

Evaluación del cloruro de calcio a diferentes concentraciones en poscosecha de guayaba (*Psidium guajava L.*) con diferentes temperaturas

Aguilar Amezcua Claudia Veronica, Matías Almora Mary Carmen, Gutiérrez Arzate Diego, Solís Galván Jesús, Chirino Galindo Gladys*

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Laboratorio de Investigación Científica V. Av. De los Barrios No. 1, Los reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México. C.P. 54090. México.

* Autor para correspondencia: gchirinog@hotmail.com

Recibido:

02/agosto/2019

Aceptado:

15/octubre/2019

Palabras clave:

Guayaba, poscosecha, cloruro de calcio

Keywords:

Guava, post-harvest, calcium chloride

RESUMEN

La búsqueda de estrategias que permitan alargar el tiempo de vida útil en frutas ha tomado gran importancia en la industria alimenticia, ya que esto evita pérdidas en la producción. En la presente investigación, se evaluó el efecto del cloruro de calcio a tres diferentes concentraciones en la conservación de la guayaba (*Psidium guajava L.*) expuesta a tres diferentes temperaturas. Las propiedades fisicoquímicas fueron evaluadas durante 21 días, con el fin de alargar la vida poscosecha de la guayaba conservando sus propiedades nutrimentales. Los resultados indican, que es posible incrementar la vida útil de las guayabas aplicando cloruro de calcio. La aplicación de los tratamientos no modifica el valor nutricional de los frutos examinados, mientras el análisis sensorial mostro una gran diferencia en comparación a los frutos sin tratamiento. Por lo tanto, es posible que aplicaciones de cloruro de calcio sean tomadas en cuenta para recubrir guayabas y aumentar su vida útil.

ABSTRACT

The search for strategies to extend the shelf life in fruits has taken great importance in the food industry, as this prevents production losses. In the present investigation, the effect of calcium chloride at three different concentrations on the conservation of guava (*Psidium guajava L.*) exposed to three different temperatures was evaluated. The physicochemical properties were evaluated for 21 days, in order to extend the post-harvest life of the guava while preserving its nutritional properties. The results indicate that it is possible to increase the shelf life of guavas by applying calcium chloride. The application of the treatments does not modify the nutritional value of the examined fruits, while the sensory analysis showed a great difference compared to the fruits without treatment. Therefore, it is possible that calcium chloride applications are taken into account to coat guavas and increase their shelf life.

Introducción

La maduración en frutos es un proceso importante que promueve rutas bioquímicas, para que estos sean atractivos y deseables al público; esta es de gran interés en la investigación biológica debido a que los cambios bioquímicos y fisicoquímicos que ocurren durante esta etapa ocasionan grandes pérdidas económicas (Martínez et al., 2017).

A nivel mundial las pérdidas de los alimentos destinados al consumo humano equivalen a aproximadamente 1300 millones de toneladas al año. Lo que significa que enormes cantidades de los recursos destinados a la producción de alimentos se utilizan en vano (Trejo, 2014).

México ocupa el séptimo lugar como productor mundial de frutas y hortalizas, con un total de 32 millones de toneladas anuales. De los 79 alimentos más representativos en la canasta alimentaria de México se calcula una pérdida de 20.4 millones de toneladas al año (Banco Mundial, 2014). Dentro de las frutas que presentan una mayor pérdida en México, según la FAO se encuentra la guayaba, de la cual se pierde el 57.73% de la producción, esta es una cifra alarmante para la producción poscosecha (Camhaji, 2017).

La guayaba (*Psidium guajava L.*) tiene un periodo de vida muy corto, al ser un fruto climatérico, exhibe una elevada velocidad de respiración y una rápida maduración lo cual conlleva a un rápido deterioro durante el almacenamiento (Hong et al., 2012).

Respecto a las exportaciones de este fruto en su estado fresco, se ha registrado un incremento notable, al pasar de 294 toneladas en 2004 a 839 en 2008; por lo que se aprecia, el consumo nacional aparente de guayaba es muy elevado y las cifras correspondientes al consumo por habitante se encuentran entre las más altas del mundo (Morales, 2009).

