UNIVERSIDAD
AGRARIA DEL ECUADOR

EL MISIONERO DEL AGRO

Influencia de la deshidratación osmótica y la aplicación de lactato de calcio en la conservación de trozos de papaya *(Carica papaya L)*

Influence of osmotic dehydration and application of calcium lactate in the conservation of papaya pieces *(Carica papaya L)*

Autores:
José Coloma [1]
Isabel Mantuano [2]
Omar Coloma [3]
Ahmed Elkotb [4]

Filiación:
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
Universidad de Guayaquil
Universidad Agraria del Ecuador

---

[1] Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Vía San Mateo S/N.
Teléfono: 0980082417 E-mail: jose.coloma@uleam.edu.ec
[2]Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Vía San Mateo S/N.
[3]Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial, Cdla. Universitaria Salvador Allende Malecón del Salado entre Av. Delta y Av. Kennedy.
[4]Universidad Agraria del Ecuador, Ingeniería Agrícola mención Agroindustrial, Av. 25 de Julio y Pío Jaramillo.

Resumen

La papaya es una de las frutas tropicales de mayor consumo a nivel mundial y muy susceptible al deterioro poscosecha, por lo tanto, es de vital importancia la realización de estudios que permitan agregarle valor y aumentar su tiempo de vida útil. El objetivo principal de esta investigación fue estudiar el efecto del proceso de deshidratación osmótica en cubos de papaya utilizando tres concentraciones de solución osmótica y un conservador de textura, sobre la cinética de transferencia de masa, características sensoriales y estabilidad microbiológica. Se encontró que la mayor pérdida de peso, ganancia de sólidos y pérdida de agua se dio cuando las muestras fueron colocadas en soluciones osmóticas de 60°Brix - 0,15 M ; 40°Brix – 0.1 M y 60 °Brix – 0,15 M LacCa. El análisis de los coeficientes de transferencia de masa para la pérdida de agua (Kw) y la ganancia de sólidos (Ks) determinó que el tratamiento de 60°Brix y 0.15 M LacCal fue escogido para posteriores análisis organolépticos. Los análisis organolépticos de color, olor, sabor y textura realizados a una muestra patrón y al mejor tratamiento de deshidratación osmótica demostraron que el proceso realizado con 60 °Brix y 0,15 M LacCa tuvo la mayor aceptación. Finalmente se realizaron análisis microbiológicos de aerobios mesófilos, mohos y levaduras observándose la efectividad del tratamiento aplicado para el control microbiológico durante 7 días de almacenamiento a 4°C. En conclusión, el tratamiento de deshidratación osmótica con lactato de calcio es un método de conservación que permite alargar el tiempo de vida útil y mantiene la textura de las papayas en comparación con la fruta fresca.

Fecha de presentación: 15/06/2016
Fecha de aceptación: 17/10/2017

Palabras claves: Deshidratación osmótica, papaya, lactato de calcio.

Influence of osmotic dehydration and application of calcium lactate in the conservation of papaya pieces *(Carica papaya L)*

Abstract

Papaya is one of the most consumed fruits in the world and very susceptible to postharvest deterioriation, thus, it is very important to make studies that allow add value and increase its shelf life. The main objective in this research was to study the effect of osmotic dehydration was studied in papaya cubes using three concentrated osmotic solutions and a texture conservative in the mass transfer kinetic, sensory and microbiological variables. It was found that the major weight loss, solids gain and water loss occurred when the samples were located in osmotic solution of 60°Brix- 0,15 M; 40°Brix – 0.1 M y 60 °Brix – 0,15 M lactate calcium (LacCa) respectively. The analysis of mass transfer coefficients for water loss (Kw) and solid gain (Ks) determined that the treatment with 60°Brix and 0.15 M LacCa was chosen for later organoleptic analysis. Organoleptic analysis of color, odor, taste and texture were made to a pattern sample and to the best treatment of osmotic dehydration and showed that the process with 60°Brix – 0.15 M LacCa had the best acceptance. Finally, aerobic mesophilic and mold – yeast microbiological analysis were conducted observing the effectiveness of the treatment applied for microbiological control to samples storages to 4°C during seven days. In conclusion, the osmotic dehydration treatment with lactate calcium is a conservation method that allow increase the shelf life and maintain the texture in papayas compared with fresh fruit.

