

**Efecto del recubrimiento  $\beta$ -quitosano,  
antioxidantes y antimicrobiano en la calidad y  
vida anaquel de cubos de camote (*Ipomoea  
batatas*) cocido**

**Janny Melissa Mendoza Mencia**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Honduras**

Octubre, 2014

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Efecto del recubrimiento  $\beta$ -quitosano,  
antioxidantes y antimicrobiano en la calidad y  
vida anaquel de cubos de camote (*Ipomoea  
batatas*) cocido**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Janny Melissa Mendoza Mencia**

**Zamorano, Honduras**

Octubre, 2014

# **Efecto del recubrimiento $\beta$ -quitosano, antioxidantes y antimicrobiano en la calidad y vida anaquel de cubos de camote (*Ipomoea batatas*) cocido**

Presentado por:

Janny Melissa Mendoza Mencia

Aprobado:

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Asesor Principal

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Director  
Departamento de Agroindustria  
Alimentaria

---

Jorge Cardona, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl H. Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

## **Efecto del recubrimiento $\beta$ -quitosano, antioxidantes y antimicrobiano en la calidad y vida anaquel de cubos de camote (*Ipomoea batatas*) cocido**

**Janny Melissa Mendoza Mencia**

**Resumen:** El camote tiene un alto valor nutricional y es una fuente importante de hidratos de carbono, carotenoides, vitamina B, vitamina C y varios minerales. El objetivo de este estudio fue evaluar y comparar el efecto de recubrimiento  $\beta$ -quitosano, sorbato de potasio, cloruro de calcio, ácido cítrico, ácido ascórbico y sulfato ácido de sodio en las propiedades físicas, microbiológicas y químicas de los cubos de camote cocido almacenado por 30 días a 4° C. El diseño experimental fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco tratamientos y medidas repetidas en el tiempo cada tres días. Se usó una separación de medias Tukey. Se llevó a cabo una prueba sensorial discriminatoria. El recuento microbiológico fue bajo en los tratamientos recubiertos de quitosano permitiendo alcanzar una vida útil de 30 días, pero los tratamientos no recubiertos de quitosano mostraron un recuento microbiológico más alto alcanzado una vida útil de 15 días y fueron descartados ( $P < 0.05$ ). Tratamientos sumergidos en la solución antioxidante mostraron más firmeza durante el almacenamiento ( $P < 0.05$ ). El tratamiento con sorbato de potasio permanece más firme durante el almacenamiento debido a sus propiedades plastificantes ( $P < 0.05$ ). Hubo pérdida de peso con el tiempo, pero no se observó diferencia significativa entre los tratamientos. La diferencia de color ( $\Delta E$ ) aumentó con el tiempo de almacenamiento ( $P < 0.05$ ). En la prueba sensorial discriminatoria se encontraron diferencias significativas de menor color naranja y menor humedad en la superficie en todos los tratamientos evaluados con respecto al control.

**Palabras clave:** Ácido ascórbico, ácido cítrico, cloruro de calcio, sorbato de potasio, sulfato ácido de sodio.

**Abstract:** Sweet potato has a high nutritional value and it is an important source of carbohydrates, carotenoids, vitamin B, vitamin C and various minerals. The objective of this study was to evaluate and compare the effect of  $\beta$ -chitosan coating, potassium sorbate, calcium chloride, citric acid, ascorbic acid, and sodium acid sulfate on the physical, microbiological and chemical properties of cooked sweet potato cubes stored by 30 days at 4°C. The experimental design was a CRD with five treatments and repeated measures over the time every three days. A Tukey mean separation and a discriminatory sensory test were conducted. The low microbiological count of the coated chitosan treatments allowed them to reach a shelf life of 30 days but the non-coated chitosan treatments which showed a higher microbiological count reached a shelf life of 15 days and were discarded ( $P < 0.05$ ). Treatments immersed in the antioxidant solution showed more firmness than all the others samples during storage ( $P < 0.05$ ). Treatment containing potassium sorbate remain more firm during storage because of its plasticizers properties ( $P < 0.05$ ). A weight loss over time was recorded, but not significant difference was observed between treatments. The color difference ( $\Delta E$ ) increased over storage time ( $P < 0.05$ ). In the discrimination sensory test, significant differences were found for less orange and less moisture on the surface in all treatments evaluated.

**Keywords:** Ascorbic acid, calcium chloride, citric acid, potassium sorbate, sodium acid sulfate.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>4 CONCLUSIONES.....</b>	<b>17</b>
<b>5 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>18</b>
<b>6 LITERATURA CITADA.....</b>	<b>19</b>
<b>7 ANEXOS .....</b>	<b>22</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Descripción de los tratamientos.....	4
2. Análisis microbiológicos de aerobios totales (Log UFC/g) en los tratamientos de cubos de camote cocidos y almacenados a 4 °C .....	8
3. Análisis microbiológico de hongos y levaduras (Log UFC/g) en los tratamientos de cubos de camote cocido y almacenado a 4 °C .....	9
4. Análisis microbiológico de coliformes totales expresado en Log UFC/g en los tratamientos de los cubos de camote cocidos y almacenados a 4 °C.....	10
5. Análisis microbiológico de <i>E.coli</i> expresado en Log UFC/g en los tratamientos de cubos de camote cocido y almacenado a 4 °C .....	10
6. Valores de diferencia de color ( $\Delta E^*$ ) para los tratamientos de cubos de camote cocidos y almacenados a 4 °C.....	15
7. Índice R (% de discriminación sensorial) <sup>a</sup> comparando cubos de camote cocido con antioxidantes y $\beta$ quitosano y cubos de camote cocido con antioxidantes y $\beta$ quitosano con sorbato de potasio después 30 días de almacenamiento y su intención de compra.....	16

Figuras	Página
8. Comportamiento del pH durante 30 días analizados para los tratamientos de los cubos de camote cocido y almacenados a 4 °C.....	11
9. Comportamiento en el porcentaje de pérdida de peso durante 30 días de los tratamientos de cubos de camote cocido y almacenados a 4 °C.....	12
10. Comportamiento de la firmeza (N) durante 30 días analizados de los tratamientos de cubos de camote cocido y almacenado a 4 °C .....	13

11.	Cambios en pH de cubos de camote cocido y almacenado a 4 °C .....	23
12.	Valores promedios del porcentaje de pérdida de peso de cubos de camote cocido y almacenados a 4 °C .....	24
13.	Firmeza (N) de cubos de camote cocido almacenados a 4 °C .....	24
14.	Valores promedios y desviación estándar de valor en L* de cubos de camote cocido y almacenado a 4 °C .....	25
15.	Valores promedios y desviación estándar de valor en a* de cubos de camote cocido y almacenado a 4 °C .....	25
16.	Valores promedios y desviación estándar de valor en b* de cubos de camote cocido y almacenado a 4 °C .....	26

## 1. INTRODUCCIÓN

El camote (*Ipomoea batatas*) es uno de los cultivos alimenticios líderes del mundo, en el 2010 la producción de camote fue de 1,08 millones de toneladas en los EE.UU. y de 106,6 millones de toneladas en todo el mundo (FAO 2012). El camote de pulpa anaranjada tiene un alto valor nutritivo, ya que constituye una fuente importante de carbohidratos, carotenoides (incluyendo  $\beta$ -caroteno siendo el precursor de la vitamina A,  $\alpha$ -caroteno, fitoeno y fitoflueno), vitamina C, varias vitaminas B y varios minerales incluyendo manganeso (Christen y Smith 2000).

La demanda de productos de corte en fresco de camote está aumentando significativamente en los EE.UU., tanto en los mercados al por menor así como también en servicio de alimentos. El procesamiento mínimo puede estimular enzimas como lipoxigenasa y los radicales libres asociados resultando la degradación de  $\beta$ -caroteno lo que genera disminución del color y bajo contenido nutricional (Kays *et al.* 1992).

El camote generalmente es consumido después de la ebullición o al vapor de agua (Woolfe 2008). El oscurecimiento enzimático después de la cocción es una de las características indeseables (Friedman 1997), siendo el resultado de la oxidación de fenol catalizada por la polifenol oxidasa (Shengxue *et al.* 1992). García y Barrett (2002), recomiendan que los acidulantes que se utilizan a menudo deban ser usados en combinación con otros inhibidores de pardeamiento debido a que no son tan eficaces para controlar el pardeamiento enzimático por si solos. Estas combinaciones pueden ser con cloruro de calcio que es un agente endurecedor y ayuda a mantener firme el tejido de la fruta y vegetal (Ahvenainen *et al.* 1998).

El uso de películas comestibles se ha adaptado como un método de preservación de los alimentos que puede proveer un medio para mejorar la seguridad, calidad e inocuidad de los mismos y éstas son aplicadas como una piel de cobertura para proteger los alimentos de daños mecánicos (Caner 2005). Cuando el alimento posee una película con agente antimicrobiano estos son liberados gradualmente a la superficie de los alimentos y permanecen allí en altas concentraciones, lo que extiende la vida útil de los alimentos y disminuye la concentración real de los agentes microbianos en el alimento entero (Pranoto *et al.* 2009). El quitosano es un biopolímero natural derivado de la desacetilación de la quitina, la cual es el mayor componente del caparazón de la mayoría de los crustáceos. El uso del recubrimiento en cubos de camote fresco con quitosano demuestra que es efectivo para mantener el color de la superficie y minimizar la pérdida de peso (Waimaleongora *et al.* 2008).

