



Revista Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha

ISSN: 1665-0204

rebasa@hmo.megared.net.mx

Asociación Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha, S.C.

México

Calvo, Gabriela; Gomila, Teófilo; Molina, Guillermo
RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE 1--MCP EN PERA WILLIAMS EN FUNCIÓN DEL ESTADO DE
MADUREZ CARACTERIZADO POR EL ÍNDICE DE DIFERENCIA DE ABSORBANCIA (DA).

Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 14, núm. 2, 2013, pp. 169-175

Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.

Hermosillo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81329290010>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE 1-MCP EN PERA WILLIAMS EN FUNCIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ CARACTERIZADO POR EL ÍNDICE DE DIFERENCIA DE ABSORBANCIA (DA).

Calvo, Gabriela; Gomila, Teófilo; Guillermo Molina

Área poscosecha, EEA INTA Alto Valle, Ruta 22 km. 1200 CP8332, General Roca, Río Negro, Argentina. E-mail: gcalvo@correo.inta.gov.ar

Palabras claves: pyrus communis, poscosecha, conservación, espectroscopia Vis-NIR, producción de etileno.

RESUMEN:

El cultivar de peral 'Williams' (*Pyrus communis* L.) es el más importante de la región del valle de Río Negro y Neuquén, y tiene una relevancia estratégica y comercial debida a su condición de maduración temprana y a sus sobresalientes características organolépticas. El etileno es la principal hormona que desencadena los procesos de maduración en los frutos climatéricos. El 1-metilciclopropeno (1-MCP) demostró una gran efectividad en inhibir la acción del etileno en peras y se utiliza comercialmente en aplicaciones en poscosecha. Sin embargo, el estado de madurez de los frutos a cosecha es crucial para garantizar la efectividad del tratamiento. En los últimos años se han evaluado técnicas no-destructivas para determinar la calidad y madurez de los frutos. En este trabajo se utilizó la espectroscopia en el rango Vis-NIR. Se estableció el índice DA (diferencia de absorbancia) como la diferencia entre el valor promedio de absorbancia entre dos puntos cercanos al pico de absorción de la clorofila: 677nm y 722nm. Se cosecharon frutos luego de 112, 119 y 126 días desde plena floración (DDPF) y en cada fecha se determinó la producción de etileno a temperatura ambiente, los índices de madurez tradicionales y el índice DA. A su vez, se conservaron durante 90 días a -0,5°C frutos de estos tres estados de madurez, tratados y sin tratar con 300 ppb de 1-MCP. A diferencia de otros índices de madurez, el índice DA presentó diferencias significativas en cada cosecha, asociados a importantes cambios en el patrón de producción de etileno de los frutos, pudiendo diferenciar clases de madurez con respuesta distinta a la aplicación de 1-MCP. En conservación, el descenso de índice DA fue constante, sin presentar diferencias entre frutos tratados y control. El índice DA resulta una determinación no destructiva útil para caracterizar el estado de madurez de peras 'Williams', y su respuesta a la aplicación de 1-MCP.

RESPONSE OF WILLIAMS PEAR TO THE APPLICATION OF 1-MCP IN FUNCTION OF THE MATURITY STAGE, CHARACTERIZED BY ABSORBANCE DIFFERENCE INDEX (DA)

Key words: pyrus communis, postharvest, conservation, Vis-NIR spectroscopy, ethylene production.

ABSTRACT:

'Williams' pear (*Pyrus communis* L.) is the most important cultivar grown in Alto Valle of Rio Negro, and has a strategic and commercial importance due to their status as early maturation and its outstanding organoleptic characteristics. Ethylene is the main hormone that triggers the ripening process in climacteric fruit. The 1-methylcyclopropene (1-MCP) proved to be highly effective in inhibiting ethylene action in pears and is commercially used in postharvest applications. However, maturity of the fruit at harvest is critical to ensure the effectiveness of treatment. In recent years non-destructive techniques to determine quality and maturity of the fruit have been evaluated. In this study we used spectroscopy in the Vis-NIR range. DA index (difference in absorbance) was established as the difference between the average values of absorbance between two points near the chlorophyll absorption peak: 677nm and 722nm. Fruits were harvested after 112, 119 and 126 days after full bloom (DAFB) and in each date ethylene production at room temperature, traditional maturity indexes (flesh firmness, soluble solids, acidity, starch degradation, epidermis color), and DA index were determined. In turn, fruits of these three stages of maturity were stored for 90 days at -0.5 ° C, untreated and treated with 300 ppb of 1-MCP. Unlike other maturity indexes, DA index showed significant differences in each harvest,