Keywords: Osmotic dehydration, papaya, calcium lactate

Introducción

El Ecuador es un país eminentemente agrícola y hasta ahora gran parte de su producción es exportada como producto fresco, es decir, materia prima sin valor agregado que es obtenida por países industrializados para sus procesos industriales. La historia actual del país nos demuestra que esa no es la vía para salir del subdesarrollo y mejorar el nivel de vida de la población hasta llegar al buen vivir, el cual se ha convertido en el paradigma actual, enunciado en la Constitución de Montecristi y en el plan nacional del buen vivir. Por lo tanto, es un objetivo fundamental del gobierno incrementar la producción científica de las universidades mediante investigaciones encaminadas a buscar nuevas formas de conservar los alimentos mediante el desarrollo de tecnologías que permitirán incrementar la oferta de productos industrializados del Ecuador que actualmente se ve reducida solamente a jugos y concentrados.

Los nutricionistas señalan que existe la necesidad de aumentar el consumo de fruta fresca o procesada (Ciurzy_nska, Lenart, & Gre¸da, 2014). El proceso de deshidratación tiene como objetivo conservar la calidad de los alimentos mediante la disminución del contenido de humedad, lo que evita la contaminación microbiológica de los productos durante el almacenamiento y alarga su tiempo de vida útil (Aguilar, 2012; Urfalino, 2014). La deshidratación osmótica es una técnica de conservación que consiste en sumergir trozos de frutas en una solución hipertónica (solución osmótica) compuesta por solutos capaces de generar una presión osmótica alta, ocurriendo una doble transferencia de sustancias (agua de la fruta a la solución y solutos de la solución a la fruta). Este método mejora las características de calidad del producto final deshidratado (color, sabor, textura, firmeza, etc.) (Ayala et al., 2009; Flores-Andrade et al., 2013; Zare, 2014).

La deshidratación osmótica se ha descrito como un proceso de eliminación de agua e impregnación de soluto por remojo. La eliminación de agua de una fruta a través de la membrana celular también se considera como una función de la actividad de agua. Para eliminar agua a través de la membrana celular del material con mayor actividad de agua, se mantiene una baja actividad de agua en la solución osmótica Sharma S et al., 2003. Disminuyendo la actividad de agua la vida útil de los productos alimenticios incrementa y su estabilidad puede ser extendida (Moreno et al., 2013). La deshidratación osmótica es usualmente seguida por otros métodos de secado tales como el secado por aire, fritura en profundidad, liofilización, etc., para producir productos con mejor calidad final. (Khan, 2012; Phisut, 2012; Tortoe, 2010).La solución osmótica que se usa para deshidratar el producto debe ser rica en solutos que depriman la actividad de agua del mismo y que genere una diferencia de presión osmótica entre el producto a deshidratar y la solución Barat J. et al., 1998. Las sustancias utilizadas como agentes osmóticos son de fácil adquisición en el mercado (fructosa, sacarosa, glucosa, miel de abejas, de caña, etc) (Giraldo, 2006) y a medida que el producto se deshidrata también

se puede impregnar con otras sustancias de interés como: suplementos nutritivos, mejoradores de propiedades sensoriales o conservantes (Zuluaga J. et al., 2010).

Además, la utilización de sales de calcio mostró eficacia en la conservación de la textura de frutas, proporcionando mayor estabilidad de las pectinas, proteínas, ligninas y componentes estructurales de carbohidratos. El procesamiento mínimo de frutas y hortalizas se muestra también como una alternativa tecnológica, aumentando el valor de los productos y contribuyendo para un mayor desarrollo de la agroindustria Sanjinez E. et al., 2009. La fortificación con calcio de frutas y verduras asociado con tratamientos osmóticos puede mejorar las propiedades mecánicas de los tejidos debido a que el ión calcio Ca+2 impregnado desde la solución puede interactuar con la matriz celular formando uniones entre la pectina y otros componentes de la pared celular modificando su respuesta estructural Gras M. et al., 2003.