Desde el punto de vista nutricional, la guayaba es una excelente fuente de antioxidantes como el ácido ascórbico (Lin et al., 2007; Restrepo-Sanchez et al., 2009; Batista et al., 2012a ; Fisher et al., 2012), carotenoides y fenoles los cuales cumplen un papel importante en la prevención de enfermedades crónicas y degenerativas (Espinal et al., 2010), es abundante en fibra dietética, vitamina A, vitaminas del grupo B (tiamina y niacina) pectina, fósforo, calcio, hierro y potasio; tiene alto contenido de licopeno y posee características funcionales anticancerígenas (Vieira et al., 2008; Singh, 2011; Batista et al., 2012b ; Fisher et al., 2012). Los compuestos orgánicos volátiles predominantes incluyen el ácido

cítrico, láctico, málico, ascórbico y galacturónico (Batista et al., 2012b).

Para evitar la maduración en poscosecha se han desarrollado algunas técnicas, como la inmersión en cloruro de calcio (CaCl_2) que se ha utilizado como retardante de la maduración de varias frutas como manzana (Betts, 1977), tomate (Wills, 1979), guanábana (Álvarez et al., 1993) y lulo (Galvis y Ramírez, 1993). Su efecto es el de retardar al máximo los procesos fisiológicos y bioquímicos debido a la acción de refuerzo sobre los componentes estructurales básicos como las membranas y las sustancias pépticas (Poovahiah, 1989). Además de actuar como agente reafirmante para verduras y frutas dándoles una textura más firme, se utiliza también para retener la humedad de un alimento y reducir su punto de congelación.

Una de las principales acciones que favorece la calidad del fruto radica en aplicar procesos de pre-enfriado, desarrollando un mejor manejo en fresco para el uso industrial. En la guayaba verde-madura y parcialmente madura, la temperatura óptima de almacenamiento es de aproximadamente entre 8-10°C y de 5-8°C para guayabas completamente maduras. La vida promedio de almacenamiento es de una semana (Kader, 2002).

Aguilar en 2004, demostró que la combinación de tiempo y temperatura de almacenamiento es especialmente importante en la prolongación de la vida útil de las frutas hablando en términos de textura, pérdida de peso, pH y otros cambios nutricionales.

Castellano et al., en 2005 determinaron que el CaCl_2 al 2% prolonga el tiempo de almacenamiento de los frutos de guayaba. También argumentan que el tiempo de duración de los frutos es mayor cuando se almacenan a 10°C.

Por ello, es de interés evaluar factores para lograr retardar la maduración y alargar la vida poscosecha en guayabas. De esta manera se apoyarán estrategias de comercialización, y se reducirán las pérdidas en su producción. Además las investigaciones existentes de guayaba se han enfocado principalmente en estudiar textura, análisis físicos y microbiológicos (González et al., 2016), sin considerar la vida útil del fruto en relación a la conservación de sus propiedades nutricionales. Por tanto, este trabajo tiene como objetivo evaluar la calidad de los frutos de guayaba bajo una inmersión de cloruro de calcio a tres diferentes concentraciones y temperaturas.

Metodología

Obtención de la muestra

Los frutos de *P. guajava L.* se obtuvieron en la central de abastos de la Ciudad de México, ubicada en la delegación Iztapalapa. Estos se seleccionaron tomando en cuenta madurez, tamaño y color homogéneo, descartando los frutos que no presentaran características de calidad (con presencia de moho, manchas o golpes).

Elaboración de las disoluciones de CaCl₂

Se elaboraron disoluciones de cloruro de calcio con una pureza del 98% a tres distintas concentraciones (1, 2 y 4%).

Aplicación de CaCl₂ en las guayabas

Las guayabas fueron previamente lavadas con agua potable y posteriormente con agua destilada antes de aplicarles el tratamiento. La aplicación del tratamiento en los frutos se realizó por inmersión durante 5 min. Posteriormente los frutos se llevaron a almacenamiento en tres diferentes grupos durante 21 días a temperaturas de 5, 10 y 22°C.