Hay estudios muy limitados sobre cubos de camote cocido, no existen investigaciones que demuestran el efecto del recubrimiento quitosano en conjunto con antioxidantes y antimicrobiano para mantener la calidad y vida anaquel en cubos de camote cocido almacenados a 4 °C para ser consumidos en ensaladas frescas. Los objetivos de este estudio fueron:

- Evaluar y comparar el efecto en las propiedades físicas, microbiológicas y químicas del recubrimiento con  $\beta$ -quitosano, sorbato de potasio, cloruro de calcio, ácido cítrico, ácido ascórbico y sulfato ácido de sodio en cubos de camote cocidos y almacenados durante 30 días a 4 °C.
- Analizar la percepción de los consumidores en la evaluación de los cubos de camote cocido durante su almacenamiento por 30 días a 4 °C.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación.** Este estudio fue realizado en la Universidad Estatal de Luisiana, Estados Unidos; en el Departamento de Ciencias de los Alimentos, en el laboratorio de Evaluación Sensorial y Desarrollo de Nuevos Productos.

**Preliminares.** Se llevó a cabo un análisis sensorial en el que se presentaron 4 muestras con diferentes tiempos de cocción (11, 12, 13 y 14 minutos) para determinar la preferencia de los consumidores hacia los cubos de camote cocido. El de mayor preferencia fue el de 14 minutos.

**Materiales.** Se usaron camotes de la variedad Beauregard provenientes del supermercado Southside Produce Market (Perkins Rd, Baton Rouge, LA, USA). Se utilizó  $\beta$ -quitosano (peso molecular 927 kDa), como agente de recubrimiento el cual es un polvo color blanquecino, obtenido de Biotech (Seoul, Korea de Sur) y se utilizó ácido acético (Sigma-Aldrich, USA) para la solución del quitosano. Se utilizaron como antioxidantes ácido cítrico fino granular (Haraarmann & Reimer Corporation, USA), sulfato ácido de sodio (Jones –Hamilton Corporation, USA), ácido ascórbico (Mallinckrodt Chemicals, USA) además se utilizó cloruro de calcio líquido (Nelson Jameson, USA) para mantener la firmeza y sorbato de potasio (Spectrum Labs, USA) como agente antimicrobiano.

**Preparación de solución de antioxidantes.** Ácido cítrico, sulfato ácido de sodio y ácido ascórbico fueron utilizados como agentes antioxidantes, la solución fue preparada disolviendo de cada antioxidante en una proporción de 1g/100 mL de agua (Calder *et al.* 2011), en combinación con cloruro de calcio en proporción 1ml/100 ml de agua para inhibir la pérdida de firmeza (Lee *et al.* 2002).

**Preparación de las soluciones de recubrimiento.** Se prepararon dos soluciones en las que se utilizó  $\beta$  quitosano y sorbato de potasio. La primera solución fue preparada disolviendo el polvo  $\beta$  quitosano en proporción 1 g/100 ml, en ácido acético 1ml/100 ml de agua (Waimaleongora *et al.* 2008). A la segunda solución de  $\beta$  quitosano se le adhirió sorbato de potasio al 0.03% y en ambas soluciones se utilizó ácido acético para alcanzar un pH de 3.3 (Shen *et al.* 2009).

**Diseño experimental.** Luego de ser recibidos los camotes se lavaron con agua, se pelaron y fueron cortados en cubos de  $0.5 \times 0.5$  pulgadas con una cortadora Fácil II (Modelo 56500-3; Hicksvilee, Ohio, USA) seguidamente fueron lavados con agua, y fueron sumergidos en una solución de antioxidantes con cloruro de calcio durante 5 minutos (Calder *et al.* 2011).

Luego fueron cocidos en agua a 100 °C por 14 minutos (Binner *et al.* 2000) en una olla de aluminio de calidad profesional (# ABR-15; uplate International, Korea). Después de ser cocidos, los cubos de camote fueron sumergidos en agua con hielo hasta que alcanzaron una temperatura de 20 °C. Seguidamente fueron sumergidos en las soluciones de recubrimiento de  $\beta$  quitosano y  $\beta$  quitosano con sorbato de potasio según correspondiera (Cuadro 1) a cada tratamiento durante 2 minutos y drenadas por 5 minutos (Waimaleongora *et al.* 2008). Se almacenaron 12 cubos de camote con un peso de aproximadamente 38 g en bolsas Ziploc 16.5 cm  $\times$  14.9 cm (WalMart, LA, USA). Las bolsas con cubos de camote cocido de cada tratamiento fueron almacenadas en cajas plásticas transparentes de 41.9 cm  $\times$  16.8 cm (Sterilite Corporation, Townsend, MA 01469, USA) a 4 °C en una refrigeradora convencional.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción
Control	Cubos de camote cocidos
$\beta$ quitosano	Cubos de camote cocidos recubiertos con $\beta$ quitosano
Sumergido	Cubos de camote cocidos y sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio y cloruro de calcio
Sumergido y $\beta$ quitosano	Cubos de camote cocidos sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos con $\beta$ quitosano.
Sumergido y $\beta$ quitosano con S.P.	Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos con $\beta$ quitosano con sorbato de potasio.

**Análisis Microbiológicos.** Se realizaron análisis microbiológicos para determinar la presencia de aerobios totales, hongos, levaduras y *E. coli*. Para aerobios totales, se realizaron los análisis el día cero y cada siete días de almacenamiento, mientras que para hongos, levaduras y *E. coli* los análisis fueron realizados el día cero y después de 14 y 30 días de almacenamiento a 4°C. Dos repeticiones fueron realizadas por cada tratamiento y se utilizaron 25 g de camote por cada repetición. Las muestras fueron asépticamente removidas de las bolsas de almacenamiento a bolsas esterilizadas y se homogenizaron con una solución buffer de salino de fosfato en un stomacher (STO-400, Tekmar Co., Cincinnati, Ohio, Estados Unidos) durante 60 segundos. Las siembras fueron realizadas hasta la dilución  $10^{-4}$  en aerobios totales y  $10^{-3}$  en hongos y levaduras, coliformes y *E. coli*. en los que se utilizaron los petrifilm (3M Microbiology Products, St. Paul, Minn., U.S.A.). Luego de las siembras, los petrifilm de aerobios totales y *E. coli* fueron incubados a 37 °C por 48 horas, y a 25 °C por 96 horas los de hongos y levaduras. Finalmente, se realizaron los conteos manualmente después de la incubación.

**Determinación de pH.** El pH de los cubos de camote fue medido usando un potenciómetro (Accumet AP61, Fisher Scientific, Pittsburgh, PA, USA), en el cual se hicieron 3 mediciones por tratamiento cada tres días.

**Determinación de pérdida de peso.** Para todos los tratamientos, la pérdida de peso (%) de los cubos de camote durante el tiempo de almacenamiento fue calculado como se expresa en la ecuación 1. Para tomar el peso de las muestras, se utilizó una balanza (Modelo TS400S; Ohaus Corp., Florham Park, NJ, USA).

$$\text{Pérdida de peso} = [(\text{PT al día 0} - \text{PTDA}) \times 100] / \text{PT al día 0} \quad [1]$$

PT = Peso del tratamiento

PTDA = Peso del tratamiento durante almacenaje

**Determinación de textura.** La firmeza de las muestras se analizó utilizando un medidor de textura TA-XT2 plus (Texture Technologies Corp., New York, U.S.A.) con una celda de carga de 5 kg con un acople de una sola hoja, se realizaron 16 mediciones cada tres días para cada uno de los tratamientos. Los resultados se reportaron como fuerza de compresión de pico en Newtons (N).

**Determinación de color.** Para todos los tratamientos, el color de los cubos de camote fue determinado usando espectrofotómetro portable Minolta (Modelo BC-10, Konica Minolta, Osaka, Japón) con 8° de ángulo de iluminación/visión difusa, con un área de medición de 8 mm aproximadamente. Se tomaron 10 medidas de color de cada tratamiento cada 3 días (diferentes cubos en cada medida). Los resultados se presentan en modelo L a\* b\*, siendo L luminosidad; a\* su posición entre rojo y verde; y b\* su posición entre amarillo y azul. La diferencia de color de los tratamientos a través del tiempo comparado con los valores del día 0, fueron calculados y expresados como  $\Delta E^*$ , los cuales fueron calculados cada 3 días.

$$\text{Diferencial de color } (\Delta E) = [(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad [2]$$

Donde:

$$\Delta L = L_{\text{tratamiento}} - L_{\text{referencia}}$$

$$\Delta a^* = a^*_{\text{tratamiento}} - a^*_{\text{referencia}}$$

$$\Delta b^* = b^*_{\text{tratamiento}} - b^*_{\text{referencia}}$$

**Análisis sensorial discriminatorio e intención de compra.** Se seleccionaron 80 personas al azar que llevaron a cabo un análisis sensorial discriminatorio entre los cubos de camote cocidos (control) y recubiertos con  $\beta$  quitosano y cubos de camote cocidos recubiertos con  $\beta$  quitosano y sorbato de potasio; los cuales fueron comparados de manera individual con el control. Los atributos evaluados fueron: color naranja y humedad de la superficie. Se les pidió a los participantes que indicaran si los cubos de camote cocidos y recubiertos con  $\beta$  quitosano y cubos de camote cocidos recubiertos con  $\beta$  quitosano y sorbato de

potasio eran “más”, “igual” o “menos”, y que especificaran si estaban “seguros” o “inseguros” de su decisión. Dichos atributos eran de interés por lo que se usó el índice R bipolar. Seguidamente se evaluaron los atributos: olor, brillo de la superficie y diferencia general en los cual se preguntó a los participantes si los cubos de camote cocidos y recubiertos con  $\beta$  quitosano y cubos de camote cocido recubiertos con  $\beta$  quitosano y sorbato de potasio eran “diferentes de” o “iguales a” el control y a la vez si estaban “seguros” o “inseguros” de su respuesta, debido a que la dirección del atributo no será relevante, se utilizó el índice R unipolar. Finalmente se les solicitó a los participantes indicar si estarían dispuestos o no a comprar las muestras presentadas para ser utilizadas en ensaladas frescas.

