

Sistema de atmósfera controlada para la conservación de la manzana

José Alfredo Hernández Chacón¹, Sandra Pérez Álvarez^{1*},
César Marcial Escobedo Bonilla² y María Antonia Flores Córdova

1. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. Universidad Autónoma de Chihuahua.
2. Instituto Politécnico Nacional (IPN)-Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Sinaloa
3. el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Sinaloa
4. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua

*Autor por correspondencia:

spalvarez@uach.mx

Introducción

El género *Malus* Mill. tiene entre 25 y 33 especies (Ma et al., 2017) incluyendo a la manzana (*Malus domestica* Borkh.), el cual es uno de los frutales más importantes desde el punto de vista económico en todo el mundo (Posadas-Herrera et al., 2018).

En el año 2019 en México se sembraron 57,417.77 ha, con una producción 761,483.39 t y un valor en miles de pesos de 8,401,087.10. De la superficie sembrada en el país, Chihuahua contribuyó con 30,846.25 ha, produciendo 624,696.36 t, con un valor en miles de pesos de 7,356,907.30, siendo el primer estado productor (SIAP, 2021).

Las pérdidas poscosecha en la calidad nutricional de los productos hortícolas aumentan por las altas temperaturas, el daño físico, la baja humedad relativa, el daño por frío y el almacenamiento prolongado (Kader, 1983). Las atmósferas controladas representan una tecnología utilizada para disminuir estas pérdidas y elevar la seguridad nutricional y alimentaria.

Las atmósferas controladas se consideran una de las tecnolo-

gías más utilizadas para retardar la maduración de los alimentos. Esta tecnología se basa en modificar la concentración de los gases que se encuentran en el medio ambiente (aumenta CO₂ y reduce O₂) con el objetivo de disminuir la respiración para retardar la descomposición del alimento una vez que fue cosechado (Barreiro y Sandoval, 2006).

2. Aspectos generales de la manzana (*Malus domestica* Borkh.)

La manzana (*M domestica*) es una de las frutas de pepita más importantes distribuidas principalmente en las regiones templadas del mundo. La manzana pertenece a la familia de las Rosáceas, que incluye más de 100 géneros y 3000 especies con frutos y bayas de zonas templadas de importancia económica (Martinelli et al., 2008).

El origen del árbol de manzana, como el de diversas plantas cultivadas, no está muy esclarecido. En la actualidad se acepta que en la obtención de los manzanos cultivados han intervenido, al menos, *M. sieversii*, *M. orientalis* y *M. sylvestris*. Diversos autores suponen que las manzanas se origina-

ron en el Turkestán y el Cáucaso, por la gran diversidad en las formas y sabores de las frutas que allí se encuentran (Castroviejo, 1998).

3. Almacenamiento de la manzana (*Malus domestica* Borkh.)

La calidad no se puede mejorar después de la cosecha, solo se mantiene; por lo tanto, es importante cosechar frutas, verduras y flores en la etapa y tamaño adecuados y con la máxima calidad. Los productos hortícolas de alta calidad se pueden almacenar de la siguiente manera (Dhatt y Mahajan, 2007):

- a) Almacenar solo productos de alta calidad, libres de daños, descomposición y de madurez adecuada (no demasiado maduros o poco maduros);
- b) Se deben conocer los requisitos de los productos básicos que se desean almacenar y seguir las recomendaciones de temperatura, humedad relativa y ventilación adecuadas;

Sección PAIDEIA

- c) Evitar temperaturas de almacenamiento inferiores a las recomendadas;
- d) No sobrecargar los cuartos de almacenamiento ni apilar los contenedores muy cerca;
- e) Proporcionar una ventilación adecuada en la sala de almacenamiento;
- f) Mantener limpias las salas de almacenamiento; entre otras.

Algunos métodos que se utilizan para el almacenamiento de productos hortícolas son: preenfriamiento, aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP) y las atmósferas controladas (Sandooja, 2014).

