

TENDENCIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS DE PEPITA EN EL ALTO VALLE DE RIO NEGRO, ARGENTINA

Calvo, Gabriela

Área poscosecha, Estación Experimental INTA ALTO VALLE. CP8332, General Roca, Río Negro, Argentina.

E-mail: calvo.gabriela@inta.gob.ar

Palabras claves: frutas de pepita, calidad, etileno, atmósfera controlada dinámica, 1-metilciclopropeno

Tecnologías de almacenamiento: atmosferas con bajos oxígeno, 1-metilciclopropeno

La región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, situada en la Patagonia Norte, representa una de las economías regionales más dinámicas del país, ya que participa con más del 80% de la producción de frutos de pepita. La superficie total plantada de pepita es de 43.336 ha (De Simone, 2004). Los frutos de pepita son climatéricos (Kader, 1999), por lo tanto el etileno inicia y coordina los principales cambios que se producen durante la maduración (Abeles *et al.*, 1992). Al ser productos perecederos, el manejo de la cosecha y la poscosecha determina que el producto satisfaga las exigencias del consumidor. Considerando el fuerte perfil exportador de la actividad frutícola de Argentina, es necesario poner énfasis en preservar los frutos mediante el uso de tecnologías no agresivas para la salud humana y respetuosas del medio ambiente (Calvo y Kupferman, 2011).

La combinación de una cosecha oportuna, refrigeración, atmósfera controlada o modificada, así como el uso de productos no cuestionados, son algunas de las herramientas que se utilizan para lograr dicho objetivo. Estas prácticas reducen la tasa de respiración y la pérdida de calidad de los frutos en forma directa, y afectan la producción y la acción del etileno, procesos que son necesarios para la maduración de la fruta (Mattheis *et al.*, 2000).

Entre las últimas herramientas tecnológicas de poscosecha, se pueden mencionar el uso de atmósferas controladas dinámicas (ACD) y la aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP). La Atmósfera controlada dinámica (ACD) consiste en mantener los niveles de oxígeno (O₂) en los límites mínimos tolerados por la fruta, para lo cual se monitorea mediante sensores y se ajustan periódicamente sus niveles. Los sensores de fluorescencia de la clorofila han demostrado ser efectivos en detectar el estrés debido a bajos valores de O₂ en manzanas, peras, bananas, mango, palta y diversos vegetales (Prange *et al.*, 2003). Hasta el momento, el uso comercial de la ACD solo ha sido evaluado en manzanas, especie en la cual favorece el mantenimiento de la firmeza, la acidez y reduce el desarrollo de algunos fisiopatías sin afectar la calidad sensorial de los frutos (Prange *et al.*, 2003; Zanella *et al.*, 2005; Candan y Calvo, 2011) y no se dispone de información publicada de su efecto en el almacenamiento de peras.

El 1-metilciclopropeno (1-MCP) es un inhibidor de la acción del etileno, que al ser un análogo estructural, tiene la propiedad de fijarse sobre el receptor e impedir así el acoplamiento del etileno al mismo. De esta forma, el 1-MCP inhibe la maduración del fruto. El 1-metilciclopropeno (1-MCP) (SmartFresh®) ha demostrado una gran efectividad en inhibir el etileno, y retardar el proceso de maduración de frutos climatéricos (Sisler y Serek, 1997; Golding *et al.*, 1998; Fan *et al.*, 1999; Abdi *et al.*, 1998; Fan *et al.*, 2000). Su aplicación

inmediatamente después de la cosecha reduce la producción de etileno y la respiración, disminuye la pérdida de firmeza y de acidez titulable y reduce la incidencia de escaldadura superficial (Mattheis *et al.*, 2001). Su modo de acción es a través de la unión a los receptores, impidiendo la transmisión de la señal que sensibiliza los tejidos al etileno (Sisler y Serek, 1997).

El Area Postcosecha de la Estación Experimental Alto Valle del INTA evaluó el efecto de la conservación en ACD y la aplicación de SmartFresh® sobre la madurez, la calidad y el potencial de conservación en frutos de manzanas y peras. En este trabajo se resumen los resultados obtenidos y se discuten los beneficios del uso de estas tecnologías, como así también los desafíos pendientes de resolver.

