

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE, ANÁLISIS SENSORIAL Y MICROBIOLÓGICO DE LÁMINAS FLEXIBLES DE MANGO (*Mangifera indica* L.)

ANTIOXIDANT ACTIVITY, SENSORY AND MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF FRUIT LEATHERS OF MANGO (*Mangifera indica* L.)

Hernández Varela, Josué; Fernández Viluzca, Sulbarán Betzabé.¹

Resumen

Una forma de concentrar las propiedades nutricionales de la fruta es mediante la elaboración de láminas flexibles, que se hacen al secar una capa muy delgada de puré para obtener un producto con una textura blanda. En este trabajo, se elaboraron láminas flexibles de frutos de mango (*Mangifera indica* L. cv. *Tommy Atkins*) cultivados en el estado Zulia, se determinó su actividad antioxidante y se evaluaron sensorial y microbiológicamente. La actividad antioxidante (equivalente a Trolox y vitamina C) fue evaluada por el método radical ABTS y el contenido de fenoles totales mediante el método reactivo de Folin-Ciocalteu. La aceptabilidad de la muestra se evaluó mediante la aplicación de un análisis sensorial utilizando una escala hedónica y los análisis microbiológicos por medio del método de conteo directo de colonias en placas de Petri estériles de agar papa dextrosa y agar plate count descritos en la norma COVENIN. La actividad antioxidante de la lámina fue 0.34 ± 0.00 mM Trolox/100 g y 77.02 ± 0.84 vitamina C/100 g y el contenido de fenoles totales en la lámina fue 76.81 ± 2.67 mg GAE/100 g. Las láminas flexibles aportan una mayor cantidad de compuestos fenólicos totales, por lo que es una manera alternativa de consumir compuestos antioxidantes y nutritivos a la dieta, adicionalmente el bajo contenido de humedad y el crecimiento microbiano inferior a 30 UFC/g de la lámina flexible favorece el almacenamiento por periodos prolongados. La aceptabilidad general entre los panelistas para la lámina de mango fue de 40 % para la opción “me gusta mucho”.

Palabras clave: ABTS, Trolox, hedónica, polifenoles.

Abstract

One way to concentrate the nutritional properties of the fruit is by making fruit leathers which are made by drying a thin layer of fruit puree to obtain a product with a soft texture. This paper developed fruit leathers of mango fruit (*Mangifera indica* L. cv. *Tommy Atkins*) grown in Zulia State. Its antioxidant activity was determined and evaluated sensory and microbiologically. The antioxidant activity (equivalent to Trolox and vitamin C) was evaluated by the method of ABTS radical and the total polyphenol content by the method of Folin-Ciocalteu reagent. The acceptability of the sample was evaluated by applying a sensory analysis using a hedonic scale and microbiological analyses by the method of direct count of colonies in sterile petri plates with Agar Potato Dextrose and Agar Plate Count described in COVENIN norm. The antioxidant activity of the fruit leathers was 0.34 ± 0.00 mM Trolox/100 g and 77.02 ± 0.84 vitamin C/100 g and total polyphenol content in the leather was 76.81 ± 2.67 mg GAE/100 g. Fruit leathers provide a higher amount of total polyphenolic compounds, which is an alternative way of consuming antioxidant compounds and nutrients to a diet; additionally, the low moisture content and microbial growth of less than 30 CFU/g of the fruit leather favors

¹ University of Zulia, Faculty Experimental of Sciences, Department of Chemistry, Laboratory of Food, Maracaibo, Venezuela, 4001. Correo: ofiuco2011@hotmail.com

storage for extended periods of time. The general acceptability among the panelists for the mango fruit leathers was 40 % for the "I like".

Keywords: ABTS, Trolox, hedonic, polyphenols.