Una de las frutas que se produce en gran medida en el litoral ecuatoriano es la papaya y tiene gran aceptación debido al color de la pulpa, sabor, suculencia y aroma característico. El fruto de la papaya tiene un importante valor alimenticio. 100g de pulpa contiene entre 2000 a 3000 unidades de vitamina A y 33 a 55 mg de vitamina C, y cantidades variables de vitamina B (Ceballos 2005). Sin embargo, es un producto que se deteriora muy fácilmente, por lo tanto es muy importante proponer alternativas que ayuden a conservar este preciado producto de mejor forma.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el efecto del proceso de deshidratación osmótica con un conservador de textura tal como el lactato de calcio en la cinética de transferencia de masa, parámetros fisicoquímicos, características organolépticas y crecimiento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras en cubos de papaya.

Materiales y métodos

Las papayas que se utilizaron en el estudio fueron adquiridas en estado semimaduro, de consistencia firme, libre de daños físicos y/o microbiológicos en su superficie y fueron obtenidas en uno de los principales supermercados de la ciudad; se lavaron en agua corriente y luego sumergidas en una solución de 100 ppm de hipoclorito de sodio por 5 minutos de acuerdo a la metodología propuesta por (Sanjinez E. et al., 2009) en el tratamiento mínimo de kiwi.

Luego las frutas fueron peladas y se cortaron trozos de forma cúbica de 2 cm de lado aproximadamente, los cuales fueron dispuestos en recipientes plásticos para su utilización en los procesos de deshidratación osmótica propuestos y almacenados a 4°C para realizar los análisis microbiológicos durante el almacenamiento del producto.

En el estudio de la cinética de deshidratación osmótica los factores en estudio aplicados fueron: concentración de sacarosa en niveles de 40%, 50% y 60% y concentración de lactato de calcio en niveles de 0,05 M, 0,1 M y 0,15 M. La relación de fruta:solución osmótica utilizada fue de 1:5. En ambos

casos se obtuvieron 27 tratamientos en un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 3x3. Se registraron los pesos y realizaron análisis de pH, acidez y grados brix cada 15 minutos durante la primera hora y cada 30 minutos durante las siguientes dos horas, contabilizándose un total de 8 datos para realizar el análisis de la cinética de deshidratación osmótica. Las muestras fueron secadas con papel toalla para retirar la humedad superficial.

Cinética de deshidratación osmótica.

La cinética de deshidratación se evaluó a través de las siguientes determinaciones:

Pérdida de peso (PP):

$$\Delta M = \alpha \frac{Mf - Mo}{Mo} \quad (1)$$

Pérdida de agua (ΔMw):

$$\Delta Mw = \alpha \frac{MoXow - MtWwt}{Mo} \quad (2)$$

Ganancia de sólidos (ΔMs):

$$\Delta Ms = \alpha \frac{MtXst - MoWso}{Mo} \quad (3)$$

donde:

ΔM_w = Pérdida de agua (g H_2O / g fruta)

ΔM_s= Ganancia de sólidos (g sólidos / g fruta)

M_o = Masa inicial de la fruta (g)

M_t = Masa de fruta deshidratada osmóticamente al tiempo t (g)

X_{so} = Sólidos solubles iniciales en la fruta (°Brix)

X_{st} = Sólidos solubles en la fruta deshidratada osmóticamente al tiempo t (°Brix)

X_{wo} = Humedad inicial de la fruta (g H_2O / g de muestra húmeda)

X_{wt}= Humedad de la fruta deshidratada osmóticamente al tiempo t (g H_2O / g de muestra húmeda)

M_f = Masa final de producto (g)

α

Coeficientes de transferencia de masa

La cinética de la difusión de agua y de sólidos por lo general sigue la ley de difusión de Fick en estado no estacionario.

Coeficiente de transferencia de agua

La velocidad de transferencia de agua (Kw) se obtuvo al graficar la pérdida de agua versus la raíz cuadrada del tiempo de contacto. La pendiente de la curva representa el coeficiente de transferencia de agua.

$$= Kw\alpha t^{1/2} \quad (4)$$

Coeficiente de transferencia de sólidos

Para determinar el coeficiente de transferencia de sólidos (Ks) se graficó la ganancia de solutos versus la raíz cuadrada del tiempo de contacto. La pendiente de esta curva representa Ks

$$\Delta Ms = Ks\alpha t^{1/2} \quad (5)$$

Análisis organolépticos

Se determinó la respuesta del consumidor sobre variables organolépticas tales como color, olor, sabor y textura; se sometió a evaluación sensorial una muestra testigo y el mejor tratamiento de deshidratación osmótica obtenido del análisis de la cinética de deshidratación. Los atributos evaluados fueron sabor, color, aroma y textura percibidos al primer día de almacenamiento a 4°C, por medio de escala hedónica de 7 puntos y se analizaron los datos mediante análisis de varianza. Además se determinó diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos a través de la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Evaluación microbiológica

Para determinar la estabilidad del producto, se tomaron muestras en los tiempos establecidos

(0, 3 y 7 días) y se realizaron análisis de aerobios mesófilos, mohos y levaduras para observar la influencia del tratamiento de deshidratación osmótica escogido en el crecimiento microbiano durante el almacenamiento del producto a 4°C.

