, 1999; Blankeship, 2000; Solomos, 2000; Watkins *et al.*, 2000). El 1-MCP, al inhibir la síntesis o acción del etileno, reduce la producción de alfa-farneseno y trienos conjugados y consecuentemente inhibe la escaldadura superficial (Fan *et al.* 1999; Watkins *et al.*, 2000; Solomos *et al.*, 2001).

Los frutos cosechados en las tres fechas se vieron afectados por bitter pit y plara, dos fisiopatías relacionadas con una deficiencia de calcio en los frutos. Los resultados no fueron consistentes en cuanto al efecto del tratamiento con 1-MCP sobre la susceptibilidad de la fruta a estas fisiopatías

Los resultados obtenidos en este ensayo estarían indicando un potencial uso del 1-MCP como complemento del uso del frío para poder extender la conservación y la vida de estante de la fruta. La combinación de 1-MCP y atmósfera controlada asegurarían la prolongación de la vida postcosecha y de la calidad de consumo en casos de madurez avanzada en el momento de cosecha.

## CONCLUSIONES

√ El 1-MCP retrasó la evolución de la madurez de la fruta cosechada en tres fechas distintas y conservada por 6 meses. Se observaron mayores valores de firmeza, mayores valores de acidez y menor degradación de almidón en la fruta tratada. Esto ocurrió tanto en frío convencional como en atmósfera controlada.

√ Las diferencias en madurez se incrementaron al avanzar la conservación y durante la vida en estante.

√ La AC es más efectiva que el tratamiento con 1-MCP en reducir la pérdida de peso. En general, en frío convencional cuando hubo diferencias entre tratamientos, la fruta tratada con 1-MCP perdió menos peso. En atmósfera controlada en general no hubo diferencias entre tratamientos

√ No se observaron diferencias consistentes en la evolución de los sólidos solubles ni en el color de la pulpa.

√ La fruta tratada con 1-MCP no desarrolló escaldadura superficial, demostrando tener un control muy efectivo de esta fisiopatía.

√ El desarrollo de bitter pit y plara no mostró una relación consistente con los tratamientos.

√ El 1-MCP mostró ser una tecnología muy efectiva en retrasar la pérdida de calidad tanto en conservación como durante la vida en estante aún en cosechas tardías, lo que permitiría retrasar la cosecha de la fruta, y mantener un potencial de almacenamiento adecuado para el cultivar Red Delicious.

## AGRADECIMIENTOS

La autora agradece a la Ing. Ana Paula Candan por sus útiles sugerencias. Este trabajo contó con el apoyo financiero de la empresa Rhom and Haas Company.

## BIBLIOGRAFÍA

**BIDLER, E.A. Y P.I.GARRIZ. 1991.** El cultivo del manzano en Argentina situación y perspectivas. Fruticultura profesional N°38 Especial manzano 1991. P.28-35

**BLANKESHIP, S.M. 2000.** New material could revolutionize tree fruit industry. Good fruit Grower. May 1, 2000.

**CABALLERO, C.A. 2000.** Evolución de los parámetros de calidad, madurez y condición en postcosecha en manzana Royal Gala tratada con 1-methylciclopropeno al 0.14% de ingrediente activo (1-MCP). Fundación para el desarrollo frutícola. Diciembre 2000.

**CALVO, G. 2000a.** Efecto de 1-MCP aplicado en postcosecha en manzanas cv. Royal Gala. 17 p. INTA,EEA Alto Valle (RN).

**CALVO, G. 2000b.** Control de escaldadura superficial mediante la aplicación de 1-MCP en manzanas cv. Granny Smith. 20 p. INTA,EEA Alto Valle (RN).

**CALVO, G. 2000c.** Efecto de 1-MCP sobre la madurez y calidad de manzanas cv. Red Delicious. 12 p. INTA,EEA Alto Valle (RN).

**CHUNG-KI, K, K. SUNG-EUN, L. JUNG-MYUNG, K.YOUNG-KA AND J. JAE-HOON.** Effect of 1-methylciclopropene on fruit quality, ethylene evolution and

respiration in apple Tsugaru and Fuji. 2001. HortScience 36 (3).

**FAN, X., BLANKESHIP, S.M., AND MATTHEIS, J.P. 1999.** 1-Methylcyclopropene Inhibits Apple Ripening. J.Amer. Soc. Hort.Sci. 124(6):690-695.

**MATTHEIS J. (1999).** A molecule to change how apples are stored, MCP is likely to be registered. Basin Business Journal, dec.1999.

**MATTHEIS J., S.BLANKECHIP, R. ROBERTS AND N.REED. 2000.** Manipulation of Ethylene for apple Postharvest Management. Washington Tree Fruit research commission. Research Review.

**MOYA, M.A, C.MOGGIA, R.CORNEJO. 2000.** Efecto del 1-MCP sobre la maduración de manzanas Braeburn. 51er Congreso Agronómico de Chile.