En manzanas, la producción de etileno de la fruta conservada en FC fue mayor y se incrementó más rápidamente que en los frutos conservados en AC y ACD. No se observaron diferencias entre la producción de etileno de la fruta conservada en AC y en ACD. El 1-MCP inhibió la producción de etileno, luego de 3 (Figura 1) y 5 meses de conservación y comenzó a incrementarse luego de 7 meses y 14 días a 20°C (datos no presentados). En peras, los frutos almacenados en AC y ACD presentaron mayores valores de producción de etileno a salida de cámara y durante el posterior periodo de vida en estante que los frutos almacenados en FC, mientras que los frutos tratados con 1-MCP mantuvieron inhibida completamente la producción de etileno (Figura 2).

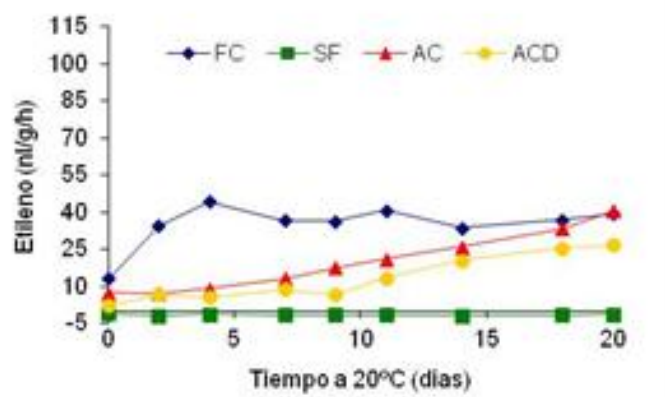


Figura 1. Producción de etileno en manzanas ‘Cripp’s Pink’ después de 3 meses de almacenamiento bajo distintos sistemas de conservación

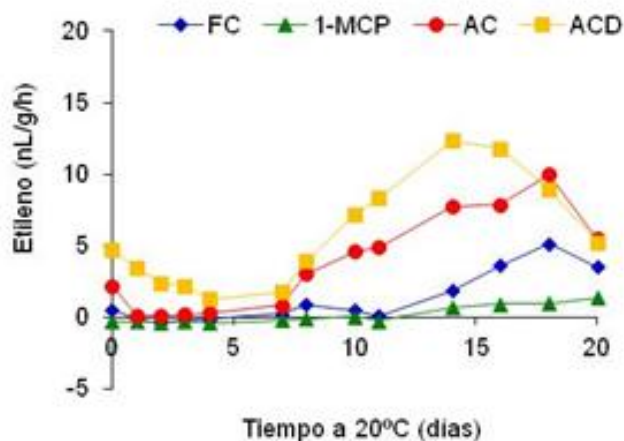


Figura 2. Producción de etileno en peras ‘Beurre D’Anjou’ después de 6 meses de almacenamiento bajo distintos sistemas de conservación

Los parámetros de madurez más afectados por los tratamientos en manzanas y peras fueron la firmeza, el color de la piel y en menor medida, la acidez titulable (AT). En todas las evaluaciones realizadas en manzanas, la fruta almacenada en FC presentó menores valores de firmeza que la fruta almacenada en AC, ACD o tratada con 1-MCP. En la última evaluación, la ACD y 1-MCP fueron más efectivos que la AC en mantener la firmeza durante la vida en estante (Figura 3).

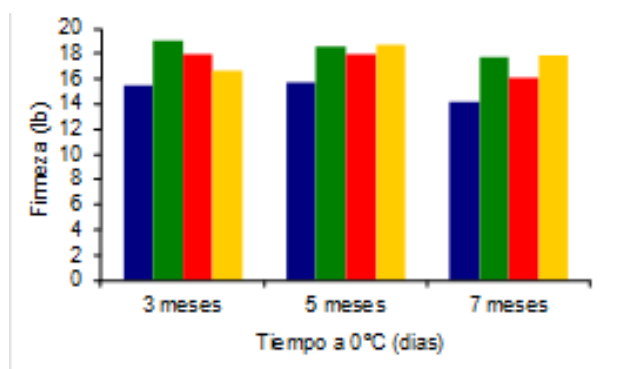


Figura 3. Efecto del sistema de conservación sobre la firmeza de manzanas ‘Cripp’s Pink’ después de 3, 5 y 7 meses de almacenamiento seguidos de 14 días de vida en estante a 20°C.