Resultados y discusión

Cinética de deshidratación osmótica

Pérdida de peso

El tratamiento que proporciona la más baja pérdida de peso es el realizado a 40ºBrix y 0.1 M de lactato de calcio, mientras que la más alta pérdida de peso se registra a 60ºBrix y 0.05 M de Lactato de Calcio. El gráfico # 1 demuestra que la pérdida de peso es directamente proporcional al tiempo y a la concentración de la solución osmótica (Ceballos, 2005).

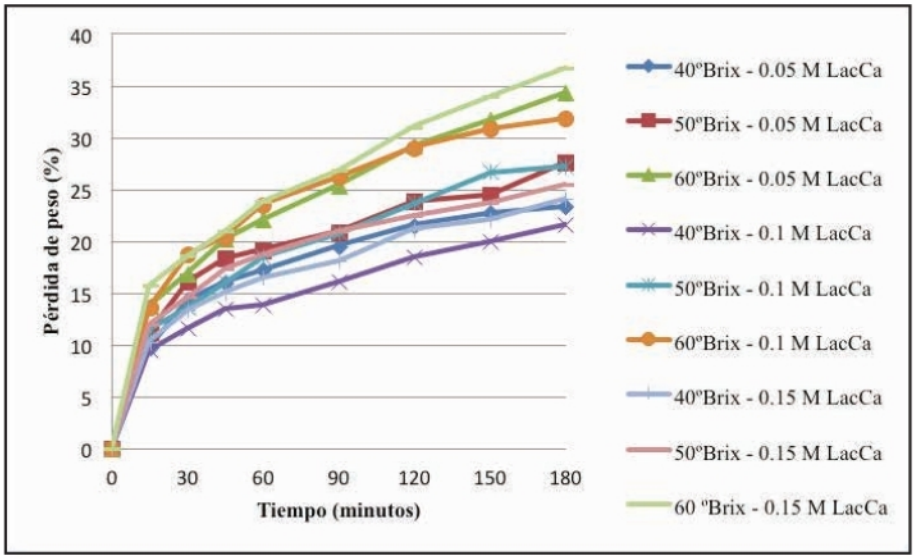

Gráfico 1: Pérdida porcentual de peso durante el proceso de deshidratación osmótica

Debido a que en los procesos de transferencia de masa la fuerza impulsora es el gradiente de concentración resulta lógico que la mayor pérdida de peso se haya dado cuando los trozos de papaya estuvieron sumergidos en la solución más concentrada (60ºBrix) y que la menor pérdida de agua se de en la solución más diluida (40ºBrix). Similares resultados obtuvo (Rocha, 2010).

Pérdida de agua

El gráfico 2 muestra la pérdida de agua de los trozos de papaya, se observa que los tratamientos que alcanzaron la mayor pérdida de agua fueron los de solución osmótica de 60ºBrix mientras que las muestras de menor pérdida de agua fueron los de solución osmótica de 40ºBrix, corroborando lo expuesto por (Ceballos, 2005) quien indica que la pérdida de agua es más rápida al trabajar con disoluciones más concentradas.