associated with significant changes in the ethylene production pattern of fruits and maturity classes with different response to the application of 1-MCP can be distinguish. In storage, the decrease of DA rate was constant, with no differences between treated and control fruits. DA index is a non-destructive determination useful to characterize the maturity of 'Williams' pears and their response to the application of 1-MCP.

INTRODUCCION

La región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, situada en la Patagonia Norte, representa más del 80% de la producción de frutos de pepita. La producción argentina de pera es de unas 800 mil toneladas anuales y la superficie total cultivada es de 17.500 ha. (Censo Provincial de Agricultura Bajo Riego, 2005). Cerca del 60% de la producción de peras argentinas tiene como destino la exportación, lo que convierte a la Argentina en el primer productor y exportador de peras en el Hemisferio Sur. El 50% de la producción nacional corresponde a la variedad Williams (SENASA, Oficina de Estadísticas de Comercio Exterior, datos no publicados).

Los frutos climatéricos, como las peras, pueden madurar organolépticamente tanto en el árbol como separado de él, siempre y cuando se coseche luego de su madurez fisiológica, proceso que esta íntimamente relacionado con un importante aumento de la producción de etileno (Kader, A, 1999). Para determinar el momento óptimo de cosecha, conocer la calidad y evaluar la capacidad de conservación de la fruta, es necesario determinar una serie de índices de madurez (Lill et al., 1989). La firmeza de pulpa es un indicador ampliamente utilizado por los productores de peras 'Williams'. Sin embargo, inconsistencias en la respuesta a aplicaciones comerciales de 1-MCP, producto inhibidor de la síntesis de etileno, presumiblemente debido madurez avanzada, indicarían que información adicional es necesaria para el conocimiento preciso del estado de madurez de los frutos (Calvo et al., 2010). En los últimos años, las investigaciones se han centrado en encontrar nuevos indicadores para determinar el momento de cosecha, que estén estrechamente relacionados con los cambios

de la producción de etileno (Gomila et al., 2010b).

Hasta el presente la determinación de la gran mayoría de las técnicas instrumentales para la medición de índices de madurez y/o criterios de calidad en frutos, es destructiva, puntual y demasiado lenta. Desde hace unos años, se han comenzado a estudiar tecnologías no destructivas, que tienen el potencial de brindar información sobre la totalidad del lote. La espectroscopia visible-infrarroja cercana (Vis-NIR) ha sido usada como una medida no destructiva para medir calidad interna en una amplia gama de frutas y vegetales, como cebollas, melones, mandarinas, duraznos, manzanas y kiwis. Se ha caracterizado la evolución de la madurez de peras 'Williams' cultivadas en el Alto Valle de Río Negro, estableciendo "grupos de madurez" de acuerdo al patrón de producción de etileno (Gomila et al., 2010b). Por otro lado, el desarrollo de un índice no destructivo basado en espectroscopia, denominado diferencia de absorbancia (DA) ha permitido discriminar el grupo de madurez "avanzado" con mayor exactitud que otros índices comúnmente utilizados como la firmeza de pulpa, presentando una alta correlación con las distintas fases de producción de etileno de los frutos de pera Williams (Gomila et al, 2010a). El índice DA pudo identificar los cambios fisiológicos que ocurren durante la maduración de los frutos, con la ventaja de ser una determinación instantánea y no destructiva.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta a la aplicación de 1-MCP a frutos de peras Williams cosechadas con distinto estado de madurez caracterizado por el DA. (SmartFresh®).

