

## Desarrollo de una formulación a base de mango cortado inmerso en una solución polimérica y desinfectado por UV-C.

Martínez Guevara, J.F., Trejo Márquez, M.A.\*, Lira Vargas, A.A., Pascual Bustamante, S.

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica, Jiménez Cantú s/n, San Juan Atlámica, C.P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Edo. De México, México. \*Correo electrónico: [andreatrejo@unam.mx](mailto:andreatrejo@unam.mx)

### RESUMEN:

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del ácido ascórbico y cítrico en distintas concentraciones (0.25 y 0.5%) en los cambios físicos (color), fisicoquímicos (pH, acidez, sólidos solubles totales), nutricionales (Vitamina C), microbiológico (coliformes y mesófilos) y sensoriales en mangos cortados inmersos en una solución polimérica que permita alargar la vida útil del producto envasado. Los mangos empleados fueron de la variedad 'Tommy Atkins', estos fueron lavados, desinfectados, pelados, cortados y se les adicionó una solución 1:1 de carboximetilcelulosa al 0.25% y sacarosa al 40% y fueron envasados. La concentración (0.25% y 0.5%) y tipo de antioxidante (ácido ascórbico y ácido cítrico) se evaluaron y se analizaron los parámetros fisicoquímicos del producto. La concentración de 0.25% de ácido ascórbico fue la más adecuada para inhibir el pardeamiento en los trozos de mango. La vida útil del mango fue 28 días sin mostrar cambios en el color, pH, acidez, sólidos solubles totales. La vitamina C se mantuvo constante durante el almacenamiento en comparación con el producto control. Además no hubo crecimiento microbiano. Los parámetros sensoriales de las muestras que tuvieron adición de ácido presentaron mayor aceptación con respecto a las muestras control. Se concluye que la adición de 0.25% de ácido ascórbico no mejoró las propiedades evaluadas, a excepción de la Vitamina C.

**Palabras clave:** *Mangifera indica*, antioxidante, mango, vitamina C

### ABSTRACT:

The objective of this study was to evaluate the effect of ascorbic and citric acid in different concentrations (0.25 and 0.5%) on the physical (color), physicochemical (pH, acidity, soluble solids total), nutritional (Vitamin C), microbiological (Coliforms and mesophiles) and sensorial in cut mangoes immersed in a polymer solution that allows to extend the shelf life of the packaged product. The mangos used were of the 'Tommy Atkins' variety, which were washed, disinfected, peeled, cut and added with a 1:1 solution of 0.25% carboxymethylcellulose and 40% sucrose and packed. The concentration (0.25% and 0.5%) and type of antioxidant (ascorbic acid and citric acid) were evaluated and the physicochemical parameters of the product were analyzed. The concentration of 0.25% of ascorbic acid was the most adequate to inhibit browning in the mango pieces. The shelf life of the mango was 28 days without showing changes in color, pH, acidity, total soluble solids. Vitamin C remained constant during storage as compared to the control product. In addition there was no microbial growth. The sensorial parameters of the samples that had acid addition showed greater acceptance with respect to the control samples. It was concluded that the addition of 0.25% of ascorbic acid did not improve the evaluated properties, except for Vitamin C.

**Key words:** *Mangifera indica*, antioxidant, mango, vitamin C

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el mango constituye un papel económico y social importante para diversas naciones, principalmente aquellas en desarrollo. En el caso de México es una fuente de empleo, ingreso y generación de divisas significativa (Galán, 2009). El actual ritmo de vida ha provocado la demanda de productos vegetales naturales, frescos, saludables y dispuestos para consumir, como los productos mínimamente procesados (PMP), siendo muy competitivos y aportando nuevos productos y desarrollando nuevas tecnologías emergentes y sostenibles para garantizar la calidad sensorial y nutritiva y la seguridad alimentaria (Artes-Hernández *et al.*, 2009).