Introducción

Las láminas flexibles de frutas constituyen una forma de concentrar las propiedades nutricionales de la fruta, que se hacen al secar una capa muy delgada de puré para obtener un producto con una textura blanda [1]. La presentación de frutas en láminas facilita el consumo en niños y adultos que no posean regímenes alimenticios de frutas marcados [2]; además, su consumo ha aumentado, sobre todo, para meriendas y aperitivos, lo que permite incrementar la rentabilidad del cultivo de frutales mediante la diversificación de sus usos industriales [3].

Para la elaboración de las láminas se usa azúcar comercial (sacarosa), con el fin de homogeneizar la mezcla y favorecer la polimerización de los carbohidratos (azúcares) presentes cuando se calienta en medio ligeramente ácido [4]. Marcano [5] y Badui [6] afirman que la reacción de polimerización solo ocurrirá de manera efectiva en presencia de calor, facilitando, así, la salida del agua libre que se encuentra en la fruta. Además, a esta temperatura, la pectina (ácido galacturónico) se disuelve completamente en la mezcla y a medida que se enfría la solución empieza a formar una red tridimensional de las cadenas de pectina con el agua o especies hidroxílicas presentes en la solución, como el azúcar añadido. De igual forma, se utiliza ácido cítrico como estabilizante-catalizador, sorbato de potasio como conservante y pectina como gelificante, con el fin de mejorar las características organolépticas de las láminas.

Diversos compuestos cromógenos son utilizados para determinar la capacidad de los compuesto fenólicos que contienen los frutos para captar los radicales libres generados en el organismo; el método más aplicado es la generación del radical ABTS [2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-ácido sulfónico)], ya que su elevada sensibilidad, practicidad, rapidez y estabilidad lo hace muy adecuado para compuestos puros, extractos de plantas o de alimentos [7, 8].

En esta investigación, se evaluó la actividad antioxidante de láminas flexibles de fruta elaborada a partir de pulpa de mango (*Mangifera indica*), con el fin de determinar el contenido de polifenoles y de antioxidantes que posee este producto; de igual forma, evaluar las características sensoriales (acceptabilidad general, sabor, olor y color) y su estabilidad

microbiológica en el día 0 y día 60 después de la elaboración.

Materiales y Métodos

Muestreo. Las frutas fueron lavadas, pesadas y separadas en cada una de sus partes (semillas, epicarpio y pericarpio). La pulpa fue recolectada en lotes de tres kilogramos, de acuerdo con lo señalado por la norma COVENIN 1769-81 [9], y almacenadas a -19°C . Se determinaron las características físicoquímicas de la muestras de mango y de las láminas flexibles de este.

Elaboración de la lámina flexible. Se realizó según lo reportado por Ashaye y cols. [2] y Vijayanand y cols. [10]. La pulpa homogenizada de las frutas fue ajustada con azúcar comercial (25 °Brix), pectina, sorbato de potasio y ácido cítrico. La metodología planteada por Azeredo y cols. [1] se usa para la adición de la mezcla de puré en la bandeja, relacionando su área superficial con la cantidad de puré añadido para obtener un espesor determinado en la lámina flexible. La pulpa preparada fue calentada a una temperatura de 80°C durante 10 min y la mezcla obtenida se extendió en una placa antiadherente engrasada con glicerol, para luego secarla en estufa convencional a una temperatura de 60°C por 8-10 h antes de ser empacada y almacenada para su posterior análisis. La lámina obtenida fue almacenada en bolsas herméticas a 25°C y protegidas de la luz.

Obtención del extracto. La extracción de los compuestos polifenólicos y antioxidantes se realizó según Araya y cols. [11] con algunas modificaciones. Un gramo de muestra fue mezclado con 10 mL de etanol, se agitó magnéticamente la mezcla por 1 h y se centrifugó a 12 000 rpm por 20 min. El extracto obtenido fue almacenado en envases ámbar a -15°C hasta su análisis, que se realizó en un tiempo máximo de 48 h luego de la obtención del extracto.

Determinación del contenido de fenoles totales. Se realizó usando el reactivo de Folin-Ciocalteu de acuerdo con lo descrito por Arnous y cols. [12]. Los análisis se realizaron en un equipo de espectrofotometría UV-visible (G10S UV-Vis, Thermo Scientific, USA) a 750 nm empleando ácido gálico como patrón.