**Análisis estadísticos.** Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 5 tratamientos (Cuadro 1) y medidas repetidas en el tiempo cada tres días (desde al día 0 hasta el día 30). Al día 15 los tratamientos que no fueron recubiertos con quitosano se descartaron por conteo microbiológico mayor al límite permitido y se continuó el estudio con el resto de los tratamientos.

Las separaciones de medias fueron generadas utilizando la prueba tukey ( $\alpha=0.05$ ), los datos fueron analizados utilizando el programa estadístico “Statistical Analysis System” SAS<sup>®</sup> 9.3.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Análisis de aerobios totales.** El conteo de aerobios totales inicial fue  $< 1$  Log UFC/g en todos los tratamientos, al llegar al día 14 el recuento aumentó gradualmente en el control y en los cubos de camote sumergidos en una solución de antioxidantes alcanzando un valor de 7 Log UFC/g en ambos tratamientos, por lo cual se detuvieron los análisis para estos dos tratamientos, ya que el conteo máximo de aerobios totales en alimentos cocidos listos para consumo es de 5 Log UFC/g (ICMSF 1995).

Los tratamientos recubiertos con  $\beta$  quitosano, así como también los sumergidos en la solución de antioxidantes y recubiertos con  $\beta$  quitosano se mantuvieron constantes durante los 30 días de almacenamiento con recuentos  $< 1$  Log UFC/g (Cuadro 2).

El bajo conteo de aerobios totales en los tratamientos demostró la eficacia del quitosano en la inhibición de crecimiento de bacterias, debido a que ocurre un cambio en la permeabilidad celular gracias a las interacciones entre las moléculas de quitosano con carga positiva y las membranas de las células microbianas con carga negativa (No *et al.* 2007). El crecimiento se inhibe completamente al utilizar quitosano a un pH 4 (Devlieghere *et al.* 2004).

Cuadro 2. Análisis microbiológicos de aerobios totales (Log UFC/g) en los tratamientos de cubos de camote cocidos y almacenados a 4 °C

Tratamiento	Día						
	Media ± DE						
	0	7	14	21	26	28	30
Control <sup>ε</sup>	1.09 ± 0.55 <sup>A,b</sup>	0.84 ± 0.21 <sup>A,b</sup>	7.08 ± 0.03 <sup>A,a</sup>	TD	TD	TD	TD
β quitosano	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>B,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>
Sumergido <sup>¥</sup>	0.85 ± 0.21 <sup>A,b</sup>	0.85 ± 0.21 <sup>A,b</sup>	7.09 ± 0.02 <sup>A,a</sup>	TD	TD	TD	TD
Sumergido y β quitosano	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	0.85 ± 0.21 <sup>B,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>
Sumergido y β quitosano con S.P. <sup>©</sup>	0.86 ± 0.24 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	1.67 ± 1.38 <sup>B,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	1.64 ± 0.84 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	1.70 ± 0.67 <sup>A,a</sup>

<sup>A-B</sup> Las medias con diferente letra mayúscula en la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05)

<sup>a-b</sup> Las medias con diferentes letras minúsculas en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05)

Control<sup>ε</sup>: Cubos de camote cocido, Sumergido<sup>¥</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio y cloruro de calcio S.P.<sup>©</sup>: sorbato de potasio.

DE: Desviación estándar TD: Tratamiento descartado

Límite de detección 1 Log UFC/g

**Análisis de hongos y levaduras.** Los tratamientos son estadísticamente iguales. Los tratamientos que fueron recubiertos con quitosano mostraron ausencia de hongos y levaduras durante los 30 días de almacenamiento (Cuadro 3). Diversos estudios han demostrado que el quitosano tiene alto efecto fungicida y se debe principalmente a que provoca alteraciones en las funciones de la membrana celular (Durango *et al.* 2006). Se observó la eficiencia de la función anti fúngica del sorbato de potasio (Mehyar *et al.* 2012) al mostrar bajo conteo en hongos y levaduras en los cubos de camote cocido (Cuadro 3) en comparación al conteo de aerobios totales (Cuadro 2).

Cuadro 3. Análisis microbiológico de hongos y levaduras (Log UFC/g) en los tratamientos de cubos de camote cocido y almacenado a 4 °C

Tratamiento	Día		
	Media ± DE		
	0	14	30
Control <sup>é</sup>	0.70 ± 0 <sup>A,a</sup>	3.64 ± 2.56 <sup>A,a</sup>	TD
β quitosano	0.70 ± 0 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>
Sumergido <sup>¥</sup>	0.70 ± 0 <sup>A,a</sup>	4.11 ± 3.31 <sup>A,a</sup>	TD
Sumergido y β quitosano	0.70 ± 0 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>
Sumergido y β quitosano con S.P. <sup>©</sup>	0.70 ± 0 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>	0.70 ± 0.00 <sup>A,a</sup>

<sup>A</sup> Las medias con diferente letra mayúscula en la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05)

<sup>a</sup> Las medias con diferentes letras minúsculas en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05)

Control<sup>é</sup>: Cubos de camote cocido, Sumergido<sup>¥</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio y cloruro de calcio S.P.<sup>©</sup>: sorbato de potasio.

DE: Desviación estándar TD: Tratamiento descartado

Límite de detección 1 Log UFC/g

**Análisis de coliformes totales.** No hubo detección de colonias de coliformes totales y *E.coli* en ninguno de los tratamientos (Cuadro 4 y 5). Por lo que se determina que en los tratamientos de cubos de camote cocido almacenados durante 30 días a 4 °C no hubo contaminación y microbiológicamente son inocuos.

Cuadro 4. Análisis microbiológico de coliformes totales expresado en Log UFC/g en los tratamientos de los cubos de camote cocidos y almacenados a 4 °C

Tratamiento	Día		
	0	14	30
Control <sup>ε</sup>	<1	<1	TD
β quitosano	<1	<1	<1
Sumergido <sup>¥</sup>	<1	<1	TD
Sumergido y β quitosano	<1	<1	<1
Sumergido y β quitosano con S.P. <sup>©</sup>	<1	<1	<1

Control<sup>ε</sup>: Cubos de camote cocido, Sumergido<sup>¥</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio y cloruro de calcio S.P.<sup>©</sup>: sorbato de potasio.

DE: Desviación estándar TD: Tratamiento descartado

Cuadro 5. Análisis microbiológico de *E.coli* expresado en Log UFC/g en los tratamientos de cubos de camote cocido y almacenado a 4 °C

Tratamiento	Día		
	0	14	30
Control <sup>ε</sup>	<1	<1	TD
β quitosano	<1	<1	<1
Sumergido <sup>¥</sup>	<1	<1	TD
Sumergido y β quitosano	<1	<1	<1
Sumergido y β quitosano con S.P. <sup>©</sup>	<1	<1	<1

Control<sup>ε</sup>: Cubos de camote cocido, Sumergido<sup>¥</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio y cloruro de calcio S.P.<sup>©</sup>: sorbato de potasio.

DE: Desviación estándar TD: Tratamiento descartado

**Análisis de pH.** Los resultados del pH demuestran que al aumentar el tiempo hubo diferencia significativa entre los tratamientos, indica que el tiempo afectó en la disminución del pH debido que al aplicar a los tratamientos la solución de antioxidantes, éstos fueron capaces de, junto al quitosano penetrar y reducir el nivel de pH de los tejidos de los camotes (Calder *et al.* 2012).

Los valores del pH del tratamiento sumergido en solución de antioxidantes (pH de 1.46), estuvieron en un rango de 4.54 a 6.28 y el control presento valores entre 4.84 y 7.17, hubo diferencia significativa entre el resto de los tratamientos del día 0 al día 9. Al llegar al día 12 y 15 ambos fueron significativamente iguales (Figura 1) y fueron descartados por presentar conteo microbiológicos superiores al límite máximo permitido. Los cambios de pH que con el tiempo sufre un alimento reflejan que hay actividad microbiana ya que al principio un alimento puede tener un pH que no permita el crecimiento bacteriano pero

a consecuencia del metabolismo de otros microorganismos (levaduras y mohos) se originan cambios de pH que permiten dicho crecimiento (Forsythe 2000). Los tratamientos que fueron recubiertos con quitosano presentaron niveles significativamente más bajos de pH (4.80 a 4.15) por lo que no se obtuvo diferencia significativa entre estos.

