

(S1-P14)

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN EN LA EFICACIA DEL TRATAMIENTO DE DESASTRINGENCIA DE CAQUI

CRISTINA BESADA, ALEJANDRA SALVADOR, LUCÍA ARNAL y
JOSE M^a MARTINEZ-JÁVEGA

Centro de Tecnología Postcosecha.
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).
Crta. Moncada-Náquera Km 4,5. 46113
Valencia. España. cbesada@ivia.es, tf. 963424000, fax. 963424001

Palabras clave: CO₂ – astringencia – taninos solubles – acetaldehído – 1-MCP.

RESUMEN

Debido al carácter astringente del caqui ‘rojo brillante’, la aplicación del tratamiento con altas concentraciones de CO₂ tras la recolección, previamente a su almacenamiento, ha sido adoptado por la industria como método de eliminación de la astringencia manteniendo elevada firmeza del fruto. Sin embargo, en ciertos momentos de la campaña podría resultar interesante la aplicación de este tratamiento tras el periodo de almacenamiento. En el presente trabajo se ha estudiado la efectividad del tratamiento de desastringencia (98% CO₂, 20°C, 24h) aplicado tras diferentes periodos de conservación de la fruta a 15°C, a 1°C, así como a fruta previamente tratada con 1 µl*l⁻¹ de 1-MCP y conservada a 1°C.

El análisis de los parámetros relacionados con la pérdida de astringencia: taninos solubles, producción de acetaldehído y análisis sensorial, cuando el tratamiento fue aplicado tras la conservación de la fruta a 1°C, con o sin aplicación de 1-MCP, indicaron que este mantuvo su eficacia durante los 40 días que duró el ensayo.

Cuando el tratamiento de desastringencia fue aplicado tras la conservación a 15°C, el menor descenso de los taninos solubles tras la aplicación del tratamiento a medida que avanzó la conservación, así como un menor incremento del contenido de acetaldehído indicaron una pérdida de efectividad del tratamiento cuando este fue aplicado tras 20 días de conservación a esta temperatura, lo que se corroboró con el análisis sensorial.

INFLUENCE OF STORAGE TEMPERATURE ON EFFECTIVENESS OF ASTRINGENCY REMOVAL TREATMENT OF PERSIMMON

Key words: CO₂ – astringency – soluble tanins – acetaldehyde – 1-MCP.

ABSTRACT

Because of the astringent character of persimmon ‘rojo brillante’, application of high concentrations of CO₂ treatment after harvest, previously to storage, has been adopted by industry as astringency removal method keeping high fruit firmness. However, at some moments of the harvest season the application of this treatment after storage period could be interesting. In the present work we have studied the effectiveness of the astringency removal treatment (98% CO₂, 20°C, 24 h) applied to fruit after different periods at 15°C, at 1°C, as well as to fruit treated with 1 µl*l⁻¹ 1-MCP previously to be stored at 1°C.

Analysis of those parameters related with astringency loss: soluble tannins, acetaldehyde production and sensory evaluation, when the treatment was applied after fruit storage at 1°C, with or without 1-MCP application, showed that the treatment maintained its effectiveness for 40 days experiment duration.

When deastringency treatment was applied after 20 days storage at 15°C a loss of effectiveness was observed. This fact is supported by the soluble tannins values, acetaldehyde content and sensory evaluation.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de caqui en la Comunidad Valenciana está centralizado en la variedad ‘Rojo Brillante’ debido principalmente a su excelente calidad. Una elevada presencia de taninos solubles (TS) en recolección confiere a este cultivar su carácter astringente, por lo que su comercialización para consumo en fresco exige la aplicación de tratamientos previos de eliminación de la astringencia.

Tradicionalmente el proceso de desastringencia era llevado a cabo mediante la aplicación de etileno exógeno, perdiendo así los frutos su astringencia por sobremaduración, sin embargo, el consecuente ablandamiento de la pulpa limitaba en gran medida su comercialización.

La introducción del tratamiento con altas concentraciones de CO₂ (98% CO₂, 24h, 20°C) ha permitido la eliminación de la astringencia sin implicar una pérdida excesiva de firmeza, lo que facilita la manipulación posterior de la fruta. Esta nueva forma de comercializar el caqui ‘Rojo Brillante’ con elevada firmeza ha sido lanzada al mercado bajo la marca comercial “kaki Persimon” y ha permitido que en los últimos años la producción se haya incrementado en aproximadamente un 150%.