Determinación de la actividad antioxidante. Se evaluó por el método ABTS reportado por Miller y cols. y

Rice-Evans y cols. [13, 14]. La metodología propuesta para la obtención del radical se basa en la reacción de una solución de ABTS 7 mM con persulfato potásico 2.5 mM, ambos reactivos en proporción 1:1. La mezcla se dejó en reposo durante un tiempo mínimo de 16 h antes de comenzar las evaluaciones. Una vez formado el radical ABTS^{•+} se diluyó correctamente con etanol hasta obtener una absorbancia de 0.6 (± 0.02) a 750 nm. Los extractos obtenidos fueron diluidos empleando metanol y su cuantificación se realizó por triplicado.

Al radical ABTS^{•+} generado se le determinó la absorbancia a 750 nm a los 0 min; transcurridos 5 min, se añadieron 40 µL de los extractos diluidos y se midió nuevamente la absorbancia a 750 nm. La actividad antioxidante total (TAA ‘total antioxidant activity’) de la muestra se determinó de acuerdo con la ecuación 1:

$$\text{TAA} = \text{Abs}_{t=0 \text{ min}} - \text{Abs}_{t=5 \text{ min}} \quad (\text{Ec. 1})$$

Los resultados se expresaron como actividad antioxidante equivalente de Trolox (TEAA) y actividad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (VCEAA).

Análisis sensorial. El análisis sensorial de las láminas flexibles de mango se realizó a un panel no entrenado de 10 personas en un cuarto de análisis sensorial, controlado con una temperatura de 25 ± 2 °C, iluminado con luz fluorescente [15]. Una pieza rectangular de cada lámina flexible (4 cm × 3 cm × 0.8 cm) fue dada en bolsas plásticas

desechables junto con la escala hedónica de 9 puntos. Se realizó la evaluación olfativa y visual antes de pasar a las pruebas de sabor y aceptabilidad general. Los atributos por evaluar fueron: sabor, color, olor y aceptabilidad general usando una escala hedónica de 9 puntos, desde 1 “me disgusta muchísimo” hasta 9 “me gusta muchísimo”. Para cada parámetro se obtuvo una valoración media a partir de cada valoración individual. El análisis sensorial se efectuó partiendo desde el día 0 (realización del producto) hasta dos meses después de elaborado.

Estabilidad microbiológica. La determinación de hongos y levaduras se realizó por el método de conteo directo en placas Petri estériles y agar papa dextrosa descrito en la norma COVENIN 1104-96 [6]. Para determinar los aerobios mesófilos, se utilizó el método de conteo directo en placas Petri estériles con agar plate count descrito en la norma COVENIN 902-87 [6]. Los análisis fueron realizados una vez terminado el producto en lámina flexible de fruta y dos meses después del almacenamiento.

Análisis de datos. Las existencias de diferencias significativas entre los resultados obtenidos de las diferentes etapas de la investigación fueron analizadas empleando el paquete estadístico computarizado SAS versión 9.1 [16].

Resultados y discusión

Las caracterización fisicoquímica de la fruta fresca y de las láminas flexibles se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica del fruto fresco de mango.

Muestra	pH	Vitamina C ^a (mg EAA/100 g)	Acidez ^b (mg AC/g)	Humedad (%)	°Brix
Fruto	4.15 ± 0.02	37.51 ± 1.31	0.41 ± 0.00	83.36 ± 0.61	16.33 ± 0.12
Lámina	3.83 ± 0.03	12.69 ± 0.30	0.21 ± 0.00	26.18 ± 1.00	75.86 ± 2.91

^a Expresada en miligramos de ácido ascórbico; ^b Expresada en mili equivalente de ácido cítrico.