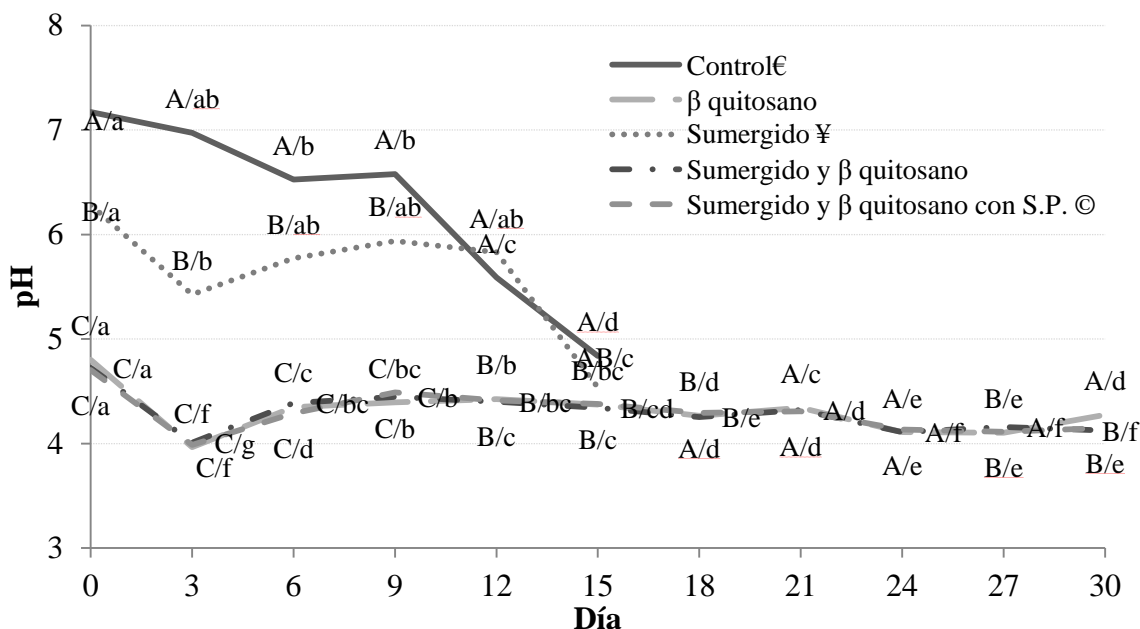


Figura 1. Comportamiento del pH durante 30 días analizados para los tratamientos de los cubos de camote cocido y almacenados a 4 °C

<sup>A-C</sup> Promedio con diferente letra mayúscula entre tratamiento indica diferencia significativa (P<0.05)

<sup>a-g</sup> Promedio con diferente letra minúscula durante el tiempo indica diferencia significativa (P<0.05)

Control<sup>€</sup>: Cubos de camote cocido, Sumergido<sup>¥</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio y cloruro de calcio S.P. ©: Sorbato de potasio.

**Análisis de pérdida de peso.** Se observaron pérdidas menores al 0.81% en los tratamientos (Figura 2) durante los 30 días de almacenamiento a 4 °C, indicando que existió diferencia significativa en la pérdida de peso al transcurrir el tiempo en cada tratamiento.

No hubo diferencia significativa entre tratamientos. Se observó que el quitosano no fue efectivo en reducir la pérdida de peso, debido a que este recubrimiento es barrera eficaz contra oxígeno pero su barrera de vapor de agua es pobre, por el carácter hidrofílico de la cadena de quitosano (Yoshida *et al.* 2010).

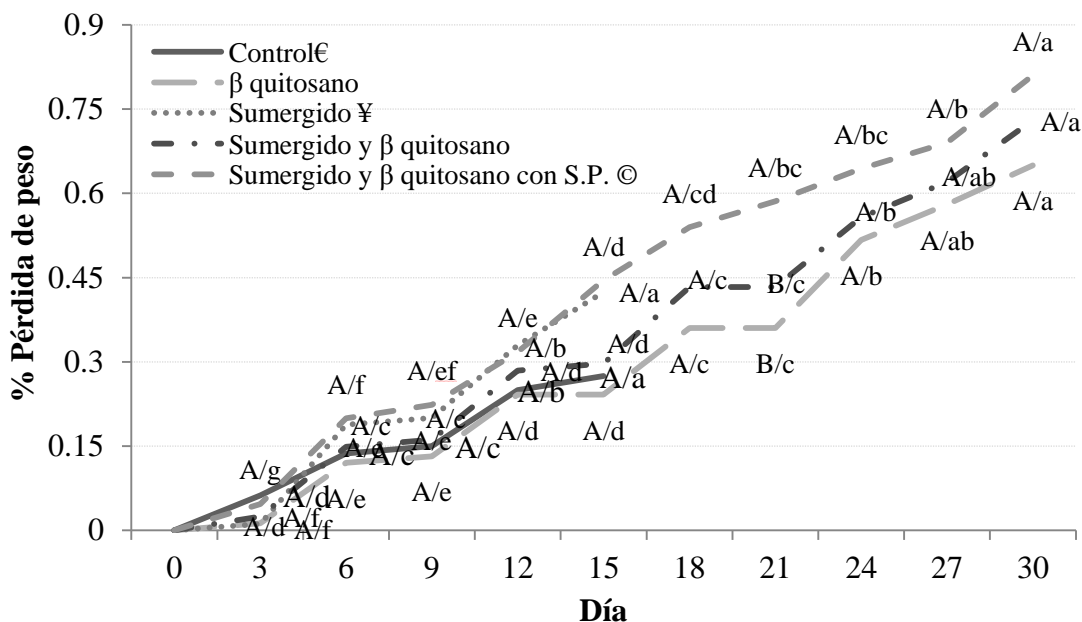


Figura 2. Comportamiento en el porcentaje de pérdida de peso durante 30 días de los tratamientos de cubos de camote cocido y almacenados a 4 °C

<sup>A-B</sup> Promedio con diferente letra mayúscula entre tratamiento indica diferencia significativa ( $P < 0.05$ )

<sup>a-g</sup> Promedio con diferente letra minúscula durante el tiempo indica diferencia significativa ( $P < 0.05$ )

Control<sup>É</sup>: Cubos de camote cocido, Sumergido<sup>¥</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio y cloruro de calcio S.P. ©: Sorbato de potasio.

**Análisis de textura.** A medida transcurrió el tiempo de almacenamiento, la firmeza disminuyó significativamente en todos los tratamientos (Figura 3). Los tratamientos que mostraron menor firmeza fueron el control y el tratamiento recubierto con  $\beta$  quitosano entre los cuales no existe diferencia significativa. El tratamiento sumergido en la solución de antioxidantes y el sumergido y recubierto con  $\beta$  quitosano y sorbato de potasio poseen mayor firmeza y no existe diferencia significativa entre estos.

Al día 15 se observó mayor pérdida de firmeza en el control y en el tratamiento sumergido en solución de antioxidantes y cloruro de calcio, debido que el alto conteo microbiológico interfiere en la poca firmeza de estos tratamientos, siendo la actividad microbiológica una de las principales causas del deterioro organoléptico (olor, color, sabor y textura), superficie viscosa y causando una pudrición blanda (Rodríguez 2014).

Los tratamientos que presentaron mayores valores de firmeza fueron los sumergidos en la solución de antioxidantes y  $\text{CaCl}_2$  lo que se debe a que al hervir camotes que han sido sumergidos en soluciones ácidas (pH 4.1 o menos) se forma una capa fina y cerosa resistente en la superficie del camote, la cual está asociada a la descomposición de la pectina (Sapers y Miller 1995). Adicionalmente el cloruro de calcio tiene propiedades como agente endurecedor, el cual ayuda a mantener el tejido de la fruta o vegetal firme por reacción con ácido péctico en la pared celular para formar pectato de calcio que fortalece la unión molecular entre los componentes de la pared celular (Lee *et al.* 2002).

El tratamiento con sorbato de potasio dio lugar a una cobertura más firme. Esto debido a que el sorbato de potasio es capaz de interactuar con los hidroxilos del almidón al introducir grupos carboxilos y ésteres a su estructura; resultando una cobertura más resistentes por lo que tiene la capacidad de plastificar, aumentar la rigidez en la cobertura y genera mayor permeabilidad del vapor al aumentar concentraciones (Sousa *et al.* 2013).

El tratamiento sumergido en la solución de antioxidantes y recubierto con  $\beta$  quitosano presentó diferencia significativa comparado con los demás tratamientos, ya que presentó mayor firmeza que el tratamiento con  $\beta$  quitosano y menor firmeza que el tratamiento con sorbato de potasio, debido a la capacidad del quitosano para formar hidrogeles, este mecanismo se atribuye a uniones físicas debidas a interacciones hidrofóbicas por parte de los grupos acetilados y a la formación de puentes de hidrogeno (López 2011).