Análisis fisicoquímicos

Las guayabas se pesaron en una balanza digital. Se les midió la firmeza por medio de un penetrómetro análogo marca Wagner. El color se determinó con la aplicación Smath watch. Los valores de pH fueron determinados utilizando tiras reactivas. Estas mediciones se llevaron a cabo al inicio y fin de los tratamientos. Al término de los tratamientos se analizó el contenido de sólidos solubles totales (SST) determinado con un refractómetro marca Hanna y los resultados fueron expresados como grados Brix.

El ácido ascórbico (Tabla 1) fue determinado mediante la técnica descrita por Donner y Hicks (1981) a la cual se le realizaron modificaciones.

Tabla 1. Curva patrón modificada para determinar la cantidad de ácido ascórbico de Donner y Hicks (1981)

Tubos	1	2	3	4	5	6
Ac. ascórbico (mL) (10 mg/100mL)	-----	0.2	0.4	0.6	0.8	1
Agua destilada (mL)	2	1.8	1.6	1.4	1.2	1
Folin (mL)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Los carbohidratos (Tabla 2) se determinaron con la técnica de Nelson & Somogy (1994) con modificaciones.

Tabla 2. Curva patrón modificada para determinación de carbohidratos de Nelson & Somogy (1994)

Tubos	1	2	3	4	5	6
Patrón de glucosa (200 µg/mL)	-----	62.5	125	187.5	250	-----
Muestra problema (µL)	-----	-----	-----	-----	-----	250
Agua destilada (µL)	250	187.5	125	62.5	-----	-----
Reactivo de cobre (µL)	250	250	250	250	250	250

Por último, los niveles de quercetina (Tabla 3) fueron determinados por medio de la técnica de Dowd modificada.

Tabla 3. Curva patrón modificada para la determinación de quercetina

Tubos	Blanco	1	2	3	4	50	100
Quercetina (µL)	-----	10	20	30	40	50	100
Metanol absoluto (µL)	1000	990	980	970	960	950	900
AlCl ₃ 2% (mL)	1	1	1	1	1	1	1

Inicialmente se preparó una solución stock de quercetina que contenía 3 mg de esta disueltos en 3 mL de metanol absoluto. Para los tubos 1 a 4 se realizó una solución que contenía 20 µL de la solución stock y se agregaron 180 µL de metanol absoluto, posteriormente se agregó en cada tubo la cantidad requerida, para los tubos 50 y 100 la concentración de quercetina se tomó de la solución stock. Después de 10 min. de reacción a temperatura ambiente, se midió la absorbancia a 415 nm.

Análisis Estadístico.

Todos los datos fueron analizados por un análisis de varianza bifactorial (ANOVA 2 Factores) utilizando el programa Excel (Versión 2013 para Windows).

Resultados y discusión

Color

En la variabilidad de colores que se obtuvieron (Figura 1), con la aplicación Smatch watch, destaca como color inicial dark limen en el tratamiento a 5°C; para

temperaturas de 10 y 22°C se presentó el color pear green. Al finalizar los tratamientos se obtuvo el color avocado green para el tratamiento a 5°C y el color burnt yellow para las temperaturas de 10 y 22°C.