Los productos a base de frutas cortadas presentan características organolépticas y nutricionales similares a las frescas y la ventaja de ser fáciles de utilizar por el consumidor, además que el tiempo de elaboración ya no resulte un obstáculo para incorporar o aumentar la proporción de vegetales en la dieta. Una nueva opción de conservación que satisfacen los requerimientos y especificaciones de envasado de MP (Parzanece, 2010), así como el estar contenidos en soluciones con polímeros las cuales ayudan a mantener el alimento con mejores condiciones de calidad e inocuidad. Una de las principales desventajas de los productos mínimamente procesados es el poco tiempo de vida de anaquel que tienen, esto debido a las características del producto, es por ello que el objetivo del presente trabajo es la aplicación de una solución polimérica como base en el almacenamiento de mango cortado, lo cual puede ayudar a extender su vida útil.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Material de estudio.** Los mangos empleados fueron de la variedad ‘Tommy Atkins’, que es un fruto de excelente calidad, predomina el color rojo, de forma redonda y tamaño mediano (350 a 450 g).

**Procedimiento de elaboración del mango mínimamente procesado.** Los frutos se lavaron y desinfectaron, posteriormente se pelaron y cortaron, estos se desinfectaron en una cámara de UV-C durante 5 min. Los gajos de mango ya desinfectados se colocaron 100g de frutos en tarrinas de PET y se adicionó la solución polimérica, posteriormente fueron almacenados a 4°C y cada 4 días fueron evaluados.

**Formulación de la solución polimérica.** La solución polimérica que se utilizó como líquido de cobertura estuvo compuesta por una solución en un aporporción 1:1 de carboximetilcelulosa (CMC) al 0.25% y una solución de sacarosa al 40%.

**Efecto de ácido orgánico:** Se evaluó el efecto de la concentración (0.25% y 0.5%) y tipo de antioxidante (ácido ascórbico y ácido cítrico) en los parámetros de: pH, acidez y sólidos solubles totales. Posteriormente se analizaron los parámetros de calidad (color), parámetros fisicoquímicos (pH, acidez, sólidos totales), parámetros nutricionales (vitamina C), carga microbiana (coliformes y mesófilos) y evaluación sensorial (color, olor, sabor, textura) de la formulación con la concentración y tipo de antioxidante seleccionado.

**Técnicas analíticas.** Al mango cortado almacenado con una solución polimérica se evaluaron los cambios en los parámetros físicos: color (Konika Minolta, 2016); parámetros fisicoquímicos: pH y acidez (NMX-F-102-NORMEX-2010) y sólidos solubles (NMX-F-436-SCFI-2011); parámetros nutricionales (Vitamina C) (AOAC, 1999) pruebas microbiológicas (NOM-113-SSA1-1994 y NOM-092-SSA1-1994) y parámetros sensoriales: sabor, color, olor, textura; los cuales fueron evaluados por panelistas semientrenados, por medio de pruebas hedónicas, empleando una escala de 1 a 5, siendo 1 el de menor calificación y el 5 el de mayor calificación (González *et al.*, 2014).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Selección de concentración y tipo de antioxidante.

El oscurecimiento enzimático es una de las causas más importantes de la pérdida de calidad de los productos cortados; ya que afecta su apariencia, ocasiona malos olores, y disminuye su valor nutrimental (Montiel, 2009). Por ello se evaluó la inhibición de la actividad enzimática en los mango con antioxidante y sin él en donde se observó que las concentraciones propuestas así como el tipo de antioxidante son efectivos en la inhibición de la polifenoloxidasasa. En la Figura 1 se observa que no existió diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) en el pH de los mangos tratados con 0.25% de ácido cítrico en comparación con el mango fresco. Con lo que respecta a las otras tres muestras se mostró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) en el pH, sin embargo la muestra que contenía 0.25% de ácido ascórbico presentó un valor de pH promedio de 3.80, muy similar al valor de pH de 3.82 del mango fresco. Esto se debe a que el ácido cítrico por su estructura tiene más grupos de hidrógeno y esto hace que el valor de pH disminuya en comparación con el ácido ascórbico. Es por ello que se decidió que en lo que respecta a este parámetro la mejor opción fue utilizar el ácido ascórbico a 0.25%.