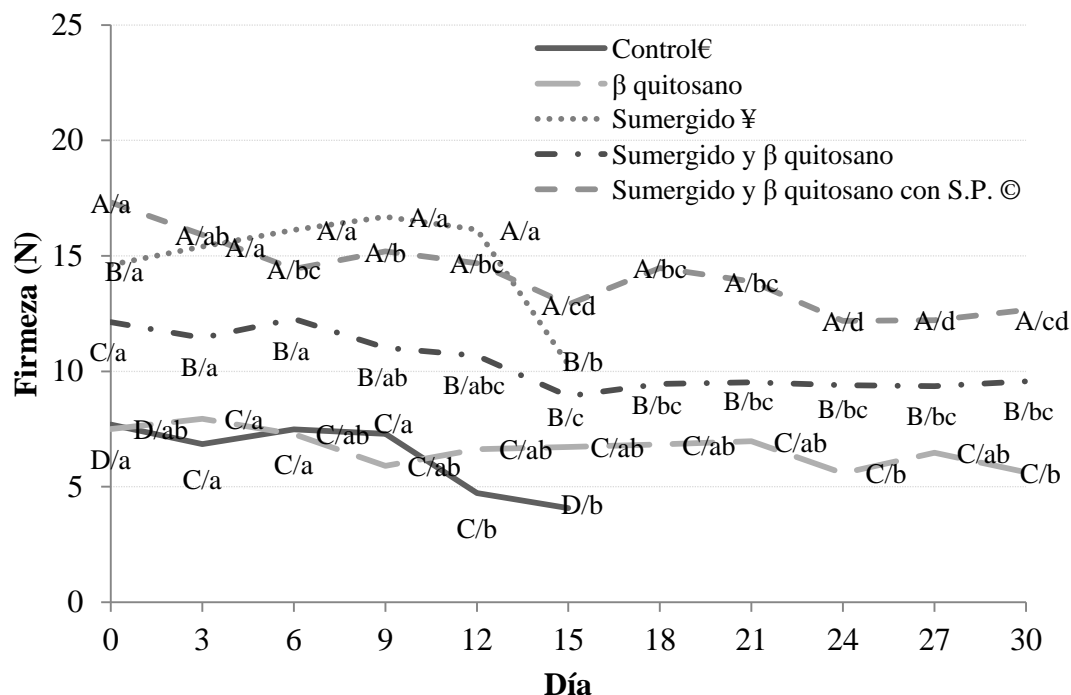


Figura 3. Comportamiento de la firmeza (N) durante 30 días analizados de los tratamientos de cubos de camote cocido y almacenado a 4 °C

<sup>A-D</sup> Promedio con diferente letra mayúscula entre tratamiento indica diferencia significativa (P<0.05)

<sup>a-c</sup> Promedio con diferente letra minúscula durante el tiempo indica diferencia significativa (P<0.05)

Control<sup>ε</sup>: Cubos de camote cocido, Sumergido<sup>¥</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio y cloruro de calcio S.P. <sup>©</sup>: Sorbato de potasio.

**Análisis de color.** La diferencia de color ( $\Delta E^*$ ) en los tratamientos aumentó conforme incrementó el tiempo de almacenamiento.

Diferencias de color ( $\Delta E^*$ ) menores a tres no son fácilmente detectable ante el ojo humano (Caner y Cansiz 2008), en este estudio todos los tratamientos muestran valores ( $\Delta E^*$ ) arriba

de tres (cuadro 6) indicando la probabilidad de que los consumidores detectarían cambios en el color de los cubos de camote. Por lo que al realizar estudios de discriminación sensorial para evaluar este factor se detectó que los consumidores fueron capaces de detectar diferencias significativas en el atributo color naranja (Cuadro 7) entre tratamientos.

**Análisis sensorial de discriminación e intención de compra.** Los cubos de camote cocidos se utilizaron como control para realizar la comparación con los tratamientos evaluados. En general, los consumidores lograron diferenciar los atributos de color naranja y humedad superficial en los tratamientos presentados versus el control (Cuadro 7)

Los valores de índice-R en los atributos de menor color naranja y menor humedad en la superficie fueron significativamente diferentes con respecto al control, mostraron un valor de índice-R en el atributo de menor color naranja para el tratamiento sumergido y con recubrimiento de  $\beta$  quitosano de 83.35% y para el sumergido recubierto con  $\beta$  quitosano y sorbato de potasio de 92.23% (Cuadro 7).

El valor de índice-R para el atributo de menor humedad en la superficie fue de 85.85% para el tratamiento sumergido recubierto con  $\beta$  quitosano y 96.5% para el tratamiento sumergido recubierto con  $\beta$  quitosano y sorbato de potasio (Cuadro 7).

Se muestran resultados positivos de intención de compra para el control con un porcentaje de 58.75, para el tratamiento sumergido y con recubrimiento de  $\beta$  quitosano los consumidores presentaron una intención de compra de 41.25%, finalmente para el tratamiento sumergido y con recubrimiento de  $\beta$  quitosano con sorbato de potasio se obtuvo un porcentaje de 42.5% (Cuadro 6).

Cuadro 6. Valores de diferencia de color ( $\Delta E^*$ ) para los tratamientos de cubos de camote cocidos y almacenados a 4 °C

Tratamiento	Día									
	Media $\pm$ DE									
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Control <sup>e</sup>	5.37 $\pm$ 2.33 <sup>A/a</sup>	5.44 $\pm$ 2.05 <sup>AB/a</sup>	4.76 $\pm$ 2.24 <sup>A/a</sup>	6.38 $\pm$ 2.17 <sup>A/a</sup>	4.99 $\pm$ 3.32 <sup>A/a</sup>					
$\beta$ quitosano <sup>f</sup>	5.47 $\pm$ 2.34 <sup>A/a</sup>	5.76 $\pm$ 2.53 <sup>AB/a</sup>	7.00 $\pm$ 3.06 <sup>A/a</sup>	7.71 $\pm$ 4.93 <sup>A/a</sup>	5.79 $\pm$ 2.90 <sup>A/a</sup>	7.16 $\pm$ 2.36 <sup>A/a</sup>	7.46 $\pm$ 1.81 <sup>A/a</sup>	6.38 $\pm$ 3.11 <sup>A/a</sup>	7.10 $\pm$ 1.72 <sup>A/a</sup>	7.85 $\pm$ 2.18 <sup>A/a</sup>
Sumergido <sup>g</sup>	3.90 $\pm$ 1.35 <sup>A/b</sup>	4.76 $\pm$ 2.00 <sup>B/b</sup>	6.01 $\pm$ 2.55 <sup>A/ab</sup>	6.29 $\pm$ 2.81 <sup>A/ab</sup>	8.26 $\pm$ 2.73 <sup>A/a</sup>					
Sumergido y $\beta$ quitosano <sup>o</sup>	7.19 $\pm$ 2.50 <sup>A/a</sup>	7.92 $\pm$ 2.77 <sup>A/a</sup>	8.14 $\pm$ 4.15 <sup>A/a</sup>	8.73 $\pm$ 2.91 <sup>A/a</sup>	4.90 $\pm$ 1.50 <sup>A/a</sup>	6.58 $\pm$ 1.99 <sup>A/a</sup>	6.47 $\pm$ 1.93 <sup>A/a</sup>	7.16 $\pm$ 3.38 <sup>A/a</sup>	5.18 $\pm$ 1.58 <sup>A/a</sup>	6.72 $\pm$ 1.87 <sup>A/a</sup>
Sumergido y $\beta$ quitosano con S.P. <sup>o</sup>	5.92 $\pm$ 3.42 <sup>A/a</sup>	5.87 $\pm$ 1.65 <sup>AB/a</sup>	6.14 $\pm$ 1.86 <sup>A/a</sup>	6.90 $\pm$ 3.39 <sup>A/a</sup>	6.25 $\pm$ 3.03 <sup>A/a</sup>	6.89 $\pm$ 2.57 <sup>A/a</sup>	7.16 $\pm$ 2.20 <sup>A/a</sup>	4.86 $\pm$ 1.45 <sup>A/a</sup>	5.73 $\pm$ 2.81 <sup>A/a</sup>	7.61 $\pm$ 2.65 <sup>A/a</sup>
Coefficiente de Variación (%)	46.65	37.33	41.97	43.63	48.03	29.22	35.97	50.27	32.49	25.68

<sup>A-B</sup> Las medias con diferente letra mayúscula en la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05)

<sup>a-b</sup> Las medias con diferentes letras minúsculas en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05)

DE: Desviación Estándar, Control<sup>e</sup>: Cubos de camote cocido,  $\beta$  quitosano<sup>f</sup>: Cubos de camote cocido con  $\beta$  quitosano, Sumergido<sup>g</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio y cloruro de calcio, Sumergido y  $\beta$  quitosano<sup>o</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos con  $\beta$  quitosano, Sumergido y  $\beta$  quitosano con S.P.<sup>o</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos de  $\beta$  quitosano con sorbato de potasio.

\* $[(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$  Donde:  $\Delta L = L_{\text{tratamiento}} - L_{\text{referencia}}$ ,  $\Delta a^* = a^*_{\text{tratamiento}} - a^*_{\text{referencia}}$ ,  $\Delta b^* = b^*_{\text{tratamiento}} - b^*_{\text{referencia}}$

Cuadro 7. Índice R (% de discriminación sensorial)<sup>a</sup> comparando cubos de camote cocido con antioxidantes y  $\beta$  quitosano y cubos de camote cocido con antioxidantes y  $\beta$  quitosano con sorbato de potasio después 30 días de almacenamiento y su intención de compra.

Tratamiento	Color naranja		Humedad de la Superficie		Olor	Brillo superficial	Diferencia global	Intención de compra (%)
	Índice R más	Índice R menos	Índice R más	Índice R menos				
Control	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	ND <sup>b</sup>	58.75
Sumergido y $\beta$ quitosano	48.84	<b>83.35</b>	56.17	<b>92.23</b>	19.59	8.65	9.16	41.25
Sumergido y $\beta$ quitosano con S.P.	53.92	<b>85.85</b>	<b>69.92</b>	<b>96.5</b>	20.10	10.16	8.59	42.5

<sup>a</sup>Basado en 80 personas (37.50% femeninos, 62.50% masculino). A  $\alpha=0.05$ , el valor crítico para el índice R para el análisis bipolar (2 colas) es de 60.77% y para el unipolar (1 cola) es de 59.10%. Los índices-R en negrita indican diferencias significativas ( $P<0.05$ ).

<sup>b</sup>ND = No se ha determinado, el control fue usado como una línea base para los cálculos del índice R.