MATERIALES Y METODOS

a) En cosecha:

Los frutos de la variedad "Williams" se cosecharon en 3 fechas de una chacra comercial, ubicada en la localidad de Guerrico, Río Negro, Argentina. Los frutos se extrajeron de 2 filas previamente marcadas de un cuadro conducido en espaldera sobre pie franco en un marco de plantación de 4 x 4 metros.

Las fechas de cosecha y rango de DA fueron:

- 112DDPF (16/Enero) DA > 1,2
- 119DDPF (26/Enero) DA 1,2-1
- 126 DDPF (02/Febrero) DA < 1

En cada fecha se cosecharon 300 frutos, sobre los que se realizaron determinaciones del índice DA (diferencia de absorbancia entre el valor promedio de absorbancia entre dos puntos cercanos al pico de absorción de la clorofila: 677nm y 722nm), descartando en cada fecha los que no se ajustaban al rango preestablecido. Se utilizaron 60 frutos (3 repeticiones de 20) para realizar las evaluaciones de madurez tradicionales y 3 frutos para los análisis de producción de etileno a 20°C en cada fecha de cosecha.

Los 240 frutos restantes se dividieron en dos lotes de 120 frutos cada uno, tratándose con 0 (control) y 300 ppb de 1-MCP (tratado).

b) En conservación:

Los frutos de ambos tratamientos se embalaron en cajas de cartón con bolsa de polietileno y se conservaron en frío convencional a -0,5°C durante 90 días. Cada 15 días se realizaron evaluaciones del índice DA en tres repeticiones de 10 frutos de cada tratamiento y fecha de cosecha y la producción de etileno a -0,5°C en 3 repeticiones de 1 fruto. Estas determinaciones se realizaron en los mismos frutos que se dejaron en frascos tapados con bolsa de polietileno para evitar la deshidratación.

Luego del periodo de conservación se realizaron las evaluaciones de madurez tradicionales a salida de frío y luego de 5 días a

20°C (3 repeticiones de 20 frutos). Los frutos previamente marcados se utilizaron para la evaluación del índice DA y medición de etileno a 20°C.

Determinaciones realizadas:

Las determinaciones de los índices de madurez tradicionales fueron: Firmeza de la pulpa (presiómetro electrónico (FTA-GS14, Güss, Sudáfrica, con émbolo de 7,9 mm, expresado en lb./0,5cm²), sólidos solubles (refractómetro electrónico autocompensado PAL-1, Atago, Japón, expresado en %); Acidez titulable (titulación con NaOH 0,1N hasta pH 8,2, sobre una muestra de 10ml del jugo de los frutos, expresado en g/l de ácido málico); Degradación de almidón (tinción con solución de lugol expresado como porcentaje de superficie sin tinción comparado con tablas varietales específicas); Color por comparación con tablas específicas (tabla de 8 colores CTIFL específicas para peras); Color de la epidermis (con colorímetro Minolta CR300, Japón en las coordenadas espaciales del color CIELAB (L, a, b) se calculó el ángulo hue [arctangente (b*/a*)]).

La producción de etileno se realizó extrayendo 1ml de muestra de aire del espacio de cabeza, luego de 30 minutos de encierro de 1 fruto en frascos de 1,5 litros. La muestra se analizó con un cromatógrafo de gases (GC-14A, Shimadzu, Japón) equipado con columna de alúmina (40°C) y detector FID (210°C). Se utilizó helio como gas transportador. Se construyeron las curvas de producción de etileno a 20°C, al momento de cosecha y posterior al período de almacenamiento, en 3 repeticiones de cada tratamiento.

El DA se analizó con un espectrofotómetro (HR 2000+ Ocean Optics, USA), provisto con una fibra óptica como probeta manual y una lámpara halógena de tungsteno como fuente de iluminación. De los espectros de absorbancia en el rango de 400-1100 nm adquiridos vía conexión USB con una PC provista con un software específico

(SpectraSuite, Ocean Optics, USA) se calculo el Índice de Diferencia de Absorbancia, adaptando la metodología propuesta por Ziosi et al. (2008) como la diferencia entre el valor promedio de absorbancia entre dos puntos específicos del espectro: 677nm y 722nm (Gomila et al., 2011a.)