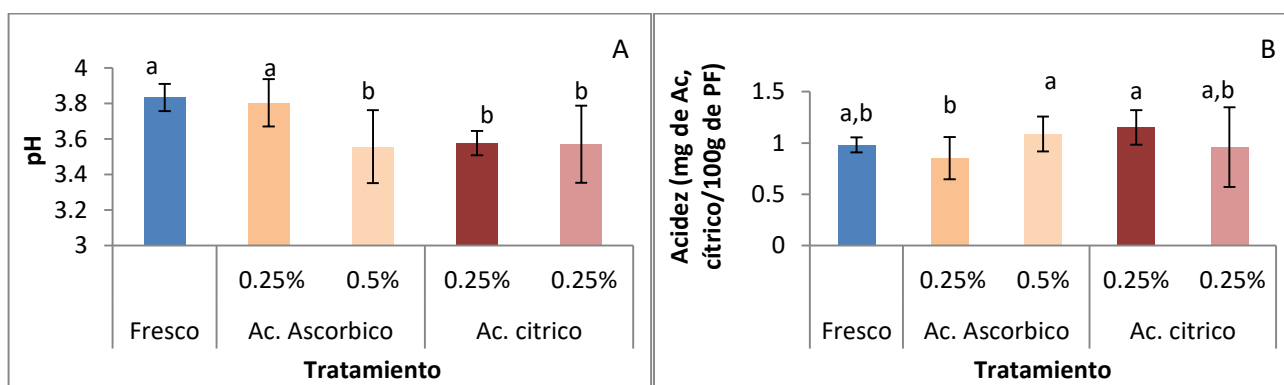


Figura 1. pH (A) y acidez (B) en mango cortado inmerso en solución polimérica con antioxidantes.

En la Figura 1B, se observa que entre las muestras con los distintos porcentajes de ácido no existió diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) en la acidez del fruto en comparación con el mango fresco. Por ello este parámetro no se tomó en cuenta para la determinación de la concentración y tipo de ácido que se utilizó como antioxidante, ya que ninguna concentración afectó el porcentaje de acidez debido a que el ácido adicionado se encapsula en la solución polimérica al contener CMC.

Los sólidos solubles es la medida para saber el contenido de azúcares de un alimento disponibles en el medio. Están constituidos en mayor proporción por azúcares reductores y no reductores. En la Figura 2A, los sólidos solubles se observa que existió una diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre las cuatro muestras con respecto al mango fresco. Además de que las muestras tuvieron un coeficiente de variación de 12%. Es por ello que este parámetro no fue decisivo al momento de seleccionar el antioxidante a utilizar y su concentración. Con resultados obtenidos de estas pruebas se decidió utilizar como antioxidante el ácido ascórbico a una concentración de 0.25%. Esto porque con este antioxidante y a esa concentración se obtuvieron resultados de los parámetros de pH, acidez y sólidos solubles similares a los del mango fresco.

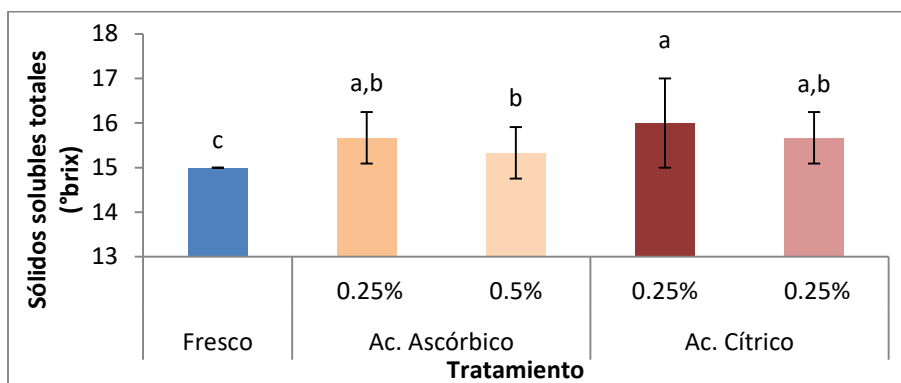


Figura 2. Sólidos solubles totales en mango cortado inmerso en solución polimérica con antioxidantes.

### Efecto de 0.25% de ácido ascórbico en mango cortado inmerso en solución polimérica

*Parámetro físico (Color):* El color se define como la parte de la energía radiante que el humano percibe mediante las sensaciones visuales que se generan por la estimulación de la retina del ojo. Los alimentos, tanto en forma natural como procesada, presentan un color característico, y bien definido mediante el cual el consumidor los identifica; cualquier cambio que éste sufra puede causar el rechazo de los productos (Badui, 1999). En la Figura 3A, se tienen los valores de las pruebas realizadas de color, teniendo el croma como referencia más importante ya que es el valor que refleja la saturación de color, el cual con este valor nos dice cuanto ha cambiado de aspecto negro en el mango, que es lo que se quiere evitar.