#### 4. CONCLUSIONES

- Durante el estudio los tratamientos sumergidos en solución de antioxidantes y cloruro de calcio presentaron mejor firmeza, siendo el recubierto con quitosano y sorbato de potasio el de mayor firmeza por las propiedades plastificantes que generó en comparación con los otros tratamientos.
- Mostró un bajo recuento microbiológico los tratamientos recubiertos de quitosano recubierto y les permitió alcanzar una vida útil de 30 días en comparación con los tratamientos sin recubrimiento de quitosano que mostraron un recuento microbiológico superior y alcanzaron una vida útil de 15 días.
- Los consumidores tuvieron la capacidad de diferenciar entre los atributos de menor color naranja y menor humedad en los tratamientos sumergidos en la solución de antioxidantes y cloruro de calcio recubiertos con  $\beta$  quitosano en comparación con el control.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Llevar a cabo investigaciones que demuestren el efecto de realizar emulsiones de quitosano con un lípido para ser utilizados como recubrimiento.
- Verificar el efecto de usar diferentes concentraciones de sorbato de potasio en camote cocido.
- Hacer uso de empaques con atmosferas modificadas para ver el efecto en la calidad y vida anaquel de los cubos de camote cocido.
- Llevar a cabo un análisis sensorial de aceptación de consumo.
- Realizar más repeticiones para futuras investigaciones.

## 6. LITERATURA CITADA

Ahvenainen, R.T., E.U. Hurme, M. Hagg, E.H. Skytta, E.K. Laurila. 1998. Shelf-life of prepeeled potato cultivated, stored, and processed by various methods. *Journal Food Protection* 61(5):591–600.

Binner, S., W.G. Jardine , C.M.C. Renard, M.C. Jarvis. 2000. Cell wall modifications during cooking of sweet potatoes and sweet potatoes. *Journal of the Science of Food And Agriculture* 80: 216-218.

Calder, B.L., D.L. Skonber, K.D. Dentici, B.H. Hugues, Bolton JC.2011. The Effectiveness of Ozone and Acidulant Treatments in Extending the Shelf Life of Fresh-Cut Potatoe. *Journal Food Science* 76:498.

Caner, C. 2005. The effect of edible eggshell coatings on egg quality and consumer perception. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85 (05): 1897-1902.

Caner, C. and O. Cansiz. 2008. Chitosan coating minimizes eggshell breakage and improves egg quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88 (08): 56-61.

Christen, G.L. and J. S. Smith. 2000. *Food Chemistry: Principles and Applications*, Science Technology System, West Sacramento, CA.

Devlieghere, F., A. Vermeulen, J. Debevere. 2004. Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. *Food Microbiology* 21: 703-714.

Durango, A.M., N.F. Soares, N.J. Andrade. 2006. Microbiological evaluation of an edible antimicrobial coating on minimally processed carrots. *Journal Food Control* 17:336-41.

FAO. 2012. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consultado 6 de Julio 2014. Disponible en <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>.

Forsythe, S. 2000. *Alimentos seguros: microbiología*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 400p.

Friedman, M. 1997. Chemistry, biochemistry, and dietary role of potato polyphenols. *Journal Agricultural Food Chemistry* 45:1523–40.

Garcia, E. and D.M Barrett. 2002. Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. In: Lamikanra O, editor. Fresh-cut fruits and vegetables: science, technology and market. Boca Raton, Fla.: Crc.p. 267-304.

ICMSF.1995. Microbiological Reference Criteria For Food. Food Administration Manual. S.11.

Kays, S.J., A.S. Bhagsari, and D.H. Picha. 1992. Physiology and chemistry. Fifty Years of Cooperative Sweet Potato Research (1939–1989).

Lee, J.Y., H.J. Park , C.Y. Lee , W.Y Choi. 2002. Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coating and antibrowning agents. Journal Food Science and Technology 36:323-324.

Lopez, M.A. 2011. Obtención y caracterización de quitosanos modificados: ingredientes funcionales con aplicaciones tecnológicas y biológicas en la industria alimentaria. Tesis Ph.D. Nutrición, bromatología y Tecnología de los Alimentos. Madrid, España, Universidad Complutense de Madrid. 56p.

Mazza, G. and H. Qi. 1991. Control of after-cooking darkening in potatoes with edible film forming products and calcium chloride, Journal of Agricultural and Food Chemistry 39:2163-2166.

Mehyar, F.G., M.A. Hamzah, G.S. Barry. 2012. Edible coatings and retention of potassium sorbate an apples, tomatoes and cucumbers to improve antifungal activity during refrigerated storage, Journal of Food Processing and Preservation 38:175-182.

No, H.K., S.P. Meyers , W. Prinyawiwatkul , Z. Xu. 2007. Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods. Journal Food Science 72(5):R87–100.

Pranoto, Y., S.K. Rakshit, and V.M. Salokhe. 2009. Enhancing antimicrobial activity of chitosan films by incorporating garlic oil, potassium sorbate and nisin. LWT – Food Science and Technology 38(8), 859–865.

Rodríguez, E.G. 2014 Los ultrasonidos como alternativa a la desinfección con hipoclorito: efectos sobre la vida útil en boniato (Ipomoea batatas) mínimamente procesado. Tesis Ing. Alimentaria, Barcelona, España Universidad Politecnica de Catalunya. 2p.

Sapers, G.M., R. Miller. 1995. Heated ascorbic/citric acid solution as browning inhibitor for pre-peeled potatoes. Journal Food Science 60:762–766.

Shen, X.L., J.M. Wu , Y. Chen, G. Zhao. 2009. Antimicrobial and physical properties of sweet potato starch film incorporate with potassium sorbate or chitosan. Food Hydrocolloids 24:290.

Shengxue, M., J.L. Silva, J.O. Hearnberger, J.O. Garner. 1992. Prevention of Enzymatic Darkening in Frozen Sweet Potatoes ( Ipomoea batatas (L.) Lam.) by Water Blanching:

Relationship among Darkening, Phenols, and Polyphenol Oxidase Activity. *Journal Agricultural Food Chemistry* 40: 864-867.

Sousa, G.M., M.S. Soares, F. Yamashita. 2013. Active biodegradable films produced with blends of rice flour and poly (butylene adipate co-terephthalate): Effect of potassium sorbate on film characteristics. *Materials Science and Engineering C* 33: 3153-3159.

Yoshida, C.M., C.E. Bastos, T.T. Franco. 2010. Modeling of potassium sorbate diffusion through chitosan films. *Journal Food Science and Technology* 43: 584-589.

Waimaleongora, E.P., H.K. Corredor, W. Printawiwatkul, J.M. King, M.E. Janes , S. Sathivel. 2008. Selected Quality Characteristics of fresh- cut Sweet Potatoes Coated with chitosan during 17-Day refrigerated storage. *Journal Food Science* 73:419.

Woolfe, J.A. 2008. *Sweet Potato: An Untapped Food Resource*, Cambridge University Press, New York, NY.

## **7. ANEXOS**

## Anexo 1. Cambios en pH de cubos de camote cocido y almacenado a 4 °C

Tratamiento	Día											
	Media ± DE											
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	
Control <sup>e</sup>	7.17 ± 0.16 <sup>Aa</sup>	6.98 ± 0.06 <sup>Aab</sup>	6.53 ± 0.15 <sup>Ab</sup>	6.58 ± 0.11 <sup>Ab</sup>	5.59 ± 0.62 <sup>Ac</sup>	4.84 ± 0.15 <sup>Ad</sup>						
β quitosano <sup>f</sup>	4.80 ± 0.02 <sup>Ca</sup>	3.97 ± 0.02 <sup>Cf</sup>	4.35 ± 0.02 <sup>Cc</sup>	4.39 ± 0.01 <sup>Cbc</sup>	4.43 ± 0.03 <sup>Bb</sup>	4.37 ± 0.02 <sup>Bbc</sup>	4.27 ± 0.02 <sup>Bd</sup>	4.34 ± 0.03 <sup>Ac</sup>	4.11 ± 0.01 <sup>Ac</sup>	4.10 ± 0.01 <sup>Be</sup>	4.28 ± 0.08 <sup>Ad</sup>	
Sumergido <sup>y</sup>	6.28 ± 0.06 <sup>Ba</sup>	5.43 ± 0.07 <sup>Bb</sup>	5.77 ± 0.07 <sup>Bab</sup>	5.94 ± 0.08 <sup>Bab</sup>	5.83 ± 0.50 <sup>Aab</sup>	4.54 ± 0.53 <sup>ABc</sup>						
Sumergido y β quitosano <sup>o</sup>	4.73 ± 0.03 <sup>Ca</sup>	4.01 ± 0.03 <sup>Cg</sup>	4.39 ± 0.05 <sup>Cbc</sup>	4.45 ± 0.02 <sup>Cb</sup>	4.40 ± 0.02 <sup>Bbc</sup>	4.34 ± 0.02 <sup>Bcd</sup>	4.25 ± 0.01 <sup>Be</sup>	4.32 ± 0.04 <sup>Ad</sup>	4.11 ± 0.03 <sup>Af</sup>	4.16 ± 0.04 <sup>Af</sup>	4.13 ± 0.05 <sup>Bf</sup>	
Sumergido y β quitosano con S.P. <sup>o</sup>	4.70 ± 0.03 <sup>Ca</sup>	3.99 ± 0.04 <sup>Cf</sup>	4.29 ± 0.01 <sup>Cd</sup>	4.49 ± 0.03 <sup>Cb</sup>	4.41 ± 0.01 <sup>Bc</sup>	4.38 ± 0.02 <sup>Bc</sup>	4.30 ± 0.01 <sup>Ad</sup>	4.31 ± 0.02 <sup>Ad</sup>	4.13 ± 0.02 <sup>Ac</sup>	4.11 ± 0.03 <sup>Be</sup>	4.15 ± 0.04 <sup>Be</sup>	
Coefficiente de Variación (%)	1.45	1.02	1.53	1.28	8.09	5.28	0.34	0.76	0.54	0.76	1.50	

<sup>A-C</sup> Las medias con diferente letra mayúscula en la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05)

<sup>a-g</sup> Las medias con diferentes letras minúsculas en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05)

DE: Desviación Estándar, Control<sup>e</sup>: Cubos de camote cocido, β quitosano<sup>f</sup>: Cubos de camote cocido con β quitosano, Sumergido<sup>y</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio y cloruro de calcio, Sumergido y β quitosano<sup>o</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos con β quitosano, Sumergido y β quitosano con S.P.<sup>o</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos con β quitosano con sorbato de potasio.