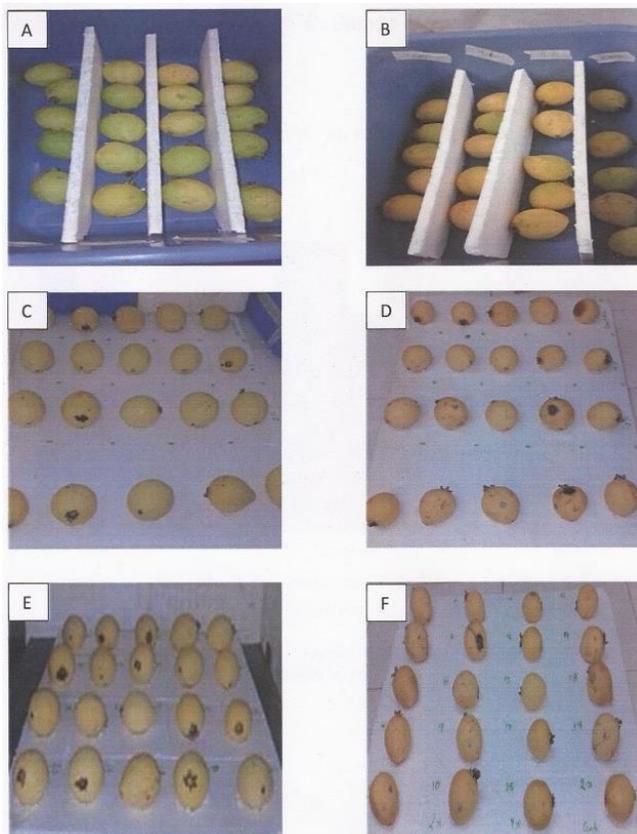


Figura 1. Color que presentaron las guayabas al inicio y final de la experimentación en relación a la temperatura. A) Temperatura inicial 5°C, B) Temperatura final 5°C, C) Temperatura inicial 10°C, D) Temperatura final 10°C, E) Temperatura inicial 22°C y F) Temperatura final 22°C.

pH

Al inicio de la experimentación el pH registrado en todos los tratamientos fue de 3, mientras que al finalizar la experimentación el mayor valor registrado fue de 4, como se muestra en la figura 2, y se obtuvo a una temperatura de 22°C; siendo la temperatura de 5°C en la que se mantuvo el pH inicial.

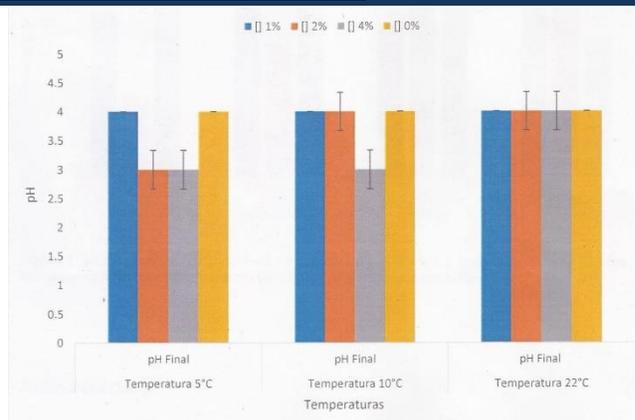


Figura 2. Valores de pH de frutas de guayaba, sometidas durante 21 días a 3 diferentes concentraciones de cloruro de calcio y expuestas a 3 diferentes temperaturas. Las barras de error muestran una significancia de 0.05% con el análisis de varianza.

Los resultados obtenidos durante la experimentación se encuentran en el rango mencionado por Pereira y colaboradores en el 2000, ellos reportan que en las guayabas los valores de pH varían entre 2.89 y 6.20 dependiendo de la variedad. Sus ácidos orgánicos pueden reducirse, debido a que se utilizan como sustrato en la etapa de respiración del fruto (González, et al., 2016). El aumento de pH también se debe a la reducción de la actividad metabólica, la disminución de esta actividad es provocada por la menor difusión del oxígeno (Miranda et al., 2014). En el presente estudio se puede demostrar lo anterior ya que durante el periodo de almacenamiento el pH muestra un aumento independientemente de la concentración de cloruro de calcio empleado.

Sólidos solubles

En la determinación de sólidos solubles se registró una fuerte interacción entre la temperatura y la concentración de cloruro de calcio, como se muestra en la figura 3, la concentración de estos sólidos se mantiene proporcional a la concentración de cloruro de calcio a una temperatura de 10°C, siendo significativa la temperatura de 5°C a una concentración de 1% en comparación con el grupo control.

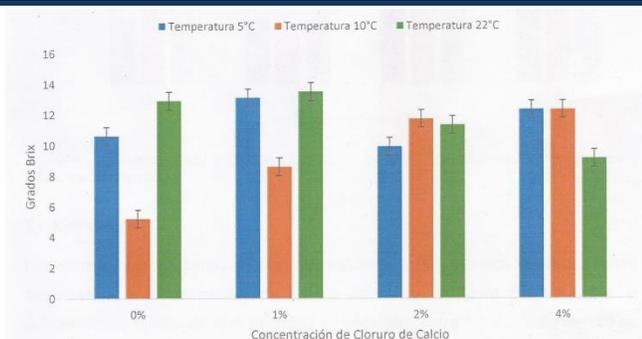


Figura 3. Sólidos solubles (SS) de *Psidium guajava* L., sometidas durante 21 días a 3 diferentes concentraciones de cloruro de calcio y expuestas a 3 diferentes temperaturas. El análisis de varianza muestra una significancia de 0.05% entre los tratamientos.