Tratamiento con SmartFresh®:

Los tratamientos con 1-MCP se realizarán pesando la cantidad necesaria de SmartFresh® (0,14% ingrediente activo, Rohm & Haas) para generar 300 ppb, donde 1,6 g de producen 1000 ppb en 1 m³. Los frascos con las cantidades medidas de SmartFresh® se colocarán dentro de contenedores de 0,86 m³ de acero inoxidable. Los contenedores se cerraron herméticamente y se prendieron los ventiladores dentro de los mismos para asegurar una adecuada distribución del gas dentro del contenedor, manteniendo cerrado durante las 24 horas posteriores a la aplicación.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante el software INFOSTAT/Profesional versión 2006p.1. Para todas las variables se ejecutó un ANOVA teniendo en cuenta los distintos tratamientos. La separación de medias se

realizó mediante el test de LSD Fisher con un nivel de significación del 0,05 (valores de p).

RESULTADOS Y DISCUSION:

a) En cosecha

La firmeza de pulpa presento diferencias significativas solo en la primera cosecha, mientras que la segunda y tercera cosecha no presentó diferencias (Tabla 1). El índice DA presento diferencias significativas para cada fecha de cosecha (Tabla 2), al igual que el color de fondo por colorimetría (valor Hueº) y el color por tabla comparativa. (Tabla 2).

El valor Hueº desciende como indicador del cambio de color de los frutos del verde al amarillo. Esto se refleja también en el aumento de color de tabla, pasando en las primeras cosechas de color verde intenso (1-2) a verde-amarillo (4) (Gomila et al., 2011c). Del mismo modo, el índice DA refleja la reducción de la concentración de la clorofila (Ziosi et al., 2008), que se expresa visualmente como el cambio de coloración gradual de la fruta, desde color verde intenso al inicio del período de cosecha hasta color verde-amarillo hacia las últimas cosechas. Por ello, el índice DA presentó cambios significativos junto con otros índices asociados a los cambios de coloración de la fruta (Gomila et al., 2011c).

Tabla 1. Índices de madurez tradicionales y tamaño de los frutos en las distintas fechas de cosecha.

Fecha Cosecha	Firmeza (lb)	SST (%)	AT (g/l)	Almidón(%)	Color(Hueº)	Color(Tabla)	Calibre (mm)
16-Enero	19,88 a	11,40 b	4,29 a	8,67	121,74 c	1,82 a	68,72
25-Enero	17,58 b	10,90 a	3,64 b	9,33	120,44 b	2,38 b	68,00
02-Febrero	17,09 b	11,87 b	3,77 b	11,83	118,22 a	3,51 c	69,33
p-value	0,002	0,040	0,024	0,26	<0,001	<0,001	0,707

Letras distintas significan diferencias significativas (ANOVA LSD Fisher; p<0,05)

Tabla 2. Edad del fruto e índice DA en las distintas fechas de cosecha.

Fecha Cosecha	Edad del fruto (DDPF)	DA
16-Enero	112	1,29 c
25-Enero	119	1,08 b
02-Febrero	129	0,79 a
p-value		<0,001

Letras distintas significan diferencias significativas (ANOVA LSD Fisher; p<0,05)

La producción de etileno en cada fecha fue significativamente distinta en las tres fechas de recolección (Figura 1), sin embargo el valor de firmeza de pulpa en cosecha no tuvo correspondencia. Estos resultados coinciden con las observaciones realizadas por Gomila et al., 2011b, que comprobaron que la firmeza de pulpa no es un buen indicador de la madurez de los frutos en cosechas tardías.