## Anexo 2. Valores promedios del porcentaje de pérdida de peso de cubos de camote cocido y almacenados a 4 °C

Tratamiento	Día									
	Media ± DE									
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Control <sup>e</sup>	0.06 ± 0.01 <sup>A/c</sup>	0.14 ± 0.05 <sup>A/cb</sup>	0.15 ± 0.03 <sup>A/b</sup>	0.25 ± 0.06 <sup>A/a</sup>	0.27 ± 0.06 <sup>A/a</sup>					
β quitosano <sup>f</sup>	0.01 ± 0.02 <sup>A/f</sup>	0.12 ± 0.01 <sup>A/e</sup>	0.13 ± 0.01 <sup>A/e</sup>	0.24 ± 0.05 <sup>A/d</sup>	0.24 ± 0.05 <sup>A/d</sup>	0.36 ± 0.03 <sup>A/c</sup>	0.36 ± 0.03 <sup>B/c</sup>	0.52 ± 0.05 <sup>A/b</sup>	0.58 ± 0.04 <sup>A/ab</sup>	0.65 ± 0.08 <sup>A/a</sup>
Sumergido <sup>y</sup>	0.01 ± 0.02 <sup>A/d</sup>	0.19 ± 0.03 <sup>A/c</sup>	0.20 ± 0.05 <sup>A/c</sup>	0.33 ± 0.06 <sup>A/b</sup>	0.42 ± 0.03 <sup>A/a</sup>					
Sumergido y β quitosano <sup>o</sup>	0.02 ± 0.001 <sup>A/f</sup>	0.15 ± 0.003 <sup>A/e</sup>	0.16 ± 0.02 <sup>A/e</sup>	0.28 ± 0.05 <sup>A/d</sup>	0.30 ± 0.03 <sup>A/d</sup>	0.43 ± 0.01 <sup>A/c</sup>	0.43 ± 0.01 <sup>B/c</sup>	0.56 ± 0.03 <sup>A/b</sup>	0.62 ± 0.05 <sup>A/ab</sup>	0.73 ± 0.002 <sup>A/a</sup>
Sumergido y β quitosano con S.P. <sup>o</sup>	0.05 ± 0.001 <sup>A/g</sup>	0.20 ± 0.02 <sup>A/f</sup>	0.22 ± 0.06 <sup>A/ef</sup>	0.32 ± 0.09 <sup>A/e</sup>	0.45 ± 0.05 <sup>A/d</sup>	0.54 ± 0.08 <sup>A/cd</sup>	0.59 ± 0.05 <sup>A/bc</sup>	0.64 ± 0.04 <sup>A/bc</sup>	0.69 ± 0.04 <sup>A/b</sup>	0.81 ± 0.08 <sup>A/a</sup>
Coefficiente de Variación (%)	44.25	18.04	22.94	24.73	14.50	8.86	4.78	7.72	8.12	6.04

<sup>A,B</sup> Las medias con diferente letra mayúscula en la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05)

<sup>a,g</sup> Las medias con diferentes letras minúsculas en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05)

DE: Desviación Estándar, Control<sup>e</sup>: Cubos de camote cocido, β quitosano<sup>f</sup>: Cubos de camote cocido con β quitosano, Sumergido<sup>y</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio y cloruro de calcio, Sumergido y β quitosano<sup>o</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos con β quitosano, Sumergido y β quitosano con S.P.<sup>o</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos de β quitosano con sorbato de potasio.

24

## Anexo 3. Firmeza (N) de cubos de camote cocido almacenados a 4 °C

Tratamiento	Día										
	Media ± DE										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Control <sup>e</sup>	7.70 ± 2.94 <sup>D/a</sup>	6.85 ± 2.55 <sup>C/a</sup>	7.49 ± 2.28 <sup>C/a</sup>	7.30 ± 1.71 <sup>C/a</sup>	4.73 ± 1.71 <sup>C/b</sup>	4.08 ± 1.57 <sup>D/b</sup>					
β quitosano <sup>f</sup>	7.50 ± 2.70 <sup>D/ab</sup>	7.94 ± 3.14 <sup>C/a</sup>	7.28 ± 2.77 <sup>C/ab</sup>	5.91 ± 2.05 <sup>C/ab</sup>	6.63 ± 2.97 <sup>C/ab</sup>	6.73 ± 2.59 <sup>C/ab</sup>	6.84 ± 2.10 <sup>C/ab</sup>	6.97 ± 2.50 <sup>C/ab</sup>	5.59 ± 2.07 <sup>C/b</sup>	6.47 ± 1.81 <sup>C/ab</sup>	5.63 ± 2.17 <sup>C/b</sup>
Sumergido <sup>y</sup>	14.61 ± 1.77 <sup>B/a</sup>	15.41 ± 2.35 <sup>A/a</sup>	16.13 ± 2.45 <sup>A/a</sup>	16.69 ± 4.22 <sup>A/a</sup>	16.14 ± 3.41 <sup>A/a</sup>	10.30 ± 3.28 <sup>B/b</sup>					
Sumergido y β quitosano <sup>o</sup>	12.13 ± 2.93 <sup>C/a</sup>	11.45 ± 2.59 <sup>B/a</sup>	12.27 ± 2.04 <sup>B/a</sup>	11.02 ± 2.86 <sup>B/ab</sup>	10.67 ± 2.41 <sup>B/abc</sup>	8.93 ± 1.89 <sup>B/c</sup>	9.45 ± 2.49 <sup>B/bc</sup>	9.52 ± 2.01 <sup>B/bc</sup>	9.40 ± 1.63 <sup>B/bc</sup>	9.36 ± 2.17 <sup>B/bc</sup>	9.57 ± 1.95 <sup>B/bc</sup>
Sumergido y β quitosano con S.P. <sup>o</sup>	17.31 ± 2.49 <sup>A/a</sup>	15.92 ± 3.45 <sup>A/ab</sup>	14.43 ± 1.51 <sup>A/bc</sup>	15.20 ± 2.67 <sup>A/b</sup>	14.68 ± 2.56 <sup>A/bc</sup>	12.89 ± 1.84 <sup>A/cd</sup>	14.48 ± 2.51 <sup>A/bc</sup>	13.89 ± 2.46 <sup>A/bc</sup>	12.19 ± 2.76 <sup>A/d</sup>	12.22 ± 2.19 <sup>A/d</sup>	12.66 ± 1.79 <sup>A/cd</sup>
Coefficiente de Variación (%)	24.04	23.98	21.54	25.6	25.44	26.07	21.14	23.26	24.9	23.27	21.79

<sup>A,B,C</sup> Las medias con diferente letra mayúscula en la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05),

<sup>a,b</sup> Las medias con diferentes letras minúsculas en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05)

DE: Desviación Estándar, Control<sup>e</sup>: Cubos de camote cocido, β quitosano<sup>f</sup>: Cubos de camote cocido con β quitosano, Sumergido<sup>y</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio y cloruro de calcio, Sumergido y β quitosano<sup>o</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos con β quitosano, Sumergido y β quitosano con S.P.<sup>o</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos de β quitosano con sorbato de potasio.

## Anexo 4. Valores promedios y desviación estándar de valor en L\* de cubos de camote cocido y almacenado a 4 °C

Tratamiento	Día										
	Media ± DE										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Control <sup>e</sup>	54.41±2.64 <sup>A/a</sup>	52.27 ± 2.32 <sup>C/ab</sup>	52.38 ± 1.32 <sup>B/ab</sup>	51.57 ± 1.62 <sup>C/b</sup>	52.22± 1.62 <sup>B/ab</sup>	54.23 ± 1.73 <sup>C/a</sup>					
β quitosano <sup>f</sup>	54.00±2.30 <sup>A/ab</sup>	53.17±2.62 <sup>B/C/abc</sup>	52.95± 1.42 <sup>B/abc</sup>	54.77 ± 1.34 <sup>B/a</sup>	54.07 ± 1.75 <sup>B/ab</sup>	52.24 ± 0.83 <sup>D/bc</sup>	52.51 ± 1.73 <sup>B/abc</sup>	51.23 ± 1.31 <sup>B/c</sup>	52.05 ± 2.06 <sup>B/bc</sup>	51.80 ± 0.84 <sup>B/bc</sup>	52.96 ± 1.58 <sup>B/abc</sup>
Sumergido <sup>y</sup>	56.09±2.12 <sup>A/b</sup>	56.49 ± 1.54 <sup>A/b</sup>	56.67 ± 1.50 <sup>A/b</sup>	56.37±1.35 <sup>AB/b</sup>	58.24 ± 2.29 <sup>A/ab</sup>	59.34 ± 1.93 <sup>A/a</sup>					
Sumergido y β quitosano <sup>o</sup>	55.05±2.79 <sup>A/d</sup>	56.31 ± 1.05 <sup>eA/bcd</sup>	57.82 ± 1.43 <sup>A/abc</sup>	58.10 ± 1.36 <sup>A/ab</sup>	58.97 ± 2.33 <sup>A/a</sup>	57.36 ± 1.52 <sup>B/abcd</sup>	57.20 ± 1.45 <sup>A/abcd</sup>	55.46 ± 1.64 <sup>A/cd</sup>	57.93 ± 1.78 <sup>A/abc</sup>	57.27 ± 1.13 <sup>A/abcd</sup>	58.96 ± 1.72 <sup>A/a</sup>
Sumergido y β quitosano con S.P. <sup>o</sup>	57.34±3.49 <sup>A/ab</sup>	55.32 ± 2.32 <sup>AB/b</sup>	57.21 ± 1.28 <sup>A/ab</sup>	56.68 ± 1.37 <sup>A/ab</sup>	57.05 ± 1.81 <sup>A/ab</sup>	57.24 ± 0.92 <sup>B/ab</sup>	56.33 ± 1.87 <sup>A/ab</sup>	57.03 ± 1.58 <sup>A/ab</sup>	57.51 ± 1.98 <sup>A/ab</sup>	57.57 ± 0.98 <sup>A/ab</sup>	58.92 ± 1.89 <sup>A/a</sup>
Coefficiente de Variación (%)	4.9	3.76	2.52	2.59	3.53	2.6	3.06	2.8	3.48	1.79	3.05