Este importante incremento en la producción ha hecho necesaria la introducción de tecnología postcosecha de conservación. La frigoconservación es la principal tecnología para el control de la maduración y deterioro de frutos pericarpiales, sin embargo al igual que otras variedades de caqui, tales como ‘Fuyu’ y ‘Suruga’ (Collins y Tisdell, 1995), el cultivar ‘Rojo Brillante’ presenta sensibilidad a las bajas temperaturas, sufriendo daños por frío tras periodos prolongados de conservación por debajo de 11°C; una acusada pérdida de firmeza cuando la fruta es transferida tras la conservación en frío a temperaturas de comercialización es en esta variedad el principal síntoma de esta alteración (Arnal y Del Río, 2004).

Diferentes estudios presentan el 1-metilciclopropeno (1-MCP), potente inhibidor de la acción del etileno, como una alternativa que permitiría el uso de la frigoconservación en el caqui ‘Rojo Brillante’, ya que retrasa la aparición de los daños por frío y alivia sus síntomas, permitiendo prolongar la conservación a 1°C hasta 40-50 días (Salvador et al., 2006).

En estos momentos el 1-MCP se encuentra en proceso de registro, por lo que no está permitida su utilización comercial. Es por ello que actualmente la conservación de esta variedad de caqui se realiza a 15°C, sin embargo esta temperatura es demasiado elevada para permitir conservaciones prolongadas.

En la actualidad la desastringencia con altas concentraciones de CO₂ (98% CO₂, 24h, 20°C) es realizada a nivel comercial previamente al almacenamiento, habiéndose mostrado efectiva en estas condiciones (Salvador et al., 2005). Sin embargo, en ciertos momentos de la campaña resultaría interesante llevar a cabo la desastringencia tras diferentes periodos de la conservación. A este respecto, en ensayos previos realizados en nuestro laboratorio (datos no publicados) se encontraron indicios de astringencia residual cuando el tratamiento fue aplicado a fruta previamente conservada a 15°C.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la efectividad del tratamiento de desastringencia aplicado tras diferentes periodos de conservación de la fruta a 15°C, a 1°C, así como a fruta previamente tratada con 1-MCP y conservada a 1°C.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Material vegetal y diseño experimental

Frutos de caqui cv. 'Rojo Brillante' fueron recolectados en L'Alcudia (Valencia, España) y transportados a la estación experimental del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), donde fueron seleccionados para evitar la presencia de heridas y obtener homogeneidad de tamaño y color. Posteriormente la fruta fue dividida en tres grupos para la aplicación de los distintos tratamientos: 1) fruta almacenada a 1°C; 2) fruta tratada con 1-MCP y posteriormente almacenada a 1°C; 3) fruta almacenada a 15°C. La humedad relativa dentro de las cámaras de refrigeración fue mantenida a 90%. La aplicación del 1-MCP fue realizada a una concentración de $1 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ en el interior de cabinas estancas durante 24h a 1°C.

Para la evaluación de la efectividad del tratamiento de desastringencia se realizó la determinación del contenido en taninos solubles (TS) y de la producción de acetaldehído (AcH), parámetros íntimamente relacionados con la astringencia, así como la evaluación sensorial de los frutos.

Periódicamente durante 40 días dos lotes de cada tratamiento fueron retirados de la cámara de conservación; en uno de los lotes se determinaron los siguientes parámetros: firmeza, contenido de TS, y producción de AcH. El otro lote fue sometido al tratamiento de desastringencia con CO_2 y posteriormente transferido a temperatura de 20°C para simular un periodo de comercialización de 5 días, tras el cual se determinaron los parámetros arriba mencionados y se realizó la evaluación sensorial de las muestras.

El tratamiento con CO_2 fue realizado en condiciones consideradas estándar, sometiendo a la fruta durante 24h a concentraciones de CO_2 del 95-98% en cabinas cerradas a 20°C. La atmósfera deseada fue establecida expulsando el aire de las cabinas con una corriente de CO_2 .