3.1 Preenfriamiento

El preenfriamiento es el enfriamiento de productos frescos para eliminar el calor del campo. El calor de campo excesivo que prevalece en los frutos conduce a una mayor tasa de respiración durante el almacenamiento y transporte. Una tasa de respiración más alta generalmente conduce a un deterioro temprano de las frutas durante el almacenamiento y transporte. Hay muchos métodos de enfriamiento dentro de los que se encuentran (Sandooja, 2014):

- Refrigeración de la habitación: Es la técnica más utilizada debido a su versatilidad y bajo costo. Sin embargo, este no es un verdadero método de preenfriamiento. En la habitación fría el producto debe ser tolerante a la lenta eliminación del calor porque implica el enfriamiento por conducción de calor cruzando las paredes del depósito.
- Refrigeración por aire forzado: El aire enfriado se extrae mediante el uso de

ventiladores a través del recipiente y se elimina el aire caliente. Es de 4 a 10 veces más rápido que el enfriamiento de la habitación y 2-3 veces más lento que el enfriamiento por agua.

- Refrigeración hidráulica: El tratamiento con agua fría es un método antiguo y eficaz para un preenfriamiento rápido. La amplia gama de frutas y verduras a hidroenfriarse pueden ser inmersas en un enfriador de agua tipo ducha. El agua fría se bombea desde el fondo hasta la bandeja perforada superior. La ducha de agua sobre los productos puede estar en el contenedor o en las cajas o suelta en la cinta transportadora que pasa por debajo. El agua que sale del producto se puede filtrar para eliminar desechos y luego pasar por serpentines de refrigeración donde se vuelve a enfriar por evaporación o refrigeración.

3.2 1-metilciclopropeno (1-MCP)

La utilización de 1-MCP en diversas hortalizas, frutas y flores, permite alargar la vida útil de las mismas. El 1-MCP compite por el etileno ya que tiene similitud con los receptores de membrana, induciendo una demora en las transformaciones fisiológicas características de la maduración y la senescencia. Algunas de las frutas que han sido sometidas a estudios de aplicación de 1-MCP son el banano (Jiang et al., 1999), el melón (Ergun et al., 2005), la manzana (Fan y Mattheis, 1999), el mango (Hofman et al., 2001), el aguacate (Jeong et al., 2002), entre otras.

El 1-MCP fue descubierto como inhibidor del etileno por Blankenship y Sisler,

investigadores de la Universidad Estatal de Carolina del Norte de Estados Unidos en 1996 (Mitcham, 2001).

El 1-MCP retrasa la maduración y extiende la vida útil de las manzanas mediante el bloqueo de la acción del etileno (Blankenship y Dole, 2003). A pesar de los efectos positivos que se evidencian en varios frutos, el 1-MCP no tiene ningún efecto antimicrobiano y los informes sobre el crecimiento de microorganismos causantes de deterioro en los productos tratados con este compuesto han sido inconsistentes (Gang et al., 2007).

3.3 Atmósferas controladas

La tecnología de atmósferas controladas se ha desarrollado desde el año 1925 (Yahia, 1995), la cual modifica la concentración de los gases presentes en la atmósfera ambiental, de tal manera que aprovecha su incidencia en la maduración de productos. Este proceso permite conservar los productos por un tiempo considerablemente más largo desde que fue producido, aumentando el periodo para ser consumidos. Esta característica es de vital importancia cuando se desea exportar un alimento a tierras lejanas en cantidades considerables, buscando el menor costo posible por envío (Barreiro y Sandoval, 2006).

El primer trabajo sobre las atmósferas controladas como tecnología de conservación de frutas, se desarrolló en el año 1925 por Quid y Est en Inglaterra. Ellos encontraron que al aumentar la concentración del CO₂ o disminuir el O₂, se generaba un efecto positivo al conservar la manzana lo que se traducía en un aumento de su tiempo de vida útil después de la cosecha (Yahia, 1995).