Se considera que las peras están aptas para consumo cuando alcanzan valores de firmeza de 4 libras (Ekman *et al.*, 2004). Los frutos almacenados en FC, AC y ACD se ablandaron normalmente y alcanzaron la firmeza de consumo después de 7 días de vida en estante, mientras que los frutos tratados con 1-MCP no llegaron a alcanzar la firmeza de consumo (Figura 4), motivo por el cual se requiere estudiar alguna estrategia de reversión.

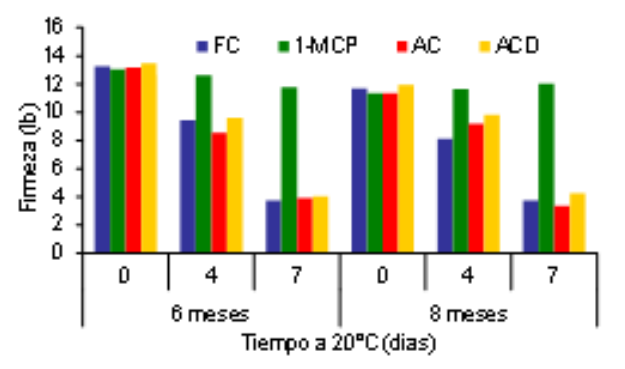


Figura 4. Efecto del sistema de conservación sobre la firmeza de peras ‘Beurre D’Anjou’ después de 6 y 8 meses de almacenamiento seguidos de 0, 4 y 7 días de vida en estante a 20°C.

Tanto en manzanas como en peras, se comprobó que el almacenamiento en ACD es, generalmente, más efectivo que el tratamiento con 1-MCP para mantener el color verde durante el almacenamiento, mientras que este último mantiene el color durante la vida en estante de los frutos (datos no presentados). Estos resultados coinciden con lo observado en peras Williams (Candan y Calvo, 2011) y es particularmente importante a nivel comercial ya que el color verde de los frutos es un factor decisivo para que los compradores acepten el

producto. Las diferencias en AT se incrementaron a medida que se prolongó la conservación y la vida en estante, presentando los frutos de FC menores valores que los frutos del resto de los tratamientos (datos no presentados).

Principales limitantes para el almacenamiento: escaldado superficial

El escaldado superficial es la fisiopatía de poscosecha más importante de las principales variedades de peras y manzanas cultivadas en nuestro país y en todas las zonas productoras del mundo. Es un daño por frío que se desarrolla en los frutos luego de un período prolongado de almacenamiento a bajas temperaturas, por lo que resulta un factor limitante para la larga conservación. Los síntomas característicos son manchas marrones en la piel del fruto (Figura 5). A medida que avanza el daño, se observa el oscurecimiento del color y el incremento de la superficie afectada. Su desarrollo es causado por la oxidación del compuesto α -farnaseno, un compuesto natural presente en la cera de la superficie de las manzanas y peras.

A pesar de no afectar la pulpa, el sabor, ni la textura del fruto, el escaldado superficial es una alteración que reduce su valor comercial. Los frutos afectados no se destinan al consumo en fresco, sino al proceso en la industria. Esta fisiopatía ha llegado a provocar pérdidas de hasta el 50 % de la fruta almacenada en cámaras frigoríficas.



Figura 5. Síntomas característicos de escaldadura superficial en peras y manzanas

Alternativas de Control de escaldadura superficial

Históricamente, este desorden se controló eficazmente mediante la aplicación de productos antioxidantes que evitan la formación de trienos conjugados, tales como la difenilamina (DPA) y la etoxiquina. Sin embargo, algunos mercados han limitado el uso de estos productos, lo que resulta una situación crítica y plantea la necesidad de nuevas estrategias para controlar esta fisiopatía en el futuro. Anticipándose a esta tendencia, hace varios años que los investigadores del INTA Alto Valle, trabajan en la búsqueda de métodos alternativos de control del escaldado superficial. Entre estos métodos se destacan por su efectividad y por la factibilidad de uso a escala comercial la aplicación del 1-Metilciclopropeno, el almacenamiento en bajos niveles de oxígeno (ej. ultra bajo oxígeno (ULO); atmósfera controlada dinámica (ACD), o la combinación de ambas tecnologías.

