

EMPAQUES DE ATMÓSFERA MODIFICADA PARA ALIMENTOS SALVADOREÑOS

EXPOSITORA

María Dolores Rovira

INVESTIGADORES

María Dolores Rovira

Claudia Alfaro

Violeta Chichique

Departamento de Ingeniería de Procesos y Ciencias Ambientales

En El Salvador, la industria de manufactura representa un 32% del PIB y dentro de este rubro, la industria del plástico representa el 2.8%. Asimismo, cerca del 75% de la producción del sector de plásticos es para exportación, siendo el 25% lo que se comercia en el mercado local. En detalle, los principales productos exportados anualmente en millones de dólares son: empaques, \$41.32; sacos y bolsas, \$49.97; botellas y frascos, \$87.56. El Salvador se ha convertido en un fuerte proveedor de envases y empaques, situándose como líder a escala centroamericana.

Por otra parte, los cambios en el estilo de vida de los consumidores han impulsado la aparición de nuevas tendencias en el consumo de alimentos, esto también ha tenido una incidencia directa en la creación nuevos empaques para los mismos. En la actualidad, existe un gran interés de los países desarrollados

por los productos frescos, naturales y sin aditivos, los cuales conservan sus propiedades nutritivas y organolépticas (García, Gago y Fernández 2006). Sin embargo, estos alimentos presentan un rápido deterioro natural debido a que, a pesar de haber sido cosechados, sus procesos respiratorios y metabólicos continúan (Marais y otros, 2004). Los métodos para disminuir la velocidad de la respiración son un medio para retrasar la senescencia y así prolongar la vida útil de frutas y vegetales frescos. Sin embargo, los métodos tradicionales de preservación como la congelación no son siempre los adecuados si se desea mantener las propiedades de los tejidos vegetales. El desarrollo de los métodos novedosos, tales como los empaques de atmósfera modificada, ofrecen soluciones específicas para este tipo de productos de baja vida de anaquel que son sensibles a las bajas temperaturas (Hui 2006; Varoquaux

y otros, 2002). En el país existen frutas y verduras que tienen un alto consumo, pero con una baja vida de anaquel, de esta forma, los empaques de atmósfera modificada podrían favorecer su comercialización e incluso su exportación a mercados nostálgicos.

En este sentido, el proyecto tuvo como objetivo el diseño de empaques de atmósferas modificadas para alimentos salvadoreños con el propósito de extender su vida útil.

METODOLOGÍA.

Para realizar la investigación fue necesario equipar un laboratorio con capacidad de analizar empaques y polímeros en la UCA. Luego evaluar las tasas de respiración y la vida de anaquel de 10 alimentos nativos salvadoreños. Con esta información generada se diseñaron dos empaques de atmósfera modificada: uno para ejotes y otro para loroco. Las bolsas fueron fabricadas en la empresa Termoencogibles y luego fueron probadas en un experimento de estudio de vida de anaquel para probar su efectividad. A continuación se detalla la metodología.

Para la selección de los 10 alimentos nativos, se realizó una lista de criterios que luego se aplicaron a una amplia lista de frutas y verduras. Para priorizarlos, se utilizó el método de toma de decisiones denominado Proceso Analítico Jerárquico (AHP) (Claver Gil and Sebastián Pérez, 2017). Estos criterios, avalados por la industria socia del proyecto, fueron: duración o vida útil, potencial de exportación, producción nacional anual y producción anual en Guatemala.

Una vez seleccionados los productos, se estudiaron las tasas de respiración de los mismos bajo el método de cámara cerrada y a tres diferentes temperaturas: 6, 20 y 30 °C, el montaje del experimento puede observarse en la Figura 1. Los datos experimentales obtenidos se ajustaron a un modelo para obtener las velocidades de respiración, y luego estos resultados de respiración fueron ajustados a un modelo enzimático de Michaelis-Menten (Sousa, Oliveira, and Sousa-Gallagher, 2017; Song, Ku Kim, and Yam, 1992; González-Buesa y otros, 2009).