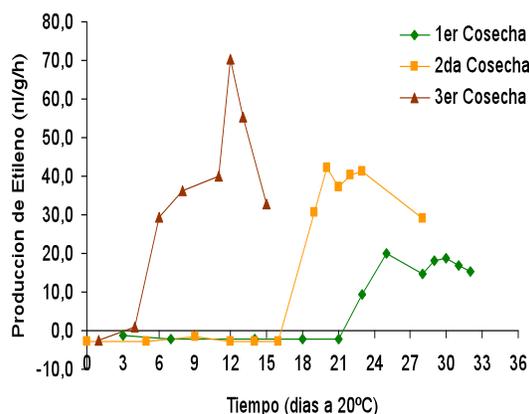


Figura 1. Producción de etileno (nl/g/h) de peras ‘Williams’ durante la vida en estante luego de la cosecha. Los frutos se cosecharon con diferente estado de madurez (edad del fruto): Inmaduro (112 días); maduro (119 días) y sobremaduro (126 días).

La primera cosecha tuvo un comportamiento atípico para la edad de fruto (112 DDPF) con una producción de etileno que se clasificaría como “inmadura” (Gomila et al, (2011b) aun cuando se realizo 6 días posteriores a la autorización del sello de cosecha. En ese momento, el valor de DA fue alto comparado con temporadas anteriores a similar edad de fruto (datos no publicados), pudiendo ser reflejo del estado de “inmadurez” que presentaba los frutos en ese momento, aun cuando los valores de firmeza fueron los recomendados para el inicio de recolección. Estos resultados confirman la utilidad del valor DA como índice de cosecha para discriminar cosechas “inmaduras” y “tempranas”. Luego la evolución del índice DA alcanza los valores normales para las siguientes fechas de cosecha, al igual que la producción de etileno presentando diferencias significativas en cada cosecha que se correspondieron a diferentes estados fisiológicos de los frutos. Trabajos anteriores demostraron que el índice DA tiene una alta correlación con la producción de etileno de frutos de pera Williams (Gomila et al., 2011a).

En cambio, valores de firmeza de pulpa por debajo de 20 libras, indicador ampliamente utilizado para el inicio de cosecha en la región (Programa Regional de Madurez, 2011) no pudieron indicar el estado “inmaduro” de la primera cosecha, y valores cercanos a las 17 libras en la segunda y tercera cosecha no reflejan las diferencias de producción de etileno que presentaron las dos últimas cosechas.

b) En conservación

Luego de 90 días de conservación, en los frutos de las primeras dos cosechas, en ambos tratamientos (Testigo y 1-MCP) se mantuvo la firmeza durante la conservación, con respecto al valor inicial. Sin embargo, en los frutos de la tercera cosecha se observó una disminución de la firmeza tanto en el testigo como en los tratados con 1-MCP (Figura 2).

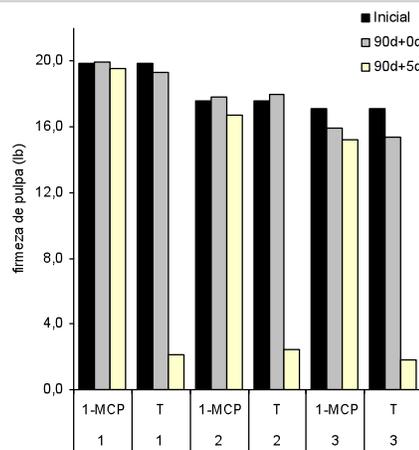


Figura 2. Firmeza de pulpa inicial, a salida de frío de 90 días de almacenamiento a -0,5°C (90d+0d) y 5 días a 20°C (90d+5d) de la 1er cosecha (1), 2da cosecha (2) y 3er cosecha (3), tratadas con 0 (T) y 300 ppb de 1-MCP (1-MCP). Letras distintas significan diferencias significativas dentro cada fecha de cosecha y tratamiento (ANOVA LSD Fisher; p<0,05)

Este comportamiento podría deberse de los diferentes patrones de producción de etileno a cosecha, que en el caso de la tercera cosecha fue caracterizada como madurez “avanzada”. La tercera cosecha presenta, a diferencia de las dos primeras cosechas, un pico de

producción de etileno a los 60 días de conservación, lo que determinaría un menor potencial de conservación (Figura 3). El tratamiento con 1-MCP tuvo un efecto importante en la producción de etileno durante la conservación, en particular desde los 60 días en la primera cosecha y los 45 días en la segunda y tercera cosecha.