De los resultados obtenidos en los últimos años en manzanas, se puede resumir que la fruta almacenada en FC manifestó una incidencia de escaldadura superficial de entre 90-100%

desde los 5 meses de almacenamiento; mientras que la conservada en AC, ACD o tratada con 1-MCP no presentó escaldadura durante el periodo de evaluación de este ensayo (7 meses + 14 días) (datos no presentados). En peras, el porcentaje de frutos afectados con escaldadura fue alto en frutos de FC y AC, afectando más del 80% después de 7 días de vida en estante. El almacenamiento en ACD redujo significativamente este desorden y el tratamiento con 1-MCP logró un control absoluto (Figura 6).

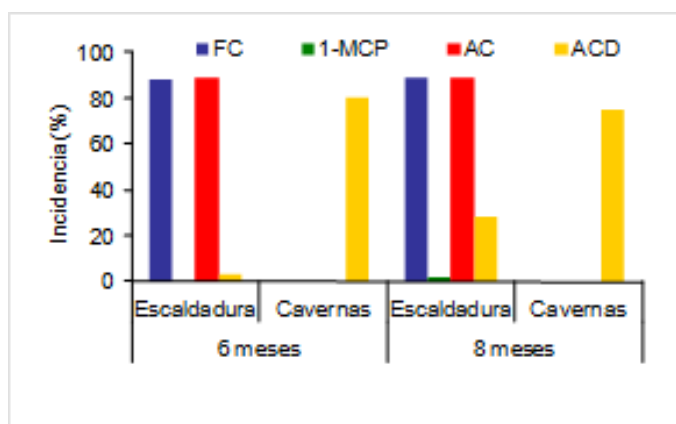


Figura 6. Efecto del sistema de conservación sobre la incidencia de escaldadura superficial y cavernas en peras ‘Beurré D’Anjou’ después de 6 y 8 meses de almacenamiento seguidos de 7 días de vida en estante a 20°C

El desarrollo de cavernas fue un factor limitante del almacenamiento de las peras ‘Beurré D’Anjou’ en ACD y afectó a más del 70% de los frutos de este tratamiento en todas las evaluaciones realizadas (Figura 6). El desarrollo de cavernas es uno de los síntomas asociados a concentraciones inapropiadas de atmósfera y se atribuye principalmente a niveles elevados de CO₂ (Benítez, 2002). Esta fisiopatía también fue observada en frutos de Beurré D’Anjou almacenados en ACD la temporada pasada (Candan y Calvo, 2009), lo cual sugiere que esta variedad es altamente sensible a la toxicidad por CO₂ tal como fue observado en algunas variedades de manzana.

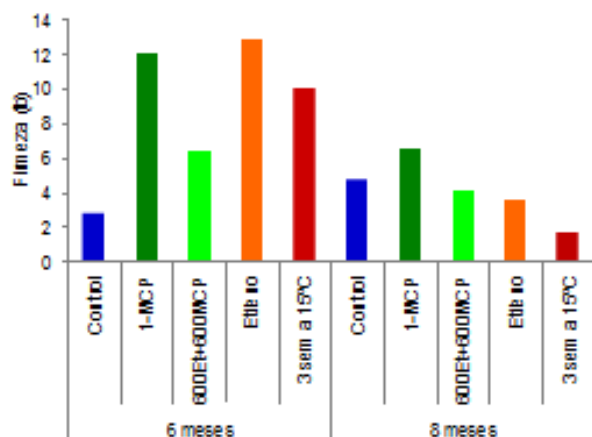


Figura 7. Efecto del tratamiento de reversión sobre la firmeza de peras ‘Beurré D’Anjou’ después de 6 y 8 meses de almacenamiento seguidos de 7 días de vida en estante a 20°C.

Para optimizar el uso comercial de 1-MCP en peras se requiere la aplicación de una concentración lo suficientemente alta como para retrasar el proceso de maduración y controlar la escaldadura superficial, pero que permita una adecuada maduración de la fruta después del almacenamiento. El tratamiento de aplicación simultánea de 1-MCP y etileno, permitió la pérdida de firmeza a una menor tasa que los controles, y manteniendo una incidencia de escaldadura similar a los frutos tratados con 1-MCP sin reversión, por lo tanto, se muestra como el tratamiento más promisorio entre todas las alternativas evaluadas.