El contenido de sólidos solubles encontrado en los frutos presenta un comportamiento similar a los registrados por Parra en 2014, el cual indica que el contenido de sólidos solubles en guayaba oscilan entre 5 y 13.2°Brix. En los resultados obtenidos, el contenido de estos no aumenta gradualmente conforme transcurren los días de almacenamiento, difiriendo de los resultados obtenidos por González 2016 y Miranda et al., 2014, los cuales indican que los sólidos solubles aumentan con el avance del periodo poscosecha, esto puede deberse al efecto de los recubrimientos de almidón de yuca por parte de Miranda y el recubrimiento comestible binario experimentado por González.

Ácido ascórbico

Para este parametro el estadístico registró una diferencia significativa para las concentraciones de cloruro de calcio, la figura 4 destaca la concentración de 2% a temperatura de 10°C, seguido por la de 22°C (ambiente) y 5°C; siendo la concentración de 1% la menos significativa en todas las temperaturas.

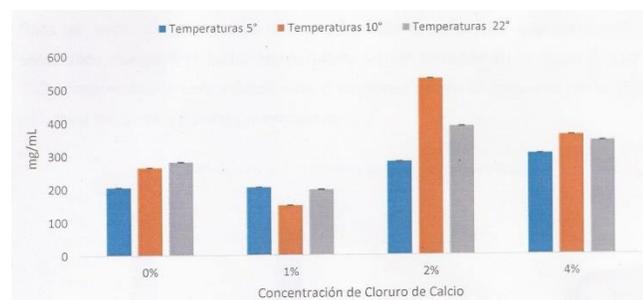


Figura 4. Cantidad de ácido ascórbico en *Psidium guajava* L. a 3 diferentes concentraciones y temperaturas. Significancia de 0.05% entre los tratamientos mostrado por el análisis de varianza.

Como se observa en lo referente al ácido ascórbico la temperatura de 22 y 10°C obtuvieron una mayor concentración de vitamina C, lo cual difiere con lo reportado por Kader y Watkins (2000) que afirman que las altas temperaturas reducen los contenidos de vitamina C, por ser un compuesto hidrosoluble se pierde con mucha facilidad durante la poscosecha. Dichos resultados pueden variar por la concentración de cloruro de calcio, ya que a 2% todas las temperaturas presentaron el máximo nivel de vitamina C.

Carbohidratos

Con referencia a los carbohidratos el estadístico muestra una alta interacción entre temperatura y concentración de cloruro de calcio; la figura 5 resalta que la concentración óptima de carbohidratos se encuentra entre 1 y 2% de cloruro de calcio a 5°C, mientras que para la temperatura de 22°C la concentración óptima es de 1%.

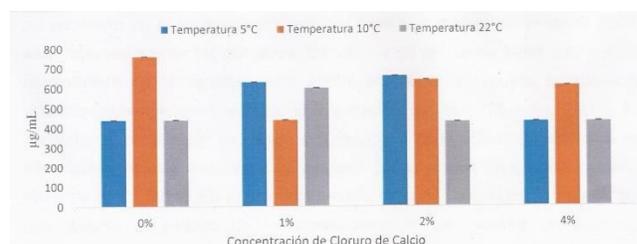


Figura 5. Carbohidratos de *Psidium guajava* L., sometidas durante 21 días a 3 diferentes concentraciones de cloruro de calcio y expuestas a 3 diferentes temperaturas. Las barras de error muestran una significancia de 0.05% entre los tratamientos.

Parra en 2008 registra que los carbohidratos forman parte de la estructura de las células y funcionan como reservas de energía; algunos carbohidratos simples como sacarosa, glucosa y fructosa se consideran atributos de calidad de las frutas. De este estudio, se puede constatar la primer premisa, de que la estructura de las células de guayaba está compuesta de carbohidratos, ya que al llevar a cabo el análisis de estos siempre están presentes, pero en bajas condiciones. A su vez, se puede decir que el cloruro de calcio sirve como un retardante en la poscosecha de la guayaba, ya que la concentración de carbohidratos sigue siendo baja aun a temperaturas de hasta 21°C, dándonos una evidencia de que el proceso de maduración se frena.