2. Métodos Analíticos

El contenido en taninos solubles (TS) fue determinado siguiendo el Folin-Denis Method (Taira, 1995) basado en la reducción del reactivo Folin-Denis por los taninos solubles en una solución alcalina. En cada tratamiento, los taninos solubles fueron determinados a partir de tres muestras congeladas, cada una de las cuales fue obtenida después de trocear y congelar los dos cuartos opuestos de 5 frutos. De cada muestra se analizaron 2 réplicas de 5 gramos. La concentración de TS fue expresada como % de TS en peso de pulpa fresca.

La producción de Acetaldehído (AcH) fue evaluada a partir de 3 zumos de cada tratamiento mediante cromatografía gaseosa de espacio de cabeza, como describe (Salvador et al., 2005). El resultado fue expresado en mg/100mL.

La evaluación sensorial fue llevada a cabo para cada tratamiento en muestras de pulpa obtenidas a partir de 5 frutos pelados y troceados. Un panel semi-entrenado, compuesto por 12-15 catadores familiarizados con este cultivar, evaluó las muestras en base a una escala de astringencia de 1= muy astringente a 4= no astringente. Las muestras fueron presentadas a los panelistas en bandejas etiquetadas con un código aleatorio de 3 dígitos y servidas a temperatura ambiente. Para el enjuague del paladar entre muestras fue suministrada leche.

La firmeza de la fruta se determinó usando un texturómetro Instron Machine (Modelo 4302, Canton, Mass., U.S.A.) y fue expresada como la fuerza, en Newtons (N), necesaria para

romper la pulpa en la zona ecuatorial, usando un punzón de 8 mm de diámetro. Las mediciones se efectuaron sobre 20 frutos por tratamiento.

Los datos han sido tratados mediante análisis de la varianza y se ha utilizado el intervalo de mínima diferencia significativa (LSD) al 5% para la comparación de medias, usando el programa Statgraphics plus 2.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La astringencia ha sido definida por la American Society for Testing and Materials como “el complejo de sensaciones debidas a la constricción y sequedad del epitelio como resultado de la exposición a sustancias tales como ácidos tánicos” (ASTM, 1995). Es aceptado de manera general que los compuestos astringentes forman complejos con las proteínas de la saliva, resultando en su agregación y/o precipitación y pérdida de sus propiedades lubricantes, (Kallithraka et al., 1998). Debe tenerse en cuenta que en el caso de la astringencia factores individuales como el flujo de saliva y la variación de su composición pueden influir en la intensidad de sensación percibida (Horne et al., 2002).

En el presente trabajo la evaluación sensorial fue realizada tras los diferentes momentos de la conservación después de un periodo de comercialización de 5 días a 20°C posterior a la aplicación del tratamiento con CO₂ (Tabla. 1).

Durante la conservación a 1°C la evaluación sensorial indicó una ausencia total de astringencia tras los diferentes períodos ensayados. Así, tanto la fruta tratada previamente con 1-MCP, como la fruta no tratada, fue puntuada por los catadores con un valor de 4 (No astringente) a lo largo de los 40 días que duró el ensayo. Esta valoración otorgada por el total de los panelistas, nos indica que el tratamiento con altas concentraciones de CO₂ resultó completamente eficaz cuando fue aplicado tras diferentes momentos de conservación a 1°C.

Igualmente, fruta conservada a 15°C recibió puntuaciones de 4 por parte de los panelistas durante los primeros 20 días de conservación, indicando ausencia total de astringencia. Sin embargo, cuando la evaluación fue realizada tras 30 días de conservación fue detectada una ligera astringencia que se hizo más evidente en la fruta conservada durante 40 días a 15°C (puntuaciones de 3.5 y 3.2 respectivamente). Estos valores inferiores a 4, indicaron una pérdida de eficacia del tratamiento cuando este fue aplicado a fruta conservada previamente a 15°C por periodos de 30 días o superiores.

La gran cantidad de taninos solubles presentes en el caqui, son los responsables de su carácter astringente en el momento de la recolección. A lo largo de la conservación, a 1°C y a 15°C, no se observaron diferencias importantes entre tratamientos, manteniéndose la cantidad de taninos solubles muy próxima a la presente en recolección (0.6 %) (Figura 1A).