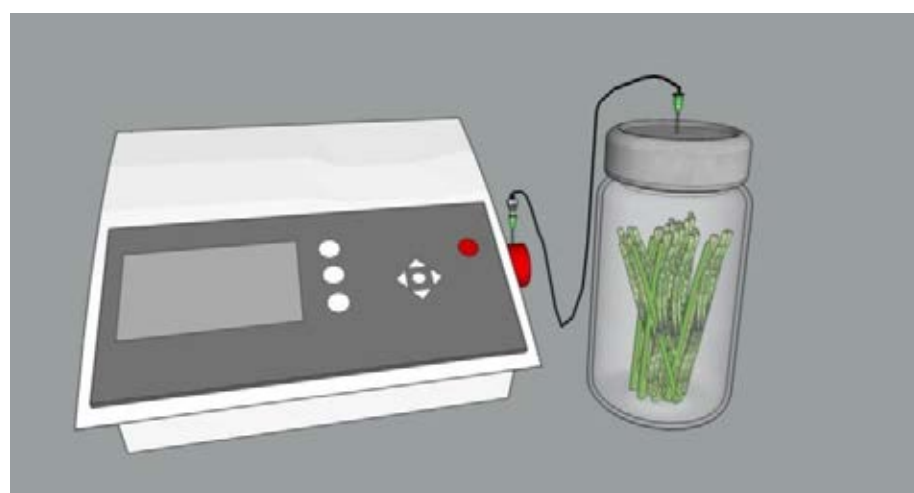


FIGURA 1. MONTAJE DE EXPERIMENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA TASA DE RESPIRACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Paralelamente, se determinaron sus vidas de anaquel, así los alimentos fueron almacenados a 6°C con 90% de humedad relativa. En esta etapa se realizaron análisis de los parámetros fisicoquímicos de los alimentos almacenados y un análisis sensorial. Los resultados del análisis sensorial se ajustaron a una función probabilística de Weibull para determinar el tiempo de vida útil del alimento (Duyvesteyn, Shimoni, and Labuza, 2018; Cardelli and Labuza, 2001; Keklik, Develi, and Sur, 2017).

Finalmente, se seleccionaron el ejote y el loroco como productos a los que se les diseñaría un empaque

de atmósfera modificada. Luego de obtener la cantidad de perforaciones necesaria para crear esta atmósfera, se procedió a fabricar las bolsas en la empresa *Termoencogibles*. A lo largo de todo el período de almacenamiento dentro de las bolsas, se realizaron análisis sensoriales de los alimentos en los que se solicitaba evaluar aspectos como textura, olor y humedad. El análisis finalizó cuando el promedio de calificación del alimento bajó a menos de 7. Las bolsas se mantuvieron almacenadas a 5°C durante todo el experimento, la Figura 2 muestra los empaques de ejotes.



FIGURA 2. EMPAQUES CON EJOTES DENTRO DE LA CÁMARA DE TEMPERATURA

RESULTADOS.

Luego de analizados los criterios descritos en la metodología, como resultado se obtuvo a 10 alimentos para estudiar su vida de anaquel, así como sus tasas de respiración. Los alimentos seleccionados fueron arveja, baby carrot, brócoli, nance, chipilín, ejote, flor de izote, jocote, loroco y mango verde.

Los estudios de vida de anaquel se desarrollaron para los 10 alimentos sin empacar, a excepción del chipilín y el ejote, a los que también se les evaluó su vida de anaquel utilizando bolsas tradicionales de polipropileno y polietileno de baja densidad. Pudo determinarse que el empaque mejora significativamente la vida de anaquel del chipilín y del ejote, y que existen diferencias entre los materiales de empaque. Al analizar la vida de anaquel de los alimentos sin empaque se observó que los que presentan vidas de anaquel más cortas son las hojas y las flores. Así se obtuvo para el chipilín (hoja) 1.63 días, para el loroco (flor) 3.69 días y para la flor de izote 4.86 días. Luego siguieron los vegetales y frutas: ejote (5.14 días), nance (6.75 días), baby carrot (6.83), arveja (7.68 días), brócoli (8.63 días), mango (11.29 días) y jocote (17.99 días).

Con respecto a la determinación de las tasas de respiración, cabe destacar que los ajustes obtenidos, tanto el ajuste no lineal para las tasas de respiración como el ajuste de Michaelis Menten, fueron muy buenos, ya que en la mayoría de veces el valor del coeficiente de R^2 fue mayor a 0.9, así como el intervalo de confianza se encontró por debajo del 5%. Se determinó la dependencia de la respiración máxima con

respecto a la temperatura mediante el modelo de Arrhenius, con ello es posible encontrar el valor de la tasa de respiración máxima a cualquier temperatura, aunque no se haya realizado el experimento en ella.

Al guardar el ejote y el loroco en empaques perforados se pudo observar, en el caso del ejote, que no existió una diferencia significativa entre la vida de anaquel del empaque con 20 perforaciones y 30 perforaciones, pero sí hubo un incremento del 20% entre la vida de anaquel al utilizar un empaque de atmósfera controlada con respecto al empaque tradicional sin perforaciones. En cuanto al Loroco, no existió una diferencia significativa entre la vida de anaquel del empaque con 20 perforaciones y con 4 perforaciones, a pesar de que la atmósfera en el interior del empaque es significativamente diferente en cuanto al porcentaje de O_2 y CO_2 . Si se compara el empaque perforado con el no perforado se ve una mejoría significativa, puesto que se duplica la vida de anaquel con ambos empaques perforados con respecto a un empaque tradicional.