Preparación de las láminas flexibles. El tratamiento térmico de la lámina de fruta permitió la eliminación de la mayor parte de agua libre, es decir, aquella que se no encuentra acomplejada a proteínas. El agua ligada, por su parte, se halla en el citoplasma de las células unida por enlaces proteicos, que se pueden desnaturalizar y liberar el agua a elevados valores de temperatura. Cabe acotar que esta última no se encuentra inmóvil dentro de la muestra, pero sí está más limitada que el agua libre; por esto, la mayoría del agua que influye en la actividad acuosa de los alimentos y en su humedad se refleja como agua libre [6, 7, 8].

Determinación del contenido de polifenoles totales: En la Tabla 2, se muestran los resultados obtenidos

para el contenido total de polifenoles en frutos y láminas flexibles de mango. Ma y cols. [17] reportan valores de polifenoles totales para ocho genotipos diferentes de mango en un rango de 8.71 ± 3.69 a 193.36 ± 3.51 mg GAE/100 g, en el que se encuentra el valor obtenido para la muestra en este análisis (33.61 ± 0.99 mg GAE/100 g).

La mayoría de los compuestos polifenólicos que actúan en la actividad antioxidante de las frutas se caracterizan por ser hidrosolubles y estables a temperatura ambiente, pero son susceptibles a los cambios químicos (maduración de la fruta); físicos en el procesamiento del fruto (tritadura y picado: estos compuestos forman parte de la organización tisular y

de estructuras que al romperse se lixivian y se destruyen parcialmente al contacto con el aire), y térmicos, ya que el aumento excesivo del calor modifica el pigmento de los alimentos [18].

Tabla 2. Contenido de polifenoles totales del fruto fresco y lámina flexible de mango.

Muestra	Polifenoles totales (mg GAE/100 g) ^c
Fruto	33.61 ± 0.99 ^b
Lámina	76.81 ± 2.67 ^a

^{a,b} Índices de Duncan ($p < 0.05$). Las letras diferentes indican diferencias significativas.

^c Miligramos equivalentes de ácido gálico por cada 100 g de muestra.

Se observaron diferencias significativas entre el contenido de fenoles totales de la lámina de mango (76.81 ± 2.67 mg GAE/100 g) y el del fruto (33.61 ± 0.99 mg GAE/100 g), esto puede atribuirse al aumento de los azúcares (^oBrix) debido a que, desde el punto de vista químico, los polifenoles se caracterizan por la presencia de uno o más anillos tipo benceno con radicales hidroxilos, normalmente acoplados a azúcares glucósidos) [7,19]; así se favorece el mayor contenido de polifenoles afianzado a la liberación de agua que se produce en el sistema propio del fruto, que permite la determinación más eficaz de diversos polifenoles.

Por otro lado, la determinación de los polifenoles en las muestras de láminas flexibles muestran mayor cantidad, puesto que los componentes polifenólicos se encuentran concentrados en una matriz seca (26.18 ± 1.00 % de humedad y los valores siempre estarán sujetos a la cantidad de muestra que se use para la determinación.

Determinación de la actividad antioxidante. En la Tabla 3, se muestran los valores obtenidos de la actividad antioxidante total equivalente a Trolox y la actividad antioxidante equivalente a vitamina C del fruto y lámina flexible de mango.

Tabla 3. Actividad antioxidante del fruto fresco y lámina flexible de mango.

Muestra	TEAA ^c (mM/100 g)	VCEAA ^d (mg/100 g)
Fruto	0.09 ± 0.00 ^b	27.86 ± 0.70 ^a
Lámina	0.34 ± 0.00 ^b	77.02 ± 0.84 ^a

^{a,b} Índices de Duncan ($p < 0.05$). Las letras diferentes indican diferencias significativas.

^c Actividad antioxidante total equivalente a Trolox.

^d Actividad antioxidante equivalente a vitamina C.

Los extractos polifenólicos del material vegetal (fruto) son una mezcla de diferentes clases de fitoconstituyentes solubles en el solvente usado en el sistema [20], por esto su extracción y cuantificación total es simple.