Quercetina

Para el caso de quercetina la relación más significativa que demostró el estadístico fue para el factor temperatura, siendo indicada en la figura 6, que a 5°C contiene mayor concentración de quercetina, la

temperatura de 10 y 22°C fueron muy similares y poco representativas.

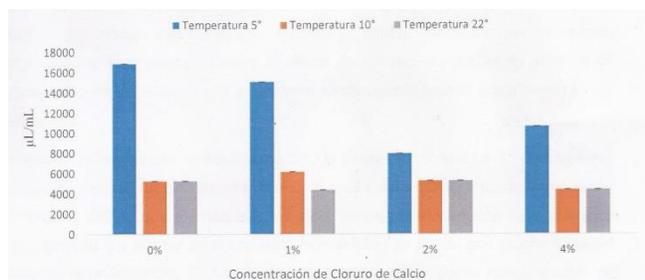


Figura 6. Cantidad de quercetina presente en *Psidium guajava* L., sometida durante 21 días a 3 diferentes concentraciones de cloruro de calcio y expuestas a 3 diferentes temperaturas.

Los frutos de guayaba tienen que presentar un alto porcentaje de ácido ascórbico y quercetina por otro lado deben presentar una baja cantidad de carbohidratos y sólidos solubles; para considerar que este no ha avanzado su maduración.

Conclusiones

En relación a los factores físicos, el fruto a 5°C independientemente del tratamiento, mostró un alto índice de conservación, ya que hubo una mínima variación en el color. Con relación a la firmeza, ésta aumentó debido a las propiedades reafirmantes del cloruro de calcio. Los resultados indican que es posible incrementar la vida útil de las guayabas aplicando cloruro de calcio a 2% y exponiéndolas a una temperatura de 10°C. La aplicación de los tratamientos no modifica el valor nutricional de los frutos examinados.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración del Dr. Martín Palomar Morales por ayudarnos con el programa estadístico para realizar el análisis de los resultados, al Módulo de LIC V por el préstamo de material y a la Biol. Irma Rosa Castillo Padilla por el apoyo brindado.

Referencias

Aguilar I. A. N. (2004): Manejo poscosecha de frutas y hortalizas en fresco. Mercadeo y poscosecha. Colombia. Recuperado el 5 de diciembre de 2018 de http://www.frutasyhortalizas.com.co/includej/foro/foro_enero04.htm

Álvarez N., Guzmán R. y Galvis A. (1993). Conservación de guanábana utilizando cloruro de calcio. Tesis. Facultad de Ciencias, Departamento de Química. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Batista P. F., de Lima M. A. C., da Trindade D. C., Façanha G. R. V. y Alves R. E. (2012a). Bioactive compounds and antioxidant activity in guava fruit cultivated in Sub-Middle São Francisco Valley, Brazil. En: Abstracts 3rd International Symposium on Guava and Other Myrtaceae, Petrolina, PE, Brasil.

Batista P. F., de Lima M. A. C., da Trindade D. C. G., Araújo A. L. S. y Alves R. E. (2012b). Chemical characterization of guava fruit produced in submiddle of São Francisco Valley, Brazil. En: Abstracts 3rd International Symposium on Guava and other Myrtaceae. Petrolina, PE, Brasil.

Betts H. A., Bramlage W. J. (1977). Uptake of calcium by apples from post-harvest dips in calcium chloride solutions. Amer. Soc. Hort. Sci., 102: 785-788.

Camhaji E. (2017). El desperdicio de alimentos en México, un crimen con 28 millones de víctimas. México. Recuperado el 30 de julio de 2019 de https://elpais.com/internacional/2017/04/05/mexico/1491427504_353839.html

Castellano G., Quijada O., Ramírez R., Sayago E. (2005). Comportamiento poscosecha de fruta de guayaba (*Psidium guajava* L.) tratados con cloruro de calcio y agua caliente a dos temperaturas de almacenamiento. Rev. Iberoamericana de Tecnología Poscosecha., 6: 78-82.