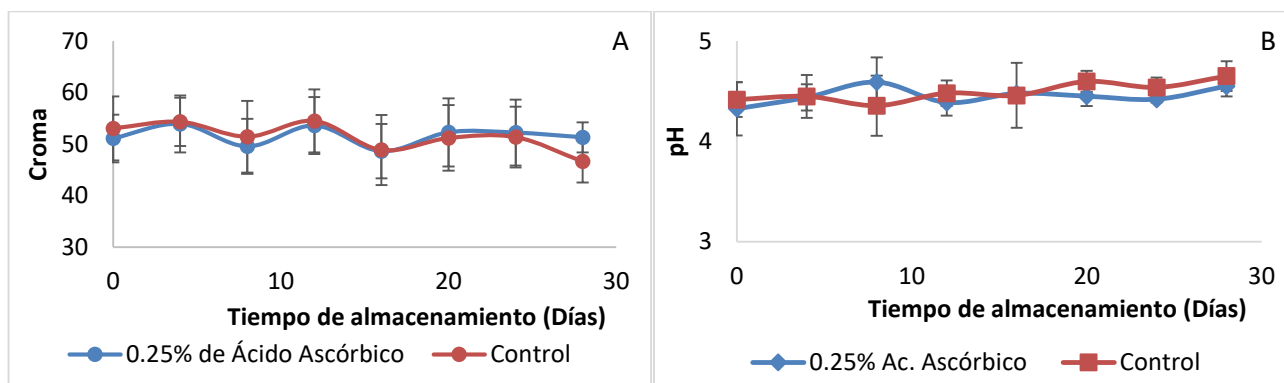


Figura 3. Cambios de croma (A) y en pH (B) en mango cortado inmerso en solución polimérica con 0.25% de ácido ascórbico.

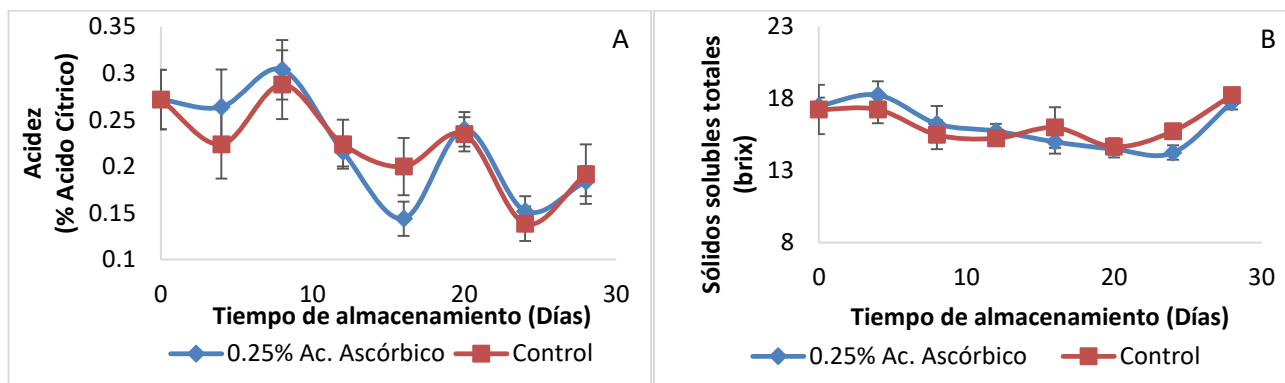
Los datos del croma de la medición de color del mango control y mango cortado en solución con ácido ascórbico. No existió una diferencia significativa en los valores durante los 28 días. Sin embargo el valor del croma en ambos tratamientos muestran un oscurecimiento con valores promedio que descienden de los 50 a los 47. Es por ello que se percibió una degradación del mango en ambas siendo evidente que el ácido ascórbico no hizo ningún efecto como antioxidante. Esto se puede comprobar como lo menciona Galvis (2012), en donde es su estudio del efecto del antioxidante en el color se nota una degradación con el paso del estudio en las rodajas de jitomate.