Las diferencias obtenidas para el análisis de antioxidantes en el fruto y la lámina fueron estadísticamente significativas, de igual forma las halladas entre los pares de valores para la TEAA y VCEAA. En otros estudios se evaluó la actividad antioxidante de frutos mango, mediante el método de ABTS usando Trolox como patrón de referencia, que reportó un rango de 600-1551 $\mu\text{mol/g}$ [17], valores comparables con los obtenidos en este análisis. Por su parte Marcano [7] reportó un rango de valores entre 19.79 ± 3.71 - 34.59 ± 4.41 mg ácido ascórbico/g para la determinación del contenido de vitamina C en el mango; en este caso, el valor de 27.86 ± 0.70 mg ácido ascórbico/g obtenido para la muestra de mango analizada se encuentra incluida en dicho rango de valores.

Importa mencionar que la actividad antioxidante de una mezcla no viene dada solo por la suma de la capacidad antioxidante de los compuestos polifenólicos presentes, sino que depende también de efectos sinérgicos-inhibitorios entre ellos y del microambiente donde se encuentran, que pueden ocasionar efectos inhibitorios en la capacidad antioxidante [5].

Asimismo, es importante acotar que en la elaboración de las láminas flexibles ocurren cambios químicos y térmicos asociados al procesamiento del fruto a la lámina, que incluyen diversas interacciones sinérgicas que pueden ocurrir entre diferentes constituyentes de la matriz de estudio [21], lo que disminuye o aumenta considerablemente el contenido de vitamina C, de 27.86 ± 0.70 mg/100 g a 77.02 ± 0.84 mg/100 g para el mango.

En el caso de los antioxidantes, Keenan y Trolox [22] explican que la diferencia entre los valores de actividad antioxidante obtenidos antes y después del procesamiento térmico se pueden atribuir a la hipótesis de extractabilidad de dichos compuestos, partiendo, entonces, del principio de la extracción con metanol, en la que no se corrobora la presencia de estos compuestos en la muestra. En el caso de los extractos del fruto y de la lámina flexible de mango, se observó un aumento en la actividad antioxidante equivalente a Trolox de 0.09 ± 0.00 mM/100 g a 0.34 ± 0.00 mM/100 g. Nguyen y Schwartz [23] explican que la combinación de la homogenización y el tratamiento térmico destruye las membranas celulares y los complejos proteína-antioxidante

haciéndolos más accesibles para la extracción, aunque el tratamiento térmico también inactiva enzimas y otros compuestos antioxidantes en la matriz de la muestra.

Estabilidad microbiológica de las láminas flexibles.

La presencia de microorganismos en los alimentos puede modificar ciertos parámetros de calidad y de esa forma transformarlo en un producto no consumible. En la Tabla 4, se muestran los resultados obtenidos para el recuento en placas de aerobios mesófilos y recuento total de hongos y levaduras de las láminas flexibles, para los análisis realizados en el día 0 de la elaboración del producto y 60 días después de su almacenamiento.

Tabla 4. Análisis microbiológico de las láminas flexibles.

Microorganismo	Lámina flexible de mango (UFC/g)*	
	Día 0	Día 60
Recuento total de aerobios mesófilos (48 h, 37 °C)	<30	<30
Recuento total de hongos y levaduras (2-5 días, 28 °C)	<30	<30

* Unidades formadoras de colonia

El uso de un estabilizante (ácido cítrico) y un conservante natural (sorbato de potasio) inhiben considerablemente el crecimiento microbiano en el producto, y se obtienen valores inferiores a 30 UFC/g para la primera dilución de la muestra en el día 0, de igual forma para el día 60. Estos valores son aceptables según la norma COVENIN 2592-89 [24] para requisitos microbiológicos en mermeladas y jaleas de frutas, ya que el cálculo del estimado de recuento estándar es inferior al reportado en la norma.