En la fruta almacenada a 1°C, tratada o no previamente con 1-MCP, la aplicación del tratamiento con altas concentraciones de CO₂ provocó un acusado descenso de los TS, presentando valores de 0.020-0.025 % tras la aplicación del tratamiento con CO₂ durante toda la conservación (Figura 1B). En este trabajo estos valores se correspondieron con evaluaciones de -no astringencia- a nivel sensorial. Concentraciones de TS de 0.02% fueron también reportadas para las variedades ‘Lycopersicon’ y ‘Thiene’ en fruta que tras recibir el tratamiento con CO₂ fue sensorialmente no astringente (Hribar et al., 2000).

Cuando el tratamiento fue aplicado a fruta conservada a 15°C, durante los primeros 20 días los taninos descendieron hasta valores de 0.02%, sin embargo valores más altos, 0.04%, fueron observados tras el tratamiento cuando este fue aplicado a fruta conservada 30 días, siendo la concentración de TS cercana a 0.09% en fruta tratada tras 40 días de conservación a 15°C. Este menor descenso de TS tras el tratamiento con CO₂ de fruta conservada a 15°C coincidió con la detección de astringencia por el panel de catadores, puntuación de 3.5 tras 30 días, y 3.2 tras 40 días de conservación a 15°C.

El descenso de los TS observado tras el tratamiento de CO₂ es debido a su unión con AcH, con el que forman compuestos insolubles perdiendo su carácter astringente. Este AcH que se liga a los taninos es un producto de la respiración anaerobia que se desencadena en el fruto como consecuencia de las altas concentraciones de CO₂ (Matsuo y Ito, 1982).

La producción de AcH en recolección fue de 0.09 mg/100mL. Durante la conservación se observó en todos los tratamientos un aumento de la producción de AcH que alcanzó su máximo entre los 20 y 30 días de conservación, siendo ligeramente mayor en el caso de la conservación a 15°C, con valores cercanos a 0.4 mg/100mL tras 30 días de conservación (Figura 2 A).

Tras la aplicación del tratamiento de desastringencia y el posterior periodo de comercialización la producción de AcH mostró un importante incremento en todos los tratamientos (Figura 2 B). A las dos temperaturas de conservación la mayor producción tuvo lugar cuando el tratamiento fue aplicado tras 10 días, momento en el que la fruta conservada a 1°C alcanzó valores entorno a 5 mg/100ml, mientras que fruta conservada a 15°C presentaba una producción significativamente menor, 4 mg/100ml. Cuando el tratamiento fue aplicado en momentos más avanzados de la conservación a 1°C la producción de AcH se mantuvo entre 2.8 - 3.7 mg/100ml.

A partir de los 10 días de conservación a 15°C el tratamiento de desastringencia provocó un incremento en la producción de AcH paulatinamente menor, pasando de 4 mg/100ml a los 10 días, a valores de 1.8 mg/100ml tras 40 días.

A la vista de los resultados podemos decir que fruta no astringente presentó tras la aplicación del tratamiento con CO₂ producciones de AcH por encima de 2.5 mg/100mL. Sin embargo, periodos de 30 días o superiores de conservación a 15°C resultaron en valores de AcH que no alcanzaron los 2 mg/100mL tras el tratamiento. Esta menor producción de AcH avanzada la conservación a 15°C, coincidió con un menor descenso de los taninos solubles y con la percepción de astringencia a nivel sensorial. Producciones de AcH inferiores a 2 mg/100mL parecen no ser suficientemente elevadas para hacer descender la concentración de taninos solubles hasta valores no detectables. Arnal y Del Rio (2003), ya observaron en esta variedad de caqui que concentraciones de AcH próximas a 2 mg/100ml producían una menor reducción de taninos solubles que aquellas cercanas a 4 mg/100ml.

La firmeza es un importante atributo de calidad cuando el caqui 'Rojo Brillante' es comercializado en forma de "kaki Persimon". Durante la conservación a 1°C la fruta mantuvo una firmeza muy próxima a la de recolección, 47 N, sin diferencias significativas entre la fruta que había recibido el tratamiento previo con 1-MCP y la que no había sido tratada. La fruta conservada a 15°C sufrió un ablandamiento gradual a lo largo de la conservación, descendiendo la firmeza tras los 40 días que duró el ensayo a valores de 15N (Figura 3A).