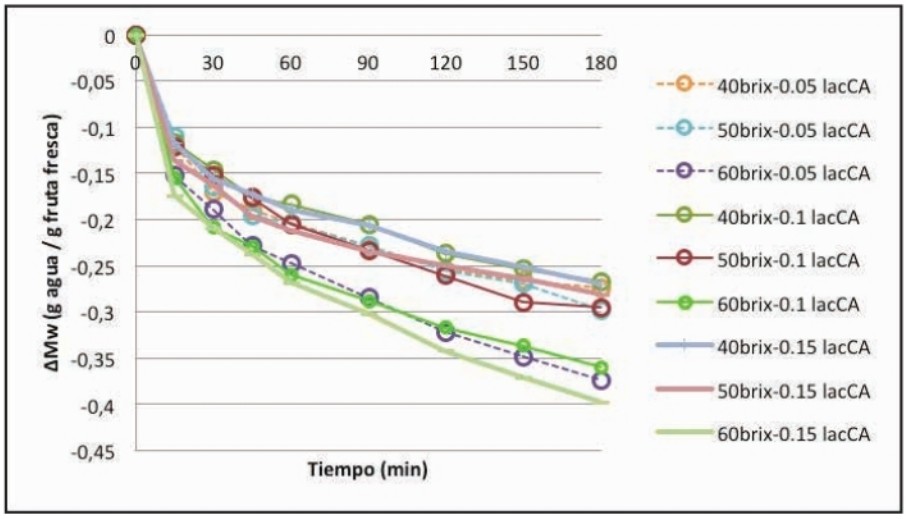

Gráfico 2: Pérdida de agua en el proceso de osmodeshidratación

Ganancia de sólidos

En el gráfico 3 se observa que el tratamiento que gana la mayor cantidad de sólidos es el realizado a 40ºBrix y 0.1 M Lactato de calcio (0.05243 g sólidos / g fruta fresca) mientras que a 40ºBrix y 0.15 M de lactato de calcio se registra la menor ganancia de sólidos. Estos resultados concuerdan con lo expresado por (Shigematsu E. et al., 2005) quien señala que en términos generales las soluciones que tienen la más alta concentración de cloruro de calcio presentan valores bajos de ganancia de sólidos.

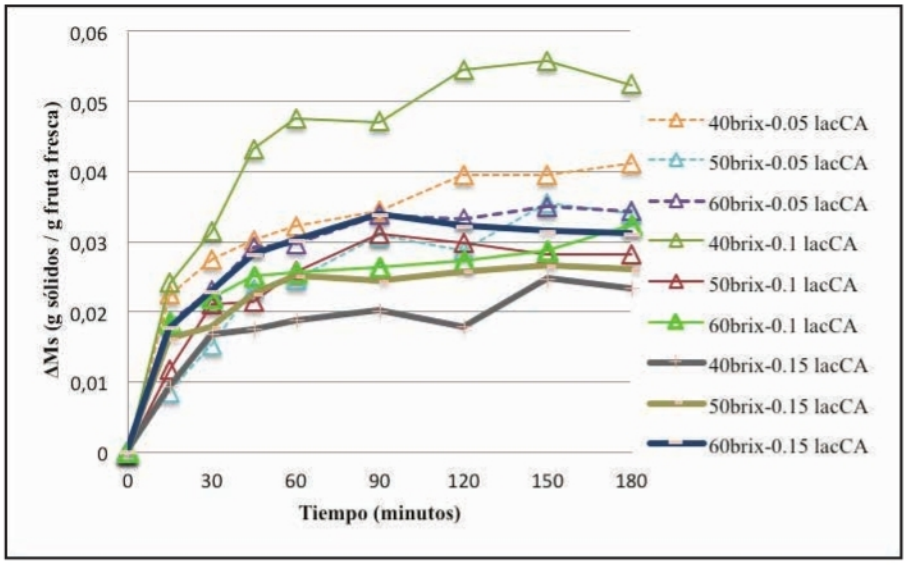

Gráfico 3. Ganancia de sólidos en el proceso de osmodeshidratación

Coeficientes de transferencia de masa

Se calcularon los coeficientes de transferencia de agua (Kw) y de sólidos (Ks) a través de las ecuaciones (4) y (5) respectivamente. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes de transferencia de agua y sólidos de cubos de papaya luego de 3 horas de deshidratación osmótica

Tratamiento	Kw g H_2O / g fruta fresca	R^2	Ks g sólidos/ g fruta fresca	R^2
40°Brix - 0,05 M LacCa	-0,019	0,94	0,002	0,8923
40°Brix - 0,1 M LacCa	-0,018	0,9635	0,004	0,8862
40°Brix - 0,15 M LacCa	-0,018	0,9564	0,001	0,8571
50°Brix - 0,05 M LacCa	-0,021	0,9619	0,002	0,9443
50°Brix - 0,1 M LacCa	-0,021	0,9792	0,002	0,8267
50°Brix - 0,15 M LacCa	-0,019	0,9296	0,001	0,8035
60°Brix - 0,05 M LacCa	-0,026	0,9798	0,002	0,8497
60°Brix - 0,1 M LacCa	-0,025	0,9564	0,002	0,8284
60°Brix - 0,15 M LacCa	-0,027	0,9724	0,002	0,7785