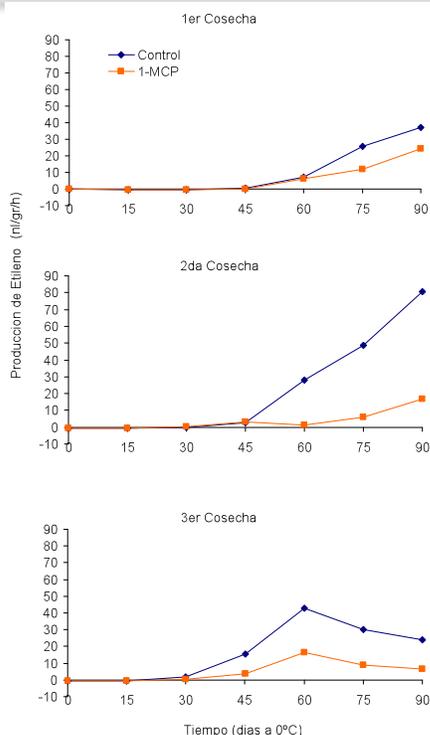


Figura 3. Producción de etileno (nl/g/h) de peras 'Williams' durante el almacenamiento a -0,5°C durante 90 días. Los frutos se cosecharon con diferente estado de madurez (edad del fruto): 1er cosecha (112 días); 2da cosecha (119 días) y 3er cosecha (126 días) y se trataron con 0 (control) o 300 ppb de 1-MCP

A salida de la conservación, en cada fecha de cosecha se redujo el valor hue^a con respecto al valor inicial en ambos tratamientos (Figura 4).

El cambio de coloración de los frutos, producto de la degradación de la clorofila es independiente de la pérdida de firmeza, y se expresa en el descenso gradual del índice DA durante la conservación. Entre las fechas de cosecha se mantuvieron las diferencias

iniciales durante todo el periodo de conservación, sin diferencias significativas entre los frutos tratados con 1-MCP y control (Figura 5).

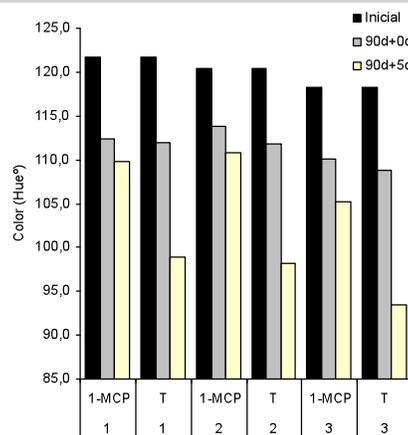


Figura 4. Color de epidermis (valor hue^a) inicial, a salida de frío de 90 días de almacenamiento a -0,5°C (90d+0d) y 5 días a 20°C (90d+5d) de la 1er cosecha (1), 2da cosecha (2) y 3er cosecha (3), tratadas con 0 (T) y 300 ppb de 1-MCP (1-MCP). Letras distintas significan diferencias significativas dentro cada fecha de cosecha y tratamiento (ANOVA LSD Fisher; p<0,05)

El cambio de coloración y la evolución del índice DA durante la conservación fueron independientes de las importantes diferencias de producción de etileno de los frutos tratados y control.

CONCLUSIONES:

El índice DA es una determinación no destructiva útil para caracterizar la respuesta a la aplicación de 1-MCP en pera Williams, debido a que su evolución presentó estrecha relación con los cambios observados en el patrón de producción de etileno en frutos de distinto estado de madurez a cosecha.