Diversas investigaciones describen la concentración de O₂ más eficiente por cada alimento a una determinada temperatura

(Barreiro y Sandoval, 2006), y esto a su vez aumenta la eficiencia de la tecnología al puntualizar el proceso para cada fruta u hortaliza. Una posibilidad para controlar el nivel de O₂ es introducir aire del ambiente externo, y debido a la respiración del alimento, remover el CO₂ para aumentar la eficiencia del proceso (Yahia, 1995).

En la actualidad, la empresa Cornelius Letkeman Wiebe ubicada en carretera Álvaro

Obregón, Corredor Comercial, Km 14, Campo 3B, Cuauhtémoc, Chihuahua, tiene instaladas cinco cámaras con atmósfera controlada para la conservación de la manzana (Figura 1) como resultado de un proyecto de la Maestría en Agronegocios de la FCAyF.

En la figura anterior se puede observar que del 2016 al 2017 la empresa presentó un crecimiento de 15% esto debido al incremento en la maquila y

empaque de manzana. Al cierre del 2018 las ventas totales fueron de \$57 379 mdp. En periodo analizado del año 2019 (enero-abril) aparentemente ocurrió una disminución en los parámetros estudiados, sin embargo, esto no es representativo ya que no se considera el ciclo completo de este año o de la producción de manzana.

Los costos de producción del 2018 al 2019 se redujeron en un 4 p.p. Al cierre del 2019 el costo se incrementó en un 24 p.p. sobre ingresos en virtud de que se consideraron los costos de producción de manzana del 2018 y de la maquila y empaque de la cosecha del 2017 que se vendió en el 2018, los márgenes mejoraron por un mayor precio en los productos.

Los gastos del 2018 al 2019, se incrementaron en 1 p.p., lo anterior fue debido a un incremento en los gastos de fletes, al parcial de 2018 se produjo un incremento de 2 p.p. ya que además de los gastos del ciclo productivo de la manzana, se incrementó el precio del Diesel y mano de obra.



Figura 1: Cámaras con atmósfera controlada en la empresa Cornelius Letkeman Wiebe ubicada en Cuauhtémoc, Chihuahua.

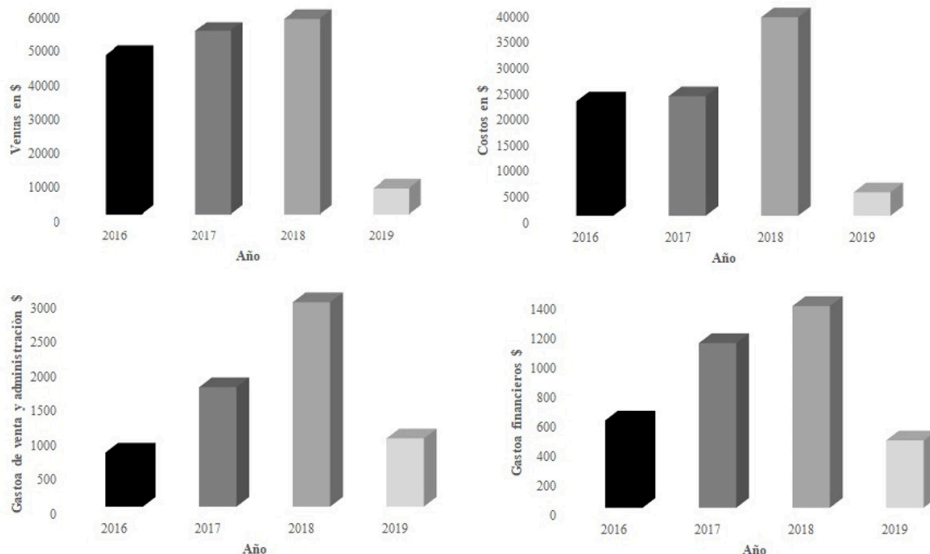


Figura 2: Estado Financiero de la Empresa Cornelius Letkeman Wiebe.