**MURGA C.J Y E.I. PALAZÓN 1984.** Manual de inspección de peras y manzanas. INIA S/P

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

**SISLER E.C. AND SEREK, M. 1997.** Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments.Physiol.Plant.100, 577-582.

**SISLER E.C. AND SEREK, M. 1999.** Compounds controlling the ethylene receptor. Bot.Bull. Acad.Sin 40:1-7.

**SOLOMOS, T; P.TRIVEDI AND A.MATTOO. 2001.** Effect of MCP on Apple Fruit Ripening and Scald Development.. HortScience 36 (3).

**XUETONG , F AND J.P. MATHEIS. 1998.** Development of apple superficial scald, soft scale, core flush and greasiness require ethylene action. Tektran. United States Department of Agriculture. Agricultural Reserarch Service.

**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 (2000)17-32.

**Tabla 1.** Efecto del 1-MCP sobre la firmeza de manzanas cv. Red Delicious (en kg/cm<sup>2</sup>) conservadas en frío convencional y en atmósfera controlada por diferentes periodos.

1era Cosecha: 19/2								
Evalua	Conser	Tratam.	Días en conservación					
			0	60	90	120	150	180
1 día	FC	0 ppb	7,77	7,04	6,29 c	5,84 b	5,65 c	5,29 d
		600 ppb	7,59	7,15	6,79ab	6,50a	6,30 b	6,18 b
	AC	0 ppb	7,77		6,68 b	6,51a	6,13 b	5,75 c
		600 ppb	7,59		7,00a	6,74a	6,82a	6,52a
			n.s	n.s	*	*	*	*
7 días	FC	0 ppb	6,66 b	6,51	6,25 c	5,98 c	5,71 d	5,11 b
		600 ppb	7,09a	6,70	6,93a	6,66a	6,21 b	6,09a
	AC	0 ppb	6,66 b		6,41 bc	6,24 b	6,01 c	5,41 b
		600 ppb	7,09a		6,84ab	6,81a	6,64a	6,31a
			*	n.s	*	*	*	*
14 días	FC	0 ppb	5,49 b	6,26 b	5,65 c	5,74 b	5,45 b	5,24 b
		600 ppb	7,30a	7,03a	6,53 b	6,46a	6,09a	6,49a
	AC	0 ppb	5,49 b		5,88 c	5,91 b	5,26 b	5,37 b
		600 ppb	7,30a		6,94a	6,65a	6,52a	6,71a
			*	*	*	*	*	*

2da Cosecha: 7/3								
Evalua	Conser	Tratam.	Días en conservación					
			0	60	90	120	150	180
1 día	FC	0 ppb	6,52	6,21	5,88	5,91	5,57 b	4,99 b
		600 ppb	6,34	6,36	6,26	5,95	6,12a	6,00a
	AC	0 ppb	6,52		6,20	6,14	5,98a	5,85a
		600 ppb	6,34		6,34	6,23	6,14a	6,13a
			n.s	n.s	n.s	n.s	*	*
7 días	FC	0 ppb	6,02	5,82 b	5,91	5,61 c	5,49 b	5,31 c
		600 ppb	6,29	6,50a	6,32	5,97ab	6,20a	6,19a
	AC	0 ppb	6,02		6,24	5,78 bc	5,70 b	5,73 b
		600 ppb	6,29		6,53	6,21a	6,19a	6,30a
			n.s	*	n.s	*	*	*
14 días	FC	0 ppb	5,43 b	5,65	5,63 b	5,52 b	5,06 b	5,08 b
		600 ppb	6,07a	6,22	6,23a	6,16a	5,93a	6,14a
	AC	0 ppb	5,43 b		5,62 b	5,64 b	5,17 b	5,27 b
		600 ppb	6,07a		6,16a	6,28a	5,97a	6,34a
			*	n.s	*	*	*	*

3era.Cosecha:28/3

Evalua	Conser	Tratam.	Días en conservación					
			0	60	90	120	150	180
1 día	FC	0 ppb	6,38	6,08	5,51 c	5,40 c	5,13 c	5,47 b
		600 ppb	6,45	6,27	6,02ab	5,97a	5,63 b	5,91a
	AC	0 ppb	6,38		5,80 b	5,65 b	4,60 d	4,74 c
		600 ppb	6,45		6,21a	6,05a	5,92a	6,14a
			n.s	n.s	*	*	*	
7 días	FC	0 ppb	5,59 b	5,53 b	5,49 b	5,29 b	5,31 b	4,62 b
		600 ppb	6,65a	6,24a	6,02a	6,01a	5,88a	5,64a
	AC	0 ppb	5,59 b		5,16 c	4,82 c	4,63 c	4,04 c
		600 ppb	6,65a		6,22a	6,10a	6,27a	5,64a
			*	*	*	*	*	
14 días	FC	0 ppb	4,52 b	5,03 b	5,00 b	5,24 c	4,70 b	4,68 c
		600 ppb	6,59a	6,20a	5,78a	5,84 b	5,58a	5,37 b
	AC	0 ppb	4,52 b		4,70 c	4,74 d	4,19 b	3,87 d
		600 ppb	6,59a		5,81a	6,24a	5,73a	5,79a
			*	*	*	*	*	