En la Figura 3B, se tienen los valores de pH del mango control en solución y mango en solución con ácido ascórbico. No existió una diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) en los valores durante los 28 días. Esto se le atribuye a lo antes mencionado del efecto del CMC sobre el ácido ascórbico.

Con lo que respecta a la acidez en la Figura 4A, se tienen los valores de porcentaje de ácido cítrico del mango control y mango cortado inmerso en solución con ácido ascórbico. No existió una diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) en los valores durante los 28 días.

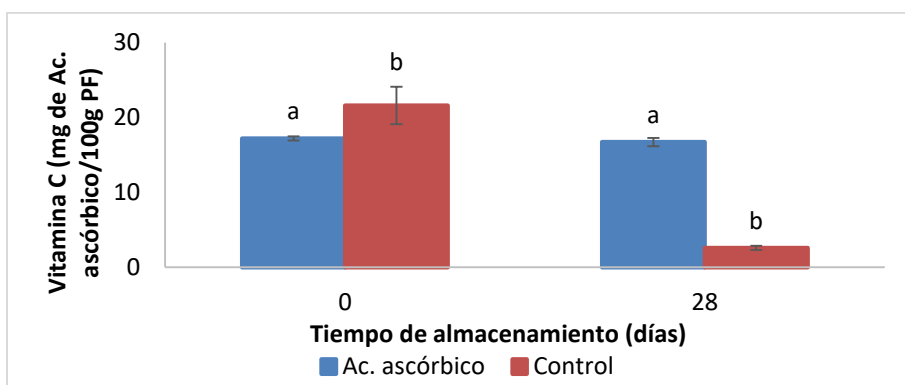
En la Figura 4B, se tienen los valores de porcentaje de sólidos solubles del mango control y mango cortado inmerso en solución con ácido ascórbico. No existió una diferencia significativa en los valores durante los 28 días. Esto es porque la cantidad de

sacarosa que contiene la solución polimérica está en contacto directo con el mango además de que los azúcares del mango con el paso del tiempo se solubilizan en la solución.



**Figura 4.** Cambios de acidez (A) y sólidos solubles totales (B) en mango mínimamente procesado inmerso en solución polimérica adicionado con 0.25% de ácido ascórbico.

*Parámetros nutrimentales:* Como se muestra en la Figura 5, la vitamina C, observándose una degradación de la vitamina C en el mango control, a comparación del mango cortado e inmerso con ácido ascórbico, en el cual fue casi imperceptible. Esto se le atribuye a que al contener ácido ascórbico la solución, continúa teniendo cierto porcentaje de éste.



**Figura 5.** Vitamina C en mango cortado inmerso en solución polimérica adicionado con 0.25% de ácido ascórbico, al inicio (Día 0) y al final (Día 28) del almacenamiento.

*Análisis sensorial:* En la Figura 6, se puede apreciar que al paso de los días la calificación para cada atributo no cambio, además que entre el tratamiento control y el que contenía el 0.25 % de ácido ascórbico no existió una diferencia significativa ni al inicio ni al principio de la prueba. Además de esto, los panelistas no están entrenados para la realización de este tipo de pruebas, por lo tanto las calificaciones pueden llegar a ser subjetivas.

*Análisis microbiológicos:* Debido a las operaciones unitarias propias de un producto cortado procesado son lavado y desinfección, y al tener buenas prácticas de manufactura no se encontró presencia de coliformes ni de mesófilos. Esto se atribuye a que al estar la materia prima en contacto con la solución de sacarosa y CMC, disminuye la actividad de agua que impide el desarrollo de este tipo de microorganismos. Además de contar con una buena calidad de la materia prima y un proceso de desinfección por medio de UV-C.