Espinal M., Olaya J., Restrepo P., Silva K. y Parada F. (2010). La guayaba, fuente de fenoles con actividad antioxidante. En: Morales, A.L. y L.M. Melgarejo (eds.). Desarrollo de productos funcionales promisorios a partir de la guayaba (*P. guajava* L.) para el fortalecimiento de la cadena productiva. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. p. 177-185.

Fischer G., Melgarejo L. M. y Miranda D. (2012). Guayaba (*P. guajava* L.). Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Produmedios, Bogotá. p. 526-549.

Galvis J. A. y Ramírez A. (1993). Estudio del comportamiento del lulo (*Solanum quitoense* Lam), durante el almacenamiento, utilizando cloruro de calcio (CaCl_2) a temperatura ambiente. Convenio SENA-ICTA-Universidad Nacional. Memorias del I Congreso de Fruticultura de Clima Frio. Villa de Leyva. 55-60.

González R. E., Cervantes Y. C., Caraballo L. C. (2016). Conservación de la guayaba (*Psidium guajava* L.) en poscosecha mediante un recubrimiento comestible binario. Temas Agrarios., 21: 54-64.

Hong K., Xie J., Zhang L., Sun D. and Gong D. (2012). Effects of chitosan coating on postharvest life and quality

- of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae.*, 144: 172-178.
- Kader A. y Watkins C. (2000). Modified Atmosphere Packaging. Toward 2000 and Beyond. *Hort. Technology.*, 10: 483-486.
- Kader A. (2002). Postharvest Technology of Horticultural Crops. publication 3311. División of Agriculture and Natural Resources. University of California. USA. 535p.
- Lin D. and Zhao Y. (2007). Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.*, 6: 60-75.
- Martínez G. M. E., Balois M. R., Alia T. I., Cortes C. M. A., Palomino H. Y. A., López G. G. G. (2017). Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Rev. Mex. de Ciencias Agrícolas.*, 19: 4075-4087.
- Miranda A., Alvis A. y Arrazola G. (2014). Efectos de dos recubrimientos sobre la calidad de la papaya (*Carica papaya*) variedad tainung. *Temas Agrarios.*, 19(1): 7-18.
- Morales T. C. (2009). La exportación de guayaba mexicana... un incipiente agronegocio con excelentes posibilidades. Recuperado el 30 de julio de 2019 de fcaenlinea1.unam.mx/anexos/1526_u11_act1.pdf
- Parra-Coronado A. y Hernández-Hernández J. E. (2008). Fisiología poscosecha de frutas y hortalizas. 4a ed. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Parra-Coronado A. (2014). Maduración y comportamiento poscosecha de la guayaba (*Psidium guajava* L.). Una revisión. *Rev. Col. De Ciencias Hortícolas.*, 8: 314-327.
- Poovahiah B. W. (1989). Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Tecnology.*, 5: 86-89.
- Restrepo-Sánchez D. C., Narváez-Cuenca C. E. y Restrepo-Sánchez L. P. (2009). Extracción de compuestos con actividad antioxidante de frutos de guayaba cultivada en Vélez-Santander, Colombia. *Quim. Nova.*, 32: 1517-1522.
- Singh, S.P. (2011). Guava (*P. guajava* L.). En: Yahia, E. M. (ed.). Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK. 3: 213-245.
- Trejo T. E. (2014). Manejo poscosecha y prevención de pérdidas de alimentos. Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital. México. Recuperado el 30 de julio de 2019 de <https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/universidad-tecnologica-del-valle-del-mezquital/manejo-poscosecha-y-prevencion-de-perdidas-de-alimentos>
- Vieira S. M. J., Couto S. M., Corrêa P. C., dos Santos A. E. O., Cecom P. R. y da Silva D. J. P. (2008). Características físicas de goiabas (*P. guajava* L.) submetidas a tratamento hidrotérmico. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental.*, 12: 408-414.
- Wills R. B. H. and Tirmazi S. I. H. (1979). Effect of calcium and other minerals on ripening of tomatoes. *Austral. J. Plant Physiol.*, 6: 221—227.
- World Bank. (2014). El alto precio de los alimentos: Respuestas de América Latina y el Caribe a una nueva normalidad. Washington, D. C. Recuperado el 30 de julio de 2019 de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/18639> License: CC by 3.0 IGO.