Cuando la fruta fue retirada de la temperatura de conservación, sometida al tratamiento de desastringencia y mantenida 5 días a temperaturas de 20°C, fruta conservada a 1°C cayó a valores de firmeza por debajo de 10N, valor considerado el límite comercial, desde los primeros momentos de la conservación, haciéndose patente la sensibilidad de esta variedad a los daños por frío (Figura 3B). Fruta tratada con 1-MCP y conservada a 1°C mantuvo firmezas entorno a los 30N tras la comercialización durante los 40 días que duró el ensayo. Por su parte, aquella fruta conservada a 15°C sufrió un ablandamiento respecto a la firmeza presentada en conservación resultando en fruta con firmeza inferior a 20N a partir de los 10 días, e inferior a 10N tras 40 días.

El estudio de la firmeza nos revela que en el momento de aplicación del tratamiento de desastringencia el grado de ablandamiento de fruta conservada a 15°C respecto a fruta conservada a 1°C fue mayor a medida que avanza la conservación. Esto nos lleva a pensar que el estado de ablandamiento en el momento de aplicación del tratamiento de

desastringencia con altas concentraciones de CO₂ podría jugar un papel relevante en la falta de efectividad del mismo.

CONCLUSIONES

El tratamiento de desastringencia con altas concentraciones de CO₂ aplicado a fruta conservada a 15° no resultó completamente eficaz a partir de periodos de conservación de 30 días o superiores. Esta pérdida de eficacia, detectada a nivel sensorial y coincidente con un descenso menor de los taninos solubles, fue debida a una menor producción de acetaldehído durante el tratamiento de desastringencia.

El tratamiento de desastringencia con altas concentraciones de CO₂ aplicado tras la conservación a 1°C de fruta, tratada o no con 1-MCP, fue completamente efectivo a lo largo de los 40 días que duró el ensayo.

El grado de ablandamiento presentado por los frutos en el momento de aplicación del tratamiento de desastringencia se presenta como un posible factor implicado en la pérdida de eficacia del mismo.

Debido al interés que la aplicación del tratamiento de desastringencia tras la conservación puede tener a nivel comercial, y al hecho de que en la actualidad la conservación es realizada a 15°C, se hacen necesarios más estudios para dilucidar las causas de pérdida de eficacia del tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Arnal, L.; del Río, M.A. 2003. Removing Astringency by Carbon Dioxide and Nitrogen-Enriched Atmospheres in Persimmon Fruit cv. "Rojo brillante". *Journal of Food Science*. 68(4): 1516-1518.
- Arnal, L.; del Río, M.A. 2004. Effect of Cold Storage and Removal Astringency on Quality of Persimmon Fruit (*Diospyros kaki*, L.) cv. Rojo Brillante. *Food Science and Technology International*. 10(3): 179-185.
- ASTM. 1995. Standard definitions of terms relating to sensory evaluation of materials and products. Annual book of ASTM standards. American Society for Testing and Materials. Philadelphia.
- Collins, R.J.; Tisdell, J.S. 1995. The influence of storage time and temperature on chilling injury in Fuyu and Suruga persimmon (*Diospyros kaki* L.) grown in subtropical Australia. *Postharvest Biology and Technology*. 6:149-157.
- Horne, J.; Hayes, J.; Lawless, H. T. 2002. Turbidity as a measure of salivary proteins reactions with astringent substances. *Chemical Senses*. 27: 653-659.
- Hribar, J.; Zaurtanik, M.; Simcic, M.; Vidrih, R. 2000. Changes during storing and astringency removal of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). *Acta Alimentaria*. 29(2): 123-36.
- Kallithraka, S.; Bakker, J.; Clifford, M.N. 1998. Preliminary evidence that salivary proteins are involved in astringency. *Journal of Sensory Studies*. 13: 29-43.
- Matsuo, T.; Ito, S. 1982. A model experiment for deastringency of persimmon fruit with high carbon dioxide: in vitro gelation of kaki-tannin by reacting with acetaldehyde. *Agricultural and Biological Chemistry*. 46: 683-689.
- Salvador, A.; Arnal, L.; Monterde, A., Martínez-Jávega, J.M. 2005. Influence of ripening stage at harvest on quality of persimmon cv. 'Rojo Brillante' stored at different temperatures. *Food Science and Technology Internacional*. 2(5): 359-365.