En base a la estimación y gestión del proyecto; el equipamiento, la inversión en infraestructura y la consultoría permitió generar los siguientes impactos:

- Se conservaron 28 empleos formales.
- Se generaron 10 empleos nuevos formales, representando un incremento en la plantilla productiva de la empresa del 35%.
- Las ventas para el primer año crecieron en un 36% después de la implementación del proyecto.

Como se puede apreciar la implementación de este proyecto proporcionó resultados socioeconómica y financieramente favorables no solo a nivel de empresa sino también para la comunidad.

Referencias

Barreiro J. y Sandoval A. 2006. Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas, 1a edición, 100-101. Equinoccio, Caracas, Venezuela.

Blankenship S. and Dole J 2003. 1-Methylcycloprpene; a review. *Postharvest Biology and Technology*, 28: 1-25.

Castroviejo S. 1998. *Flora Ibérica: Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Real Jardín Botánico, Madrid, 466 p.

Dhatt AS. and Mahajan BVC. 2007. *Horticulture post-harvest technology harvesting, handling and storage of horticultural crops*. Punjab Horticultural Postharvest Technology Centre, Punjab Agricultural University Campus, Ludhiana.

Ergun M, Jeong, JD, Huber J, Cantliffe DJ. 2005. Suppression of ripening and softening of 'galia' melons by

1-methylcyclopropene applied at preripe or ripe stages of development. *HortScience*, 40(1):170-175.

Fan X. and Mattheis J. 1999. Impact of 1-methylcyclopropene and methyl jasmonate on apple volatile production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 2847-2853.

Gang KJ, Luo Y, Tao Y. 2007. Effect of the sequential treatment of 1-methylcyclopropene and acidified sodium chlorite on microbial growth and quality of fresh-cut cilantro. *Postharvest Biology and Technology*, 46: 144-149.

Hofman PJ, Jobin-Décor M, Meiburg GF, Macnish, AJ, Joyce DC. 2001. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41(4):567-572.

Jeong J, Huber DJ, Sargent SA. 2002. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea Americana*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 25(3):241-256.

Jiang Y, Joyce DJ, Macnish AJ. 1999. Extension of the shelf-life of banana fruit

- by methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. *Postharvest Biology and Technology*, 16: 187-193.
- Kader AA. 1983. Postharvest quality maintenance of fruits and vegetables in developing countries. In: Lieberman, M., *Post-Harvest physiology and crop preservation*. Plenum Publishing Corporation, pp.455-469.
- Ma B, Liao L, Peng Q, Fang T, Zhou H, Korban SS, Han Y. 2017. Reduced representation genome sequencing reveals patterns of genetic diversity and selection in apple. *Journal of Integrative Plant Biology*, 59:190-204.
- Martinelli F, Busconi M, Camangi F, Fogher C. 2008. Ancient Pomoideae (*Malus domestica* Borkh and *Pyrus communis* L.) cultivars in Tuscany, Italy: Molecular (SSR) and morphological characterization. *Caryologia*, 61: 320-331.
- Mitcham B. 2001. 1-MCP, The Next Revolution in Postharvest Technology? *Perishables Handling Quarterly* (University of California), 108:1-34.
- Posadas-Herrera BM, López PA, Gutiérrez-Rangel N, Díaz-Cervantes R, Ibáñez-Martínez A. 2018. La diversidad fenotípica de manzano en Zacatlán, Puebla, México es amplia y es aportada principalmente por características de fruto. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(1): 49-58.
- Sandooja JK. 2014. Precooling and refrigerated storage of fruits. In: *Postharvest technology of horticultural crops*. Counseling & Placement Centre, Directorate of Students' Welfare and Department of Horticulture CCS Haryana Agricultural University, Hisar-125004, pp. 11-12.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera 2021. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- Yahia E. 1995. La tecnología de las atmósferas modificadas y controladas: I Parte, *Horticultura Internacional*, (7): 37-39).