El índice DA, con valores por encima de 1,2, permitió establecer las cosechas "inmaduras", aun cuando la firmeza de pulpa presentaba valores por debajo de 20 libras, recomendados para el inicio de cosecha. Valores de DA inferiores a 1 permitieron identificar las cosechas "tardías", cuando la firmeza de pulpa no presento cambios significativos. En cosechas "tardías" identificadas por el índice DA, la

respuesta de la aplicación de 1-MCP no fue óptima, con disminución de la firmeza inicial luego de 90 días de conservación. Estos resultados indicarían que el índice DA en cosecha podría discriminar el potencial de conservación mejor que el valor de firmeza de pulpa.

Durante la conservación, el descenso gradual del índice DA no presentó diferencias entre frutos tratados con 1-MCP y control, no evidenciando las significativas diferencias que hubo en la producción de etileno y evolución de los índices de madurez durante la vida en estante. La evolución del índice DA en conservación esta relacionada con la pérdida de color verde de los frutos durante la conservación, donde el efecto del 1-MCP fue reducido.

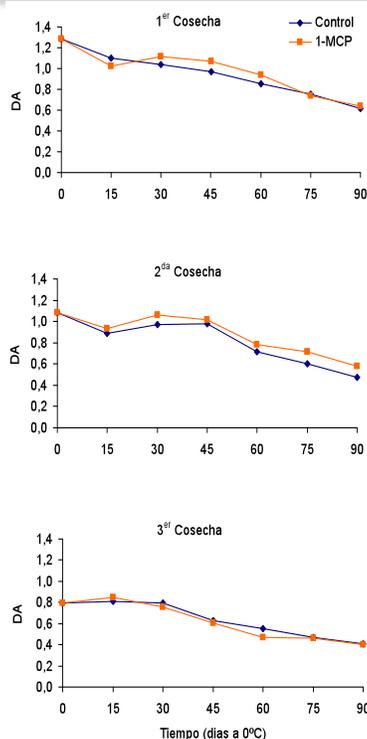


Figura 5. Índice DA de peras 'Williams' durante 90 días de almacenamiento a $-0,5^{\circ}\text{C}$. Los frutos se cosecharon con diferente estado de madurez (edad del fruto): 1er cosecha (112 días); 2da cosecha (119 días) y 3er cosecha (126 días) y se trataron con 0 (control) o 300 ppb de 1-MCP (MCP).

REFERENCIAS

- Calvo, G; Gomila, T.; Candan, A.P. 2010. "Respuesta a las limitantes tecnológicas que amenazan la competitividad de la pera Williams Argentina. Informe final: Evaluación de estrategias adecuadas para el mantenimiento de la calidad comercial de peras Williams.". Presentación 16 de Junio 2010; General Roca, Argentina.
- Censo Provincial de Agricultura Bajo Riego, 2005. Secretaria de Fruticultura de la provincia de Río Negro.
- Gomila, T., Calvo, G. and Candan, A.P. 2011a. Non-Destructive Index To Characterize The Maturity Of 'Williams' Pears Grown In Argentina. *Acta Horticulturae* 909:751-756
- Gomila, T., Calvo, G. and Candan, A.P. 2011b. Relationship Between Maturity Index And Ethylene Production Patterns Of 'Williams' Pears Grown In The Alto Valle Of Rio Negro. *Acta Horticulturae* 909:745-750
- Gomila, T.; Calvo, G.; Durand, R., 2011c. "Índice no destructivo para caracterizar la evolución de la madurez de pera Williams cultivadas en el Alto Valle de Río Negro". *Vi Jornadas Argentinas De Biología Y Tecnología De Postcosecha*
- Kader, A.A. 1999. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. *Acta Horticulturae* 485:203-208.
- Lill, R., O'Donoghue, E., and King, G. 1989. Postharvest physiology of peaches and nectarines. *Horticultural Reviews* 11:413-452.
- Programa Regional de Madurez, 2010. INTA EEA Alto Valle, Río Negro, Argentina.
- Ziozi, V.; Noferini, M.; Fiori, G.; Tadiello, A.; Trainotti, G.; Casadoro, G.; Costa, G.; 2008 "A new index based on vis spectroscopy to characterize the progression of ripening in peach fruit". *Postharvest Biology and Technology* 49 (2008) 319-329.