El efecto antimicrobiano del sorbato se produce a través de su acción inhibitoria sobre las funciones de algunas enzimas, algunas del ciclo del ácido cítrico. También interfiere con la síntesis de la pared celular, proteínas, ARN y ADN. Así, al igual que otros ácidos orgánicos, interfiere con el potencial de membrana e inhibe la germinación de las esporas, además, las frutas son ricas en carbohidratos y tienen un pH de 4,5 o por debajo, debido a la presencia de ácidos orgánicos, y algunas también tienen aceites antimicrobianos esenciales, lo que favorece su efecto inhibitorio [25, 26, 27].

La lámina de mango presentó una humedad de 26.18 ± 1.00 %. En general, los valores de humedad relativa están estrechamente relacionados con los valores mínimos de actividad de agua para el crecimiento de grupos microbianos, pues, a menor humedad relativa menor serán los valores de actividad de agua, lo que confirma que el crecimiento

microbiano es bajo o nulo cuando los valores de humedad relativa son menores de 30 %; el rango óptimo está entre el 25 y 15 % [25].

Análisis sensorial de las láminas flexibles. En la Figura 1, se muestran los resultados obtenidos para el análisis sensorial de las láminas flexibles. La aceptabilidad general entre los panelistas para la lámina de la lámina de mango fue del 40 % para la opción “me gusta mucho”. De igual forma, se evaluó la aceptabilidad del sabor de la lámina flexible de mango cuya frecuencia de respuesta fue de 50 % para la opción “me gusta muchísimo”, que demostró que el tratamiento térmico puede afectar el sabor característico del fruto.

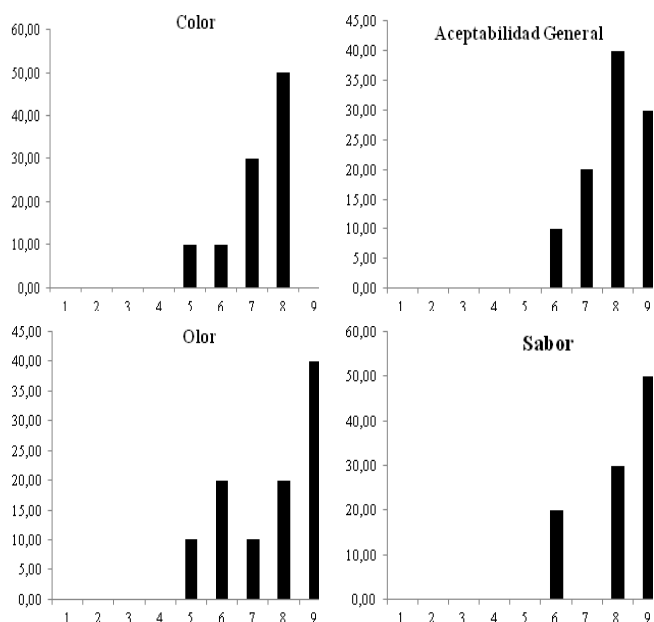


Figura 1. Frecuencias de respuestas (%) contra escala hedónica del análisis sensorial de las láminas flexible de mango.

La mayor frecuencia de respuesta para el parámetro color fue la opción “me gusta mucho”, con un 50 % para la opción “me gusta mucho”; es notable que el color de las láminas flexibles decrece con el incremento en el tiempo de secado [26], pues, acelera la degradación de los compuestos coloreados de los frutos [6, 7].

Por último, la aceptabilidad del olor para la lámina de mango presentó una frecuencia del 40 % para la opción “me gusta muchísimo”. En este caso, el aroma de los productos naturales resulta de las sustancias volátiles presentes en la fruta fresca, como ésteres, cetonas, terpenos, aldehídos y otros [6], lo que plantea que durante la elaboración de la lámina se afecta esta propiedad organoléptica, pues, el uso de calor para el secado volatiliza la mayoría de estos compuestos, aunque el uso de azúcar o miel favorece el

mejoramiento del olor de las láminas, pues, acopla muchos de estos compuestos en su red cristalina [7, 28].

Para evaluar la aceptabilidad general entre la lámina, se realizó un promedio de los resultados de cada atributo evaluado en la escala hedónica para cada panelista. Estos resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Promedios de los atributos evaluados en el análisis sensorial de cada panelista.