Los parámetros obtenidos de coeficientes de transferencia de agua (Kw) son muy similares a los encontrados por Vega-Gálvez et al., (2007) en su estudio de deshidratación osmótica de la papaya chilena (*Vasconcellea pubescens)* e influencia de la temperatura y concentración de la solución sobre la cinética de transferencia de materia, cuyos valores de Kw oscilan entre -0.013 y -0.027 g H2O / g fruta fresca. En cuanto a los valores de coeficientes de transferencia de sólidos (Ks) los resultados obtenidos son menores a los reportados en este mismo estudio, debido probablemente a que la presencia de sales de calcio produce una disminución del ingreso de sacarosa al interior del alimento.

Análisis organolépticos

Los gráficos 4, 5, 6 y 7 muestran los resultados de la evaluación sensorial realizada a 35 jueces. El producto deshidratado osmóticamente tiene muy buena aceptación principalmente en las características de color, textura y sabor; mientras que el olor tuvo valores muy similares.

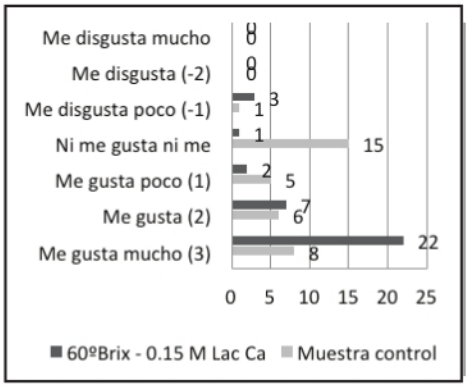

Figura 4. Evaluación sensorial de color

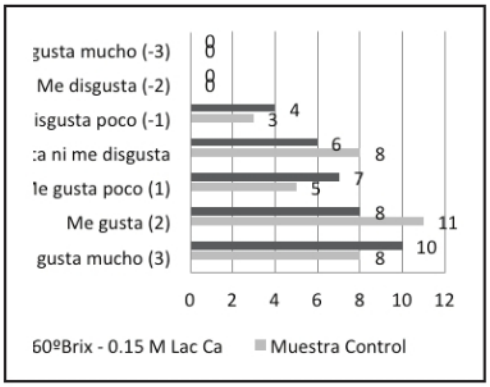

Figura 5. Evaluación sensorial de olor

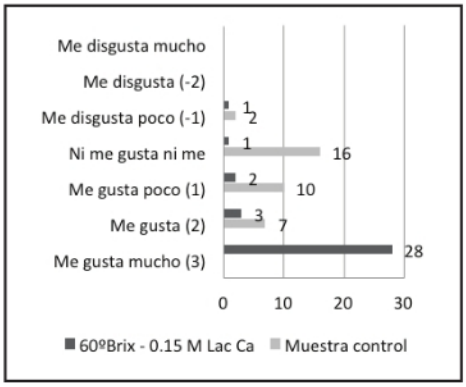

Figura 6. Evaluación sensorial de sabor

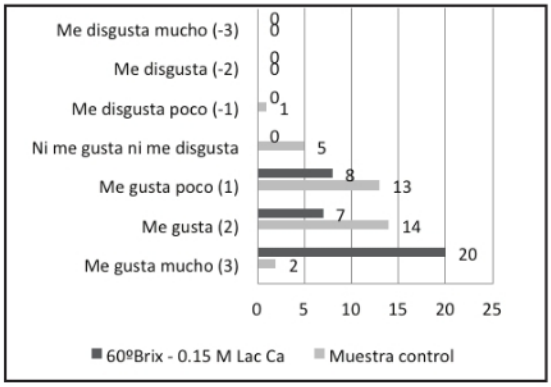

Figura 7. Evaluación sensorial de textura

La tabla 2 muestra las puntuaciones medias de las características sensoriales evaluadas.

