

## Cassava conservation (*Manihot esculenta*) with edible film based on banana peel flour

**Karla Meneses Portilla, Stalin Santacruz Terán, José Coloma Hurel\***

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Avenida Circunvalación s/n, Manta, Ecuador. P.O. Box 13-05-2732

\*Autor para correspondencia: +593 980082417. Correo electrónico: colomapancho@hotmail.com

### Abstract

Cassava is a crop that suffers physiological and microbiological damages, leading to high postharvesting losses, and causing economical loss to producers. In the present work, edible film based on plantain flour-salicylic acid (CP + AS) was studied and compared with paraffin treatment. Weight loss, disease severity firmness, color and microbiological analysis (fungi) along seven weeks of storage at 8°C and 70% relative humidity were studied. The use of paraffin showed to be better compared to CP + AS against weight losses reaching 9.57% and 47.03% respectively, and had no statistical differences along storage. Disease severity and color showed no statistical changes. Firmness of cassava samples treated with CP+AS reached 5.76 N and 6.13 N for paraffin and showed no statistical changes. CP+AS film showed to be better to control fungi along seven weeks of storage.

**Key words:** edible film, cassava starch, salicylic acid, paraffin.

## Conservación de yuca (*Manihot esculenta*) con recubrimiento a base de harina de cáscara de plátano

### Resumen

La yuca es un producto que tiende a sufrir muchas pérdidas poscosecha debido al alto riesgo de deterioro fisiológico y microbiológico, lo cual limita su transportación y causa considerables pérdidas a productores y comerciantes. En el presente estudio se trabajó con un recubrimiento de harina de cáscara de plátano – ácido salicílico (CP+AS) y se comparó con el parafinado tradicionalmente utilizado, en las siguientes variables: pérdida de peso, índice de deterioro, firmeza, color y desarrollo fúngico durante siete semanas de almacenamiento a 8°C y 70% de humedad relativa. El parafinado resultó ser mucho más eficaz que el recubrimiento de CP+AS para controlar la pérdida de peso ya que se obtuvieron valores de 9,57% y 47,03% respectivamente después de 7 semanas de almacenamiento. El índice de deterioro presentó un valor de cero correspondiente a un producto sin alteraciones y el color no sufrió variaciones significativas durante el almacenamiento. La firmeza de las yucas estuvo en valores de 5,76 N y 6,13 N en los recubrimientos de parafina y CP+AS respectivamente, sólo se observaron diferencias significativas en la semana 7 de almacenamiento. El recubrimiento de CP+AS resultó más eficaz para controlar el desarrollo fúngico después de siete semanas de almacenamiento.

**Palabras clave:** recubrimiento comestible, almidón de yuca, ácido salicílico, parafina.

### Introducción

La yuca es un tubérculo perteneciente a la familia Euforbiácea y al género *Manihot*, siendo de la especie *M. esculenta* Crantz; la que es conocida comercialmente en el mundo. Es un cultivo perenne con alta producción de raíces

tuberosas, como fuente de carbohidratos y follajes [1]. Según el Censo Nacional Agropecuario realizado en el año 2000 [2], en Ecuador las provincias con mayor producción de yuca son: Zamora Chinchipe, Morona Santiago y Santo Domingo de los Tsáchilas con 17031; 12909 y 11896 toneladas métricas anuales respectivamente. Las

raíces de yuca se deterioran rápidamente, sufriendo dos tipos de deterioro, uno fisiológico que se evidencia a través del cambio de color de blanco a café y otro microbiano que consiste en pudriciones causadas por hongos principalmente, volviéndose inaceptables para el consumo humano o para otros usos [3].

Uno de los tratamientos poscosecha utilizados actualmente para la conservación de la yuca es mediante el uso de recubrimientos a base de parafina. Un recubrimiento comestible es una película que envuelve al alimento y que puede ser consumida como parte del mismo [4]. Se lo puede definir como una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento [5]. La aplicación de recubrimientos comestibles supone una alternativa para la conservación de la calidad de frutas y hortalizas. Su aplicación permite alargar la vida útil durante el almacenamiento al reducir las pérdidas de humedad y ralentizar la maduración de los frutos, ya que actúan como barrera al intercambio gaseoso. También se utilizan para mejorar su integridad mecánica o protección frente a la manipulación posterior [6]. Pueden ser elaborados a partir de carbohidratos, proteínas, grasa o por combinación de los anteriores, siendo el almidón uno de los materiales más utilizados para la elaboración de recubrimientos.

La cáscara del fruto de plátano constituye un subproducto de su procesamiento, posee mayor contenido de fibra y de minerales que la pulpa, su alta composición de almidón en estado inmaduro y de azúcares en estado maduro, determinan la posibilidad de que pueda ser procesado como harina para la elaboración de productos comestibles para humanos [7]. Estructuralmente, el almidón consiste de dos polisacáridos químicamente distinguibles: la amilosa y la amilopectina. Ambos formados por unidades de glucosa, donde la amilosa es un polímero lineal unida entre ella por enlaces  $\alpha$  (1-4). Esta molécula no es soluble en agua, pero puede formar micelas hidratadas por su capacidad para enlazar moléculas vecinas por puentes de hidrógeno y generar una estructura helicoidal. La amilopectina es un polímero ramificado, parcialmente soluble en agua caliente y está unida en un 94-96% por enlaces  $\alpha$  (1-4) y en un 4-6% con uniones  $\alpha$  (1-6) [8]. El almidón de plátano presenta adecuadas propiedades de formación de película debido principalmente a su contenido de amilosa considerado como alto (35%) lo que repercute en la obtención de películas con mayores propiedades mecánicas [9].

El ácido salicílico (AS) es un metabolito secundario producido por una amplia gama de organismos procariotas y eucariotas incluyendo plantas. Químicamente

pertenece a un grupo de compuestos fenólicos definido como sustancias que poseen un anillo aromático, grupo hidroxilo o su derivado funcional [10]. Estudios realizados por Ding y Wang [11] apoyan las principales funciones de salicilatos en la modulación de la respuesta de la planta a varios estreses abióticos, tales como la luz ultravioleta, la sequía, la salinidad y la refrigeración.

Los salicilatos en las plantas juegan un papel importante debido a que otorgan resistencia a las mismas ante enfermedades; en especial el ácido salicílico es un activador de las defensas en las plantas contra hongos, virus, bacterias, nemátodos e insectos [12]. En frutos como el níspero, la inmersión por 20 min en 1 g L<sup>-1</sup> de AAS inhibió el incremento de lignina y evitó la reducción de la firmeza [13].

En la actualidad el principal método de conservación que utilizan las empresas agroexportadoras de yuca en el Ecuador es la aplicación de recubrimientos de parafina, sin embargo, este método revela inconvenientes desde el punto de vista ambiental, debido a que es un derivado del petróleo y además se aplica a temperaturas elevadas, superiores a 120°C [14].

El objetivo principal de la presente investigación consistió en evaluar un recubrimiento elaborado con harina de cáscara de plátano y ácido salicílico en la conservación de yuca (*Manihot esculenta*) en comparación con el