Muestra	Atributo sensorial			
	1. Acept.	2. Olor	3. Sabor	4. Color
Mango	7.0 ± 0.99	7.50 ± 1.43	8.10 ± 1.20	7.20 ± 1.03

Se puede observar como los promedios más altos son los reportados para la aceptabilidad general, el olor y el sabor, mientras que el valor más bajo se refiere al color. Según Fennema [6], los menores porcentajes de humedad de la fruta harán que estos compuestos sean más estables; caso contrario ocurre con los pigmentos amarillos del mango (β -carotenos y violaxantina) que se degradan y se oxidan rápidamente por acción del calor o luz solar, y forman intermediarios que debilitan los colores en el fruto [6, 7, 29].

En la Figura 2, se observa el análisis global de los cuatro parámetros evaluados por el panel en el análisis sensorial.

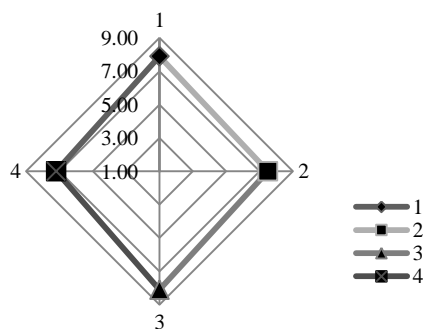


Figura 2. Representación global del análisis sensorial.

Cualquier atributo que se encuentre alejado del centro de la figura o más externo al máximo en la escala de valoración tendrá mayor atribución a dicha cualidad del producto [30]. A partir de lo cual es posible indicar que la lámina flexible de mango obtuvo mayor aceptabilidad global al producto.

Conclusiones

La lámina flexible de lechosa y mango es una manera alternativa de consumir compuestos antioxidantes y nutritivos a la dieta.

Las láminas flexibles son un producto que puede ser almacenado por mucho más tiempo que el fruto fresco, debido a su baja humedad y el crecimiento microbiano inferior a 30 UFC/g en el día 0 de la elaboración del producto.

La aceptabilidad general entre los panelistas para la lámina de mango fue del 40 % para la opción “me gusta mucho”.

Referencias

- [1] Azeredo, H. C.; Brito, E.; Moreira, G.; Farias, V.; Bruno, L. (2007). Effect of drying and storage time on the physicochemical properties of mango leathers. *Journal of Food Science and Technology*, 41, 635-638.
- [2] Ashaye, O. A.; Babalola, S. O.; Babalola, A. O.; Aina, J. O.; Fasoyiro, S. B. (2005). Chemical and organoleptic characterization of pawpaw and guava leathers. *Journal of Agricultural Science*, 1(1), 50-51.
- [3] Lemus-Moncada, R.; Betoret, N.; Vega-Gálvez, A.; Lara-Aravena, E. (2009). Dehydration characteristics of papaya (*Carica Pubescens*): determination of equilibrium moisture content and diffusion coefficient. *Journal of Food Process Engineering*, 32, 645-663.
- [4] Marcano, D. (2011). *La química de los alimentos* (Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Fundación Empresas Polar, Caracas, Venezuela).
- [5] Re, R.; Pellegrini, N.; Proteggente, A.; Pannala, A.; Yang, M.; Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- [6] Badui, S. (1999). *Química de los alimentos*, 4.ª ed. (Editorial Pearson Educación, México DF).
- [7] Kuskoski, M.; Asuero, A.; Troncoso, A.; Mancini-Filho, J.; Fett R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 24(4), 726-732.
- [8] Fennema, O. (2000). *Química de los alimentos*, 2.ª ed. (Zaragoza, España: Editorial Acribia).
- [9] Norma Venezolana COVENIN. Frutas tomas de muestras 1769-81. Método para recuento de aerobios mesófilos 902-87. Método para recuento de mohos y levaduras 1104-96.
- [10] Vijayanand, P.; Yadav, A.; Balasubramanyam P.; Narasimham, P. (2000). Storage stability of guava fruit bar prepared using a new process. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 33, 132-137.
- [11] Araya, H.; Clavijo, C.; Herrera, C. (2006). Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 56(4), 361-365.
- [12] Arnous, A.; Makris, D.; Kefalas, P. (2000). Correlation of pigment and flavone content with antioxidant properties in selected aged regional wines from Greece. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 655-665.
- [13] Miller, N.; Sampson, J.; Candeias, L.; Bramley, P.; Rice-Evans, C. (1996). Antioxidant activities of carotenoids and xanthophylls. *FEBS Letters*, 384, 240-242.
- [14] Rice-Evans, C.; Miller, N.; Paganag, G. (1996). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic

- acids. *Free Radical Biology & Medicine Journal*, 20(7), 933-956.
- [15] Phimpharian, C.; Jangchud, A.; Jangchud, K.; Therdthai, N.; Prinyawiwatkul, W.; Kyoon, No H. (2011). Physicochemical characteristics and sensory optimization of pineapple leather snack as affected by glucose syrup and pectin concentrations. *Journal of Food Science and Technology*, 46, 972-981.
- [16] SAS. (2007). *User's Guide, Statistics*, SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- [17] Ma, X.; Wu, H.; Liu, L.; Yao, Q.; Wang, S.; Zhan, R.; Xing, S.; Zhou, Y. (2011). Polyphenolic compounds and antioxidant properties in mango fruits. *Scientia Horticulturae*, 3(15), 102-107.
- [18] Agostini, L.; Morón, M.; Ayala, A.; Ramón, A. (2004). Determinación de la capacidad antioxidante de flavonoides en frutas y verduras frescas y tratadas térmicamente. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(1), 89-92.
- [19] Padilla, F.C.; Rincón, A.M.; Bou Rached, L. (2008). Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(3), 303-308.
- [20] Souza, J.; Silva, E.; Loir, A.; Rees, J.; Rogez, H.; Larondelle, Y. (2008). Antioxidant capacity of four polyphenol-rich Amazonian plant extracts: a correlation study using chemical and biological in vitro assays. *Food Chemistry*, 106, 331-339.
- Hernández Varela, J. et al., *Scientia Agroalimentaria*. Vol. 1 (2013) 26-32
- [21] El Gharras, H. (2009). Polyphenols: food sources, properties and applications —a review. *Journal of Food Science and Technology*, 44, 2512-2518.
- [22] Keenan, D.; Brunton, N.; Gormley, R.; Butler, F.; Tiwari, B.; Patras, A. (2010). Effect of thermal and high hydrostatic pressure processing on antioxidant activity and colour of fruit smoothies. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11, 551-556.
- [23] Nguyen, M.; Schwartz, S. (1999). Lycopene: Chemical and biological properties. *Food Technology*, 53(2), 38-45.
- [24] Norma Venezolana COVENIN 2592-89. Mermeladas y jaleas de frutas.
- [25] Ray, B. (2004). *Fundamental Food Microbiology*, 3.^a ed. (Editorial CRC PRESS LLC, Florida, USA).
- [26] Jay, Y. (2003). *Modern food microbiology*, 3.^a ed. (Van Nostrand Reinhold Company, USA).
- [27] Pelczar, M.; Reid, R.; Chan, E. (1982). *Microbiología de los alimentos*, 4.^a ed. (Mc Graw-Hill, México, DF).
- [28] Raab, C.; Oehler, N. Making dried fruit leather, FS 232, Oregon State University. <http://ir.library.oregonstate.edu/jspui/bitstream/1957/17466/1/fs232.pdf> [Consulta: mayo de 2011].
- [29] Litz, R. (2009). *The mango: botany, production and uses*, 2.^a ed. (Editorial CAB International, USA).
- [30] Stone, H.; Sidel, J. (2004). *Sensory evaluation practices*, 3.^a ed. (Sizzler Texts, Pasadena, CA, USA).