**Tabla 2.** Efecto del 1-MCP sobre la acidez total titulable (en g/l de jugo) de manzanas cv. Red Delicious conservadas en frío convencional y en atmósfera controlada por 6 meses

1era Cosecha: 19/2

Evalua	Conser	Tratam.	Días en conservación					
			0	60	90	120	150	180
1 día	FC	0 ppb	2,98	2,61	2,95	2,72	2,46 c	2,14 b
		600 ppb	3,06	3,04	3,08	2,84	3,10a	2,72a
	AC	0 ppb	2,98		3,22	2,79	3,02a	2,68a
		600 ppb	3,06		3,17	2,86	2,81 b	2,68a
			n.s	n.s	n.s	n.s	*	
7 días	FC	0 ppb	2,46 b	2,32	2,52 b	2,68	2,14 c	2,10 b
		600 ppb	2,86a	2,72	3,13a	2,79	2,75a	2,66a
	AC	0 ppb	2,46 b		2,93a	2,66	2,43 b	2,57a
		600 ppb	2,86a		3,04a	2,81	2,59ab	2,61a
			*	n.s	*	n.s	*	
14 días	FC	0 ppb	2,57	2,30 b	2,37 b	2,39 c	2,17 c	1,88 c
		600 ppb	2,75	2,79a	2,84a	2,70 b	2,72a	2,39 b
	AC	0 ppb	2,57		2,84a	2,64 b	2,52 b	2,32 b
		600 ppb	2,75		2,90a	2,86a	2,68ab	2,61a
			n.s	*	*	*	*	

## 2da Cosecha:7/3

Evalua	Conser	Tratam.	Días en conservación					
			0	60	90	120	150	180
1 día	FC	0 ppb	2,77	2,88	2,99	2,43	2,93a	2,26 b
		600 ppb	2,88	2,93	2,93	2,84	2,86ab	2,55a
		AC	0 ppb	2,77		2,95	2,66	2,72 b
		600 ppb	2,88		2,90	2,66	3,04a	2,68a
				n.s	n.s	n.s	n.s	*
							*	*
7 días	FC	0 ppb	1,83 b	2,81	2,72	2,32 b	2,55 b	2,19 c
		600 ppb	2,32a	2,75	2,90	2,84a	2,81a	2,55 b
		AC	0 ppb	1,83 b		2,64	2,68a	2,70 b
		600 ppb	2,32a		2,88	2,68a	2,97a	2,86a
				*	n.s	n.s	*	*
							*	*
14 días	FC	0 ppb	2,79	2,88	2,57	2,35 b	2,19 b	2,10 c
		600 ppb	2,81	3,02	2,75	2,81a	2,75a	2,57ab
		AC	0 ppb	2,79		2,77	2,52 b	2,30 b
		600 ppb	2,81		2,75	2,81a	2,68a	2,75a
				n.s	n.s	n.s	*	*
							*	*

## 3era Cosecha:28/3

Evalua	Conser	Tratam.	Días en conservación					
			0	60	90	120	150	180
1 día	FC	0 ppb	2,75 b	2,75	2,64	2,35 b	2,41 b	2,05 b
		600 ppb	2,95a	2,77	2,72	2,64a	2,75a	2,77a
		AC	0 ppb	2,75 b		2,61	2,43 b	1,79 c
		600 ppb	2,95a		2,81	2,81a	2,52 b	2,68a
				*	n.s	n.s	*	*
							*	*
7 días	FC	0 ppb	2,52 b	2,75	2,19 b	2,32 b	2,14 b	1,92 b
		600 ppb	2,72a	2,75	2,55a	2,72a	2,46a	2,64a
		AC	0 ppb	2,52 b		2,37 b	2,48 b	1,90 b
		600 ppb	2,72a		2,55a	2,79a	2,52a	2,59a
				*	n.s	*	*	*
							*	*
14 días	FC	0 ppb	2,30 b	2,79	2,08 b	2,21 b	2,08 b	1,74 b
		600 ppb	2,59a	2,81	2,48a	2,66a	2,37a	2,39a
		AC	0 ppb	2,30 b		2,12 b	2,28 b	1,72 b
		600 ppb	2,59a		2,48a	2,68a	2,46a	2,48a
				*	n.s	*	*	*
							*	*

**Figura 1.** Evolución de la degradación de almidón evaluada luego de 1, 7 o 14 días de realizado el tratamiento con 1-MCP (día 0), en manzanas Red Delicious cosechadas con tres estados de madurez.