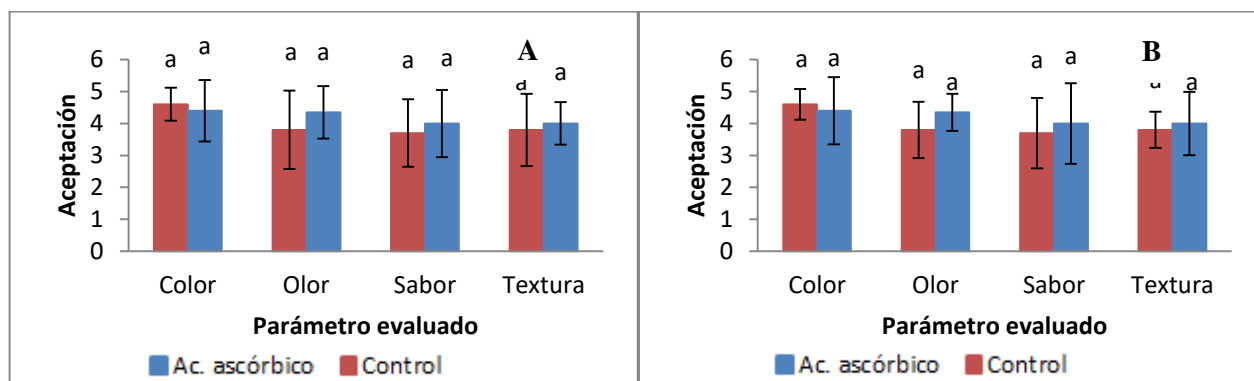


Figura 6. Atributos sensoriales de mangos cortados inmersos en solución polimérica al inicio (A) y 28 días (B) de almacenamiento.

## CONCLUSIONES

El pH de mangos tratados con una concentración de 0.25% de ácido ascórbico fue el más similar al pH obtenido en mangos frescos, por lo que esta concentración fue la más adecuada para el evaluar la vida de útil de mango cortado inmerso en una solución polimérica. La concentración de 0.25% de ácido ascórbico adicionado a la solución polimérica, no provocó cambios significativos en los parámetros físicos (color), fisicoquímicos (pH, acidez, sólidos solubles totales), sensoriales (color, olor, sabor y textura), microbiológicos (coliformes y mesófilos), pero sí en los nutricionales (Vitamina C) de los mangos cortados, ya que la vitamina C cuantificada se mantuvo como al inicio de estudio.

**Agradecimientos:** El presente trabajo se realizó con el financiamiento del Proyecto: Desarrollo Tecnológico para el Aprovechamiento Integral de Frutas y Hortalizas (PAPIIT IT201216) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM.

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. (1999). Official methods of analysis of AOAC International. 16Ed. 5rd rev. Washington, D.C.
- Artés-Hernández, F., Aguayo, E., Gómez, P. y Artés, F. (2009). Productos vegetales mínimamente procesados o de la "cuarta gama". *Horticultura internacional*. 69: 52-57.
- Badui, D. S. (1999). *Química de los alimentos*. Pearson Educación, México, pp. 648.
- Galán, V. (2009). *El cultivo del mango*. 2ª ed. Palermo. Canarias. 329 pp.
- Galvis, J. (2012). Cambios de color y contenido de ácidos durante el almacenamiento del tomate. *Vitae*, 19: 111-113.
- González, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C., Vila, S. (2014) *Introducción al análisis sensorial*. SGAPEIO. 26 pp.
- Konica Minolta (2016). Disponible en: <http://sensing.konicaminolta.com.mx/products/cm-600d-spectrophotometer/> Consultado el 2 de marzo del 2016.
- Montiel, M. (2009) *Mejora de la calidad de piña mínimamente procesada con tratamientos por irradiación UV-C*. FESC UNAM. 138 pp.
- NORMEX, (2010). *NMX-F-102-NORMEX-2010 Alimentos. Determinación de acidez titulable en alimentos. Método de ensayo*. Disponible en: <http://produccionindustrialdealimentos2.jimdo.com/1-1-5-nmx-f-102-normex-2010/>
- Parzanece, M. (2010). *Vegetales Mínimamente Procesados*. Alimentos Argentinos. Secretaría de agricultura: 30-39 pp.
- SE (20). *N - - - -20 . . ó x*. f ó . Disponible en: <http://www.cndsca.gob.mx/eficienciaproductiva/normas/2013/NMX-f-436-SCFI-2011.pdf>
- SSA (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/092ssa14.html>
- SSA (1994). Norma Oficial Mexicana. NOM-113-ssa1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/113ssa14.html>