Tabla 2. Medias de las puntuaciones de la evaluación sensorial

Tratamientos	Color	Olor	Sabor	Textura
Muestra control	1,14^{A}	1,37^{A}	0,63^{A}	1,31^{A}
60 °Brix – 0.15 M LacCa	2,29^{B}	1,40^{A}	2,60^{B}	2,34^{B}

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Se observa que los jueces detectaron diferencia significativa en el color, sabor y textura, teniendo mayor aceptación las muestras tratadas osmóticamente con lactato de calcio. Similar resultado obtuvieron Sanjinez-Argandoña el al., 2009 en el estudio realizado a kiwis en donde las muestras tratadas osmóticamente con cloruro de calcio fueron preferidas por presentar una textura más firme.

Evaluación microbiológica

La tabla 3 muestra los resultados del crecimiento de aerobios mesófilos los cuales muestran una tendencia creciente en la muestra patrón durante los 7 días de almacenamiento a 4 ºC, mientras que en la muestra deshidratada osmóticamente se observa disminución del número de unidades formadoras de colonias pasando de 5300 UFC/g en el día 3 a 5000 UFC/g en el día 7.

Tabla 3. Crecimiento de aerobios mesófilos (ufc/g) durante el almacenamiento de trozos de papaya con y sin tratamiento osmótico durante 7 días a 4 ºC

Tiempo	Patrón (UFC/g)	60°Brix - 0,15 M LacCa (UFC/g)
Día 0	$44 * 10^{4}$	47×10^{4}
Día 3	50×10^{4}	53×10^{4}
Día 7	65×10^{4}	50×10^{4}

La tabla 4 muestra los resultados de los análisis de mohos y levaduras.

Tabla 4. Crecimiento de mohos y levaduras (upc/g) durante el almacenamiento de trozos de papaya con y sin tratamiento osmótico durante 7 días a 4 ºC

Tiempo	Análisis Microbiológicos	Patrón	60°Brix - 0,15 M LacCa
Día 0	Mohos (UPC / g)	1 x 10	< 1 x 10
	Levaduras (UPC / g)	1 x 10	1 x 10
Día 3	Mohos (UPC / g)	< 1 x 10	1 x 10
	Levaduras (UPC / g)	< 1 x 10	2 x 10
Día 7	Mohos (UPC / g)	< 1 x 10	< 1 x 10
	Levaduras (UPC / g)	< 1 x 10	3 x 10

No se presentó crecimiento de mohos en ningún caso, sin embargo se observó aumento de la concentración de levaduras en la muestra con tratamiento osmótico pasando de 10 UPC/g en el día cero a 30 UPC/g en el día 7. Este comportamiento se podría explicar por la alta concentración de lactato de calcio utilizada, la cual funcionó como nutriente de las levaduras durante el almacenamiento propiciando la propagación de las mismas.

Debido a que en el Ecuador no existen parámetros microbiológicos para frutas deshidratadas osmóticamente, se consideró como parámetro microbiológico límite, los valores propuestos por (Pascual y Calderón 2000) en estudios realizados en frutas mínimamente procesadas, siendo de 1 x 104 UFC/g para mesófilos aerobios y de 1 x 102 UFC/g en mohos y levaduras, obteniéndose durante todo el almacenamiento valor inferiores al límite establecido.

Conclusiones

El mejor tratamiento es el realizado a 60°Brix y 0.15 M de lactato de calcio ya que se obtiene la mayor pérdida de peso y la mayor pérdida de agua, traduciéndose en un alto coeficiente de transferencia de agua y bajo coeficiente de transferencia de sólidos, lo cual es deseable en un proceso de deshidratación osmótica.

La evaluación sensorial a los tratamientos de 60°Brix – 0.15 M lactato de calcio y la muestra patrón demostró que el tratamiento osmótico mejora las características organolépticas en comparación con una muestra patrón.

Los resultados microbiológicos demostraron que el tratamiento de deshidratación osmótica junto con la refrigeración resultó eficaz para el control microbiano.

Literatura citada

Aguilar, J.: Métodos de conservación de alimentos, edit. Eugenia Buendía López, Ed. Red Tercer Milenio, 1a. ed., pp. 192, ISBN-978-607-733-150-6, 2012.

Ayala, A.; Serna, L.; Giraldo, C.: Efecto de la agitación sobre la deshidratación osmótica de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus S.) empleando soluciones de sacarosa", Interciencia, ISSN-0378-1844, 34 (7), 2009.