- Salvador, A.; Arnal, L.; Carot, J.M.; Carvalho, C.P.; Jabaloyes, J.M. 2006. Influence of different factors on firmness and color evolution during the storability of persimmon cv. 'Rojo brillante'. *Journal of Food Science*. 71(2): 169-175.
- Taira S. 1995. Astringency in persimmon. p. 97–110. In: Linskens. H.F. and J.F. Jackson (eds.). *Fruit Analysis*. Springer. Heidelberg, Germany.
- Taira S.; Ono M.; Matsumoto N. 1997. Reduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannins. *Postharvest Biology and Technology*. 12(3): 265–271.

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Evaluación sensorial de astringencia de caqui ‘Rojo Brillante’ tras ser sometido al tratamiento de desastringencia con altas concentraciones de CO₂ después de diferentes periodos de conservación a 1°C (con o sin tratamiento de 1-MCP) ó a 15°C más 5 días a 20°C. Escala de astringencia desde 1-muy astringente a 4 - no astringente.

	Días a 1°C ó 15°C + CO ₂ + 5 días a 20°C			
	10	20	30	40
1°C	4	4	4	4
1-MCP + 1°C	4	4	4	4
15°C	4	4	3.5	3.2

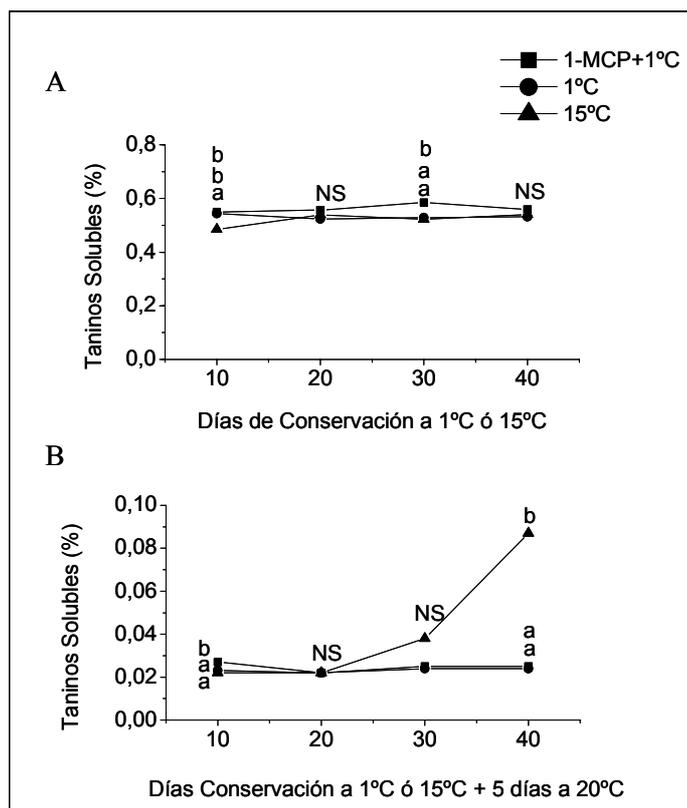


Figura 1. Contenido de Taninos Solubles de caqui ‘Rojo Brillante’ tras diferentes periodos de conservación a 1°C (con o sin tratamiento de 1-MCP) ó a 15°C (A) y tras ser sometido al tratamiento de desastringencia con altas concentraciones de CO₂ más 5 días a 20°C (B). Valores con la misma letra para un mismo periodo no difieren significativamente entre si (LSD 5%).