CONCLUSIONES.

Los resultados de estudios de tasas de respiración demostraron que los modelos cinéticos enzimáticos basados en la inhibición de la tasa de respiración por CO_2 se ajustan bien a todos los alimentos analizados. Por tanto, las expresiones generadas en función de la concentración de O_2 , CO_2 y temperatura pueden ser utilizadas para el diseño de empaques que permitan prolongar la vida útil de estos alimentos y mejorar su aprovechamiento y comercialización.

El empaque de atmósfera modificada que fue diseñado para ejotes aumentó en un 20% la vida de anaquel comparado con un empaque tradicional sin perforaciones. Por otra parte, el empaque de atmósfera

modificada que fue diseñado para el loroco aumentó en un 100% la vida de anaquel del producto comparándolo con un empaque tradicional sin perforaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Cardelli, C., and T.P. Labuza. (2001). *Application of Weibull Hazard analysis to the determination of the shelf life of roasted and ground coffee. LWT-Food Science and Technology 34 (5): pp. 273–78. Academic Press. DOI:10.1006/FSTL.2000.0732.*

Claver Gil, J. y Sebastián Pérez, M. A. (2017). El proceso analítico jerárquico. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Recuperado de [https://books.google.com/sv/books?id=Rqb3DQAAQBAJ&pg=PA128&lpg=PA128&dq=\(Claver+y+Pérez,+2016\)+metodo+analitico+jerarquico&source=bl&ots=ltiLjPOxMo&sig=A00AEuOX6xtPFoU0zVHGQke12VI&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjmpMP9yu_fAhXqnuAKHTTZBFMQ6AEwAXoECAEQAQ#v=onepage&q=](https://books.google.com/sv/books?id=Rqb3DQAAQBAJ&pg=PA128&lpg=PA128&dq=(Claver+y+Pérez,+2016)+metodo+analitico+jerarquico&source=bl&ots=ltiLjPOxMo&sig=A00AEuOX6xtPFoU0zVHGQke12VI&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjmpMP9yu_fAhXqnuAKHTTZBFMQ6AEwAXoECAEQAQ#v=onepage&q=)

Duyvesteyn, W. S., Shimoni E. and Labuza T. P. (2018). Determination of the end of shelf life for milk using Weibull Hazard method. Recuperado de <http://citeserx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.24.4255&rep=rep1&type=pdf>.

García Iglesias E., Lara Cabezas Gago and Fernández J. L. (2006). “Informe de Vigilancia Tecnológica. Tecnología de Envasado en Atmósfera Protectora”. Recuperado de www.madrimasd.org.

González Buesa, J., Ferrer-Mairal, A., Oria R. and Salvador M. L. (2009). A mathematical model for packaging with microperforated films of fresh-cut fruits and vegetables. *Journal of food engineering 95 (1): pp. 158-65. Elsevier. DOI:10.1016/J.JFOODENG.2009.04.025.*

Hui, Y. H. (Yiu H.). (2006). *Handbook of food science, technology and engineering.* Taylor & Francis.

Keklik, N. M., Develi I.N., and Bilge Sur E. (2017). Estimation of the shelf life of pezik pickles using Weibull Hazard analysis. *Food Science and Technology 37 (1): pp. 125-30. SBCTA. DOI: 10.1590/1678-457x.33216.*

Marais, S., Bureau E., Gouanvé F., Ben Salem E. y Hirata, A. Andrio, C. Cabot, and Atmani H. (2004). Transport of water and gases through EVA/PVC Blend Films-permeation and DSC Investigations. *Polymer Testing 23 (4): pp. 475-86. DOI:10.1016/j.polymertesting.2003.09.009.*

Song, Y., Hyun Ku K. and Kit L. Yam. (1992). Respiration Rate of Blueberry in Modified Atmosphere at Various Temperatures. *J. AMER. Soc. HORT.*

SCI. Vol. 117. Recuperado de <http://journal.ashspublications.org/content/117/6/925.full.pdf>.

Sousa, A. R., Oliveira, J. C. and Sousa-Gallagher M. J. (2017). Determination of the Respiration Rate Parameters of Cherry Tomatoes and Their Joint Confidence Regions Using Closed Systems. *Journal of Food Engineering* (206): pp. 13-22. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2017.02.026.

Varoquaux, P., Gouble, B. Ducamp, M. N. and Self, G. (2002). Procedure to Optimize Modified Atmosphere Packaging for Fruit. *Fruits* 57 (5-6): pp. 313-22. DOI:10.1051/fruits.