Barat J, Grau A, Fito P. Deshidratación osmótica de alimentos . Valencia: Servicio de publicaciones Universidad Politécnica de Valencia, 1998.

Ceballos, German E. Estudios en papaya mínimamente procesada por deshidratación osmótica. Valencia, 2005.

Ciurzy_nska, A., Lenart, A., & Gre¸da, K. J. Effect of pre-treatment conditions on content and activity of water and colour of freeze-dried pumpkin. LWT-Food Science and Technology, 59, 1075e1081, 2014

Flores-Andrade, E.; Pascual-Pineda, L.A.; Jiménez, M.; Beristain, C.I.: "Efecto de la proteína de suero de leche-sacarosa en la deshidratación osmótica de manzana", Revista Mexicana de Ingeniería Química, 12 (3): 415–424, 2013

Gras M, P Fito, D Vidal, N Betoret, A Chiralt, . «Calcium fortification of vegetables by vacuum impregnation interactions with cellular matrix .» Journal of Food Science, 2003: 279 -284.

Giraldo, German. «El efecto del tratamiento de impregnación a vacío en la respiración de frutas (manzana, fresa, melocotón, sandía) mínimamente procesadas.» Revista de la facultad de química farmaceútica. Universidad de Antioquia, 2006: 21-25.

Khan, M.R. Osmotic dehydration technique for fruits preservation-A review. Pakistan Journal of Food Sciences, 22(2), 71-85, 2012

Moreno, J., Simpson, R., Pizarro, N., Pavez, C., Dorvil, F., Petzold, G., et al. Influence of ohmin heating/ osmotic dehydration treatments on polyphenoloxidase inactivation, physical properties and microbial stability of apples 1 (cv. Granny Smith). Innovative Food Science and Emerging Technologies, 20, 198e207, 2013

Pascual, M.R.; Calderón, V. Microbiología Alimentaria. Ed. Díaz de Santos, Madrid, Spain, 2000

Phisut, N. Factors affecting mass transfer during osmotic dehydration of fruits. International Food Research Journal, 19(1), 7-18, 2012

Rocha, Patricia Della. «Secado de alimentos por mètodos combinados: Deshidrataciòn osmótica y secado por microondas y aire caliente.» En Secado de alimentos por mètodos combinados: Deshidrataciòn osmótica y secado por microondas y aire caliente, de Patricia Della Rocha, 76. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2010.

Sanjinez E, Ivanise Guilherme Branco, Suely Yuri Takito, Juliane Corbari. «Influencia de la deshidratación osmótica y de la adición de cloruro de calcio en la conservación de kivis mínimamente procesados.» Ciencia e tecnología de alimentos, 2009: 205.

Sharma S, Steven J. Mulvaney, Syed. S. H. Risvi. Ingeniería de Alimentos. New York: Editorial Limusa, 2003.

Shigematsu, E et al. «Influencia de pretratamientos sobre la deshidratación osmótica de la carambola.» Ciencia y tecnología de alimentos, 536 - 545, 2005

Tortoe, C. A review of osmodehydration for food industry. African Journal of Food Science, 4(6), 303-324, 2010

Urfalino, D.P.: "Ajuste de tiempos de inmersión en técnicas combinadas de deshidratado de duraznos", RIA. Revista de investigaciones agropecuarias, ISSN-0325-8718, 40 (1): 67–74, 2014.

Vega-Gálvez, Marlene Palacios, Francisca Boglio, Catarina Pássaro, Catalina Jerez, Roberto Lemus- Mondaca . «Deshidratación osmótica de la papaya chilena (Vasconcellea Pubescens) e influencia de la temperatura y concentración de la solución sobre la cinética de transferencia de materia.» Cienc. Tecnol. Aliment. Campinas, 2007: 473.

ZARE, V.P.N.: "Secado del tarwi (Lupinus mutabilis) por métodos combinados: deshidratación osmótica y microondas con aire caliente", Agroindustrial Science, ISSN-2226-2989, 3 (2): 155–165, 2014.

Zuluaga Juan, Misael Cortés-Rodríguez, Eduardo Rodríguez-Sandoval. «Evaluación de las características fisicas del mango deshidratado aplicando secado por aire caliente y deshidratación osmótica .» Revista de la facultad de Ingeniería U.C.V, 2010: 128.