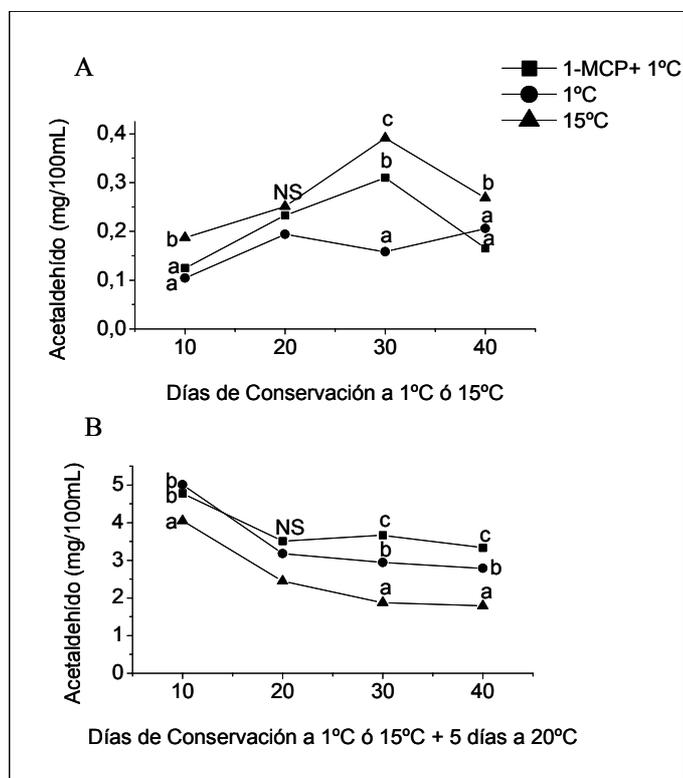


Figura 2. Producción de Acetaldehído en caqui ‘Rojo Brillante’ tras diferentes periodos de conservación a 1°C (con o sin tratamiento de 1-MCP) ó a 15°C (A) y tras ser sometido al tratamiento de desastringencia con altas concentraciones de CO₂ más 5 días a 20°C (B). Valores con la misma letra para un mismo periodo no difieren significativamente entre si (LSD 5%).

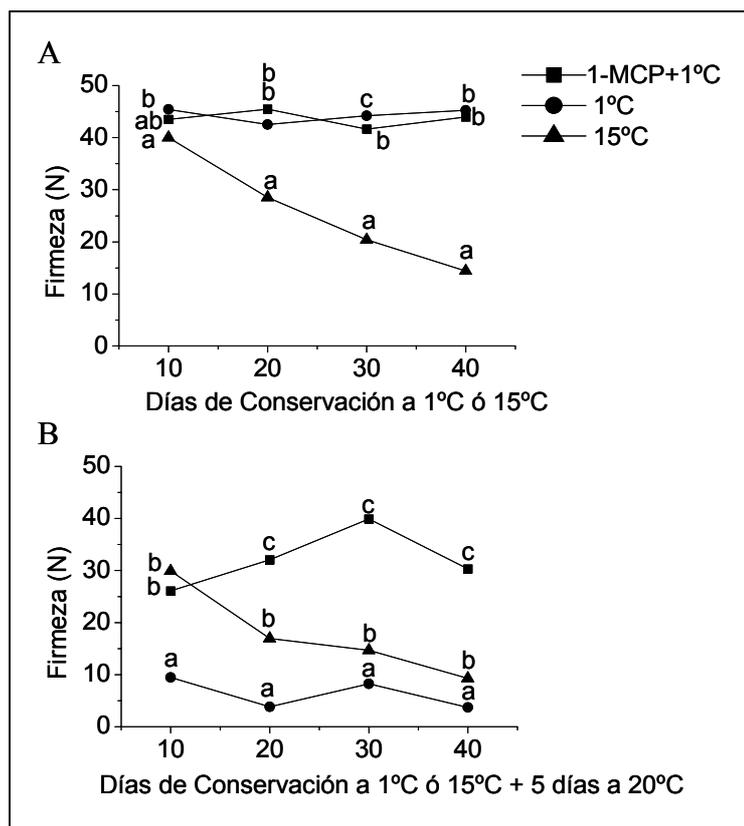


Figura 3. Firmeza de caqui 'Rojo Brillante' tras diferentes periodos de conservación a 1°C (con o sin tratamiento de 1-MCP) ó a 15°C (A) y tras ser sometido al tratamiento de desastringencia con altas concentraciones de CO₂ más 5 días a 20°C (B). Valores con la misma letra para un mismo periodo no difieren significativamente entre si (LSD 5%).