Situación de registro actual respecto de uso de productos antiescaldantes

En los últimos años, los tratamientos con sustancias químicas en general están siendo cuestionados en los mercados más exigentes a los cuales se destina nuestra producción. En tal sentido, en los años 2011 y 2012 la Comisión Europea decidió excluir del listado de productos permitidos a la etoxiquina y la difenilamina, respectivamente, por lo que en el futuro no se podrán utilizar en fruta con este destino. Luego de una serie de plazos legales, apelaciones, re-evaluaciones, pedidos de uso de emergencia y aplazamientos, esta temporada marca el límite de uso para la difenilamina y, según se espera, la próxima temporada lo será para la etoxiquina. El actual límite máximo de residuos (LMR) permitido de difenilamina de 5 mg/kg para manzanas y 10 mg/kg para peras, se reduce a partir del 2 de Febrero del 2014 a 0,1 mg/kg como tolerancia temporal por contaminación cruzada, válido hasta Julio de 2015. A partir de esa fecha, ya no habrá tolerancia permitida. Esta tolerancia temporal se debe a numerosos antecedentes de contaminación con DPA en frutos no tratados, ocasionada por la presencia del producto en las paredes de las cámaras frigoríficas, en los bins y en la línea de empaque. Las posibles fuentes de residuos incluyen: volatilización de las paredes de las cámaras, cámaras que comparten un suministro de aire común con cámaras que almacenan fruta tratada con DPA, residuos de DPA en los bins, y la línea de empaque. Hay numerosos antecedentes de varias regiones productoras como Estados Unidos, Canadá e Israel, que mencionan la contaminación de DPA en frutos no tratados. Hasta el momento, ninguno de los métodos que se han evaluado para eliminar los residuos de DPA resultó efectivo, y se observó una persistencia ambiental de este principio activo en todo tipo de superficies y suelos.

En cuanto a la etoxiquina, el actual LMR para peras de 3 mg/kg en el mercado europeo permanecerá vigente para la campaña 2014. Se espera su baja definitiva para la temporada próxima. A diferencia de la DPA, no se han informado problemas de contaminación cruzada por este producto.

Referencias bibliográficas

Abeles FB, Morgan PW, Saltveit ME. 1992. Ethylene in Plant Biology, 2 ed. Academic Press, San Diego, California, USA. 414 pp.

Benitez CE. 2001. Cosecha y Poscosecha de Peras y Manzanas en los Valles Irrigados de la Patagonia. INTA EEA Alto Valle. General Roca, Río Negro. Argentina. 126 pp.

Candan AP, Stahl E, Calvo G. 2011. Atmósferas controladas dinámicas: una herramienta efectiva para el mantenimiento de la calidad postcosecha de peras ‘Williams’. VI Jornadas Argentinas de Biología y Tecnología de Postcosecha. 23 al 25 de Noviembre, 2011, Mendoza, Argentina. pp20.

Calvo G; Kupferman E. 2011. Current DPA and ethoxyquin situation and alternatives to superficial scald control in apples and pears. Proc. 4th International Conference Postharvest Unlimited. Acta Horticulturae, 945: 51-54.

De Simone C. 2004. Análisis de los resultados definitivos del Censo Nacional Agropecuario 2002. Industriales y Frutales. Área de Análisis Económico de la Dirección de Economía Agropecuaria,

Subsecretaría de Economía Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. 27 pp.
<http://www.seagpya.mecon.gov.ar>. Última información accesible: mayo de 2006.

Ekman JH, Clayton M, Biasi WV, Mitcham EJ. 2004. Interactions between 1-MCP concentration, treatment interval and storage time for ‘Bartlett’ pears. *Postharvest Biology and Technology*, 31: 127-136

Fan X, Argenta L, Mattheis JP. 2000. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 135-142.

Gac A.1982. Gestion des stocks en entreposage frigorifique. *R.G.Froid*, 82 :277-281.

Kader AA. 1999. Ethylene-induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops. *HortScience*, 20: 54-57.

Mattheis JP., Fan X, Argenta L C. 2000. Manipulation of ‘Bartlett’ pear fruit ripening with 1-MCP. 8th. International Pear Symposium, pp. 263-265.

Prange RK, De Long JM, Harrison PA. 2003. Oxygen concentration affects chlorophyll fluorescence in chlorophyll-containing fruit and vegetables. *Journal of the American Society Horticultural Science*, 128 (4): 603-607.

Sisler EC, Serek M. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. *Physiology Plantarum*, 100: 577-582.

Zanella A, Cazzanelli A, Panarese A, Coser M, Ceccinel M, Rossi O. 2005. Fruit fluorescence response to low oxygen stress: modern storage technologies compared to 1-MCP treatment of apple. *Acta Horticulturae*, 682: 1535-1542.