<sup>A,D</sup> Las medias con diferente letra mayúscula en la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05),

<sup>a,d</sup> Las medias con diferentes letras minúsculas en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05)

DE: Desviación Estándar, Control<sup>e</sup>: Cubos de camote cocido, β quitosano<sup>f</sup>: Cubos de camote cocido con β quitosano, Sumergido<sup>y</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio y cloruro de calcio, Sumergido y β quitosano<sup>o</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos con β quitosano, Sumergido y β quitosano con S.P.<sup>o</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos de β quitosano con sorbato de potasio.



## Anexo 5. Valores promedios y desviación estándar de valor en a\* de cubos de camote cocido y almacenado a 4 °C

Tratamiento	Día										
	Media ± DE										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Control <sup>e</sup>	19.86 ± 2.15 <sup>AB/a</sup>	20.52 ± 2.87 <sup>A/a</sup>	20.79 ± 3.07 <sup>AB/a</sup>	19.76 ± 1.83 <sup>B/a</sup>	18.24 ± 3.85 <sup>A/a</sup>	19.40 ± 2.78 <sup>A/a</sup>					
β quitosano <sup>f</sup>	19.78± 1.85 <sup>AB/bc</sup>	19.83 ± 3.45 <sup>A/bc</sup>	22.30 ± 3.09 <sup>A/ab</sup>	25.49 ± 3.62 <sup>A/a</sup>	19.21 ± 3.99 <sup>A/bc</sup>	18.41 ± 3.15 <sup>A/bc</sup>	21.49 ± 3.26 <sup>A/abc</sup>	24.79 ± 2.38 <sup>A/a</sup>	17.79 ± 2.40 <sup>AB/c</sup>	18.53 ± 1.57 <sup>A/bc</sup>	18.33 ± 2.28 <sup>A/bc</sup>
Sumergido <sup>y</sup>	20.49 ± 1.85 <sup>A/a</sup>	19.44 ± 2.00 <sup>A/a</sup>	20.12 ± 2.51 <sup>AB/a</sup>	21.58 ± 2.95 <sup>B/a</sup>	20.73 ± 2.96 <sup>A/a</sup>	20.03 ± 3.63 <sup>A/a</sup>					
Sumergido y β quitosano <sup>o</sup>	19.51±2.94 <sup>AB/abcd</sup>	19.83 ± 2.20 <sup>A/abcd</sup>	19.27 ± 3.99 <sup>AB/abcd</sup>	22.42 ± 3.68 <sup>AB/ab</sup>	17.12 ± 3.64 <sup>A/cd</sup>	17.63 ± 1.33 <sup>A/cd</sup>	20.50 ± 2.87 <sup>A/abc</sup>	23.08 ± 2.68 <sup>A/a</sup>	15.91 ± 2.10 <sup>B/d</sup>	18.88 ± 2.62 <sup>A/bcd</sup>	17.23 ± 1.77 <sup>A/cd</sup>
Sumergido y β quitosano con S.P. <sup>o</sup>	17.45 ± 1.23 <sup>B/bc</sup>	21.69 ± 3.95 <sup>A/ab</sup>	18.00 ± 3.49 <sup>B/bc</sup>	21.55 ± 2.58 <sup>B/ab</sup>	16.60 ± 2.79 <sup>A/c</sup>	18.97 ± 3.28 <sup>A/abc</sup>	20.01 ± 2.86 <sup>A/abc</sup>	23.01 ± 3.05 <sup>A/a</sup>	19.06 ± 2.33 <sup>A/abc</sup>	19.28 ± 2.08 <sup>A/abc</sup>	18.34 ± 3.20 <sup>A/bc</sup>
Coefficiente de Variación (%)	10.73	14.74	16.27	13.6	18.92	15.58	14.52	11.66	12.97	11.3	13.85

<sup>A,B</sup> Las medias con diferente letra mayúscula en la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05)

<sup>a,d</sup> Las medias con diferentes letras minúsculas en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05)

DE: Desviación Estándar, Control<sup>e</sup>: Cubos de camote cocido, β quitosano<sup>f</sup>: Cubos de camote cocido con β quitosano, Sumergido<sup>y</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio y cloruro de calcio, Sumergido y β quitosano<sup>o</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos con β quitosano, Sumergido y β quitosano con S.P.<sup>o</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos de β quitosano con sorbato de potasio.

## Anexo 6. Valores promedios y desviación estándar de valor en b\* de cubos de camote cocido y almacenado a 4 °C

Tratamiento	Día											
	Media ± DE											
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	
Control <sup>e</sup>	28.87±3.42 <sup>Babc</sup>	31.86 ± 2.89 <sup>AB/a</sup>	30.86 ± 4.00 <sup>A/ab</sup>	25.75 ± 2.13 <sup>A/c</sup>	26.07 ± 3.95 <sup>AB/bc</sup>	27.82 ± 5.14 <sup>A/abc</sup>						
β quitosano <sup>c</sup>	30.45± 2.60 <sup>AB/a</sup>	28.38 ± 4.25 <sup>B/abc</sup>	29.31 ± 4.74 <sup>A/ab</sup>	27.72 ± 3.54 <sup>A/abcd</sup>	23.76 ± 6.47 <sup>B/cde</sup>	25.89 ± 4.20 <sup>A/abcde</sup>	23.76 ± 3.60 <sup>A/cde</sup>	25.79 ± 3.05 <sup>A/abcde</sup>	23.84 ± 2.41 <sup>B/bcde</sup>	22.60 ± 1.60 <sup>B/de</sup>	21.69 ± 1.85 <sup>B/c</sup>	
Sumergido <sup>y</sup>	34.74 ± 3.08 <sup>A/a</sup>	30.47 ± 2.12 <sup>AB/ab</sup>	29.92 ± 3.69 <sup>A/abc</sup>	25.06 ± 3.54 <sup>A/c</sup>	31.42 ± 3.67 <sup>A/ab</sup>	28.10 ± 6.23 <sup>A/bc</sup>						
Sumergido y β quitosano <sup>o</sup>	34.69 ± 5.47 <sup>A/a</sup>	34.49 ± 4.33 <sup>A/a</sup>	32.28 ± 5.76 <sup>A/ab</sup>	29.57 ± 7.16 <sup>A/abc</sup>	26.83 ± 6.19 <sup>AB/bc</sup>	28.84 ± 3.10 <sup>A/abc</sup>	24.71 ± 3.66 <sup>A/c</sup>	26.74 ± 4.74 <sup>A/bc</sup>	25.71 ± 4.31 <sup>AB/bc</sup>	27.17 ± 3.28 <sup>A/bc</sup>	25.47 ± 2.02 <sup>A/bc</sup>	
Sumergido y β quitosano con S.P. <sup>o</sup>	27.22 ± 5.23 <sup>B/ab</sup>	32.39 ± 3.37 <sup>AB/a</sup>	26.75 ± 3.09 <sup>A/ab</sup>	26.03 ± 4.39 <sup>A/b</sup>	26.38 ± 5.18 <sup>AB/ab</sup>	26.57 ± 5.04 <sup>A/ab</sup>	26.07 ± 5.90 <sup>A/b</sup>	24.91 ± 3.74 <sup>A/b</sup>	27.66 ± 2.44 <sup>A/ab</sup>	25.12 ± 3.46 <sup>AB/b</sup>	24.09 ± 2.63 <sup>AB/b</sup>	
Coefficiente de Variación (%)	13.24	11.08	14.6	16.68	19.4	17.69	18.19	15.37	12.34	11.64	9.23	

<sup>A-B</sup> Las medias con diferente letra mayúscula en la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05),

<sup>a-e</sup> Las medias con diferentes letras minúsculas en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05)

DE: Desviación Estándar, Control<sup>e</sup>: Cubos de camote cocido, β quitosano<sup>c</sup>: Cubos de camote cocido con β quitosano, Sumergido<sup>y</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio y cloruro de calcio, Sumergido y β quitosano<sup>o</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos con β quitosano, Sumergido y β quitosano con S.P.<sup>o</sup>: Cubos de camote cocido sumergidos en una solución de ácido cítrico, ácido ascórbico, sulfato ácido de sodio, cloruro de calcio y recubiertos con β quitosano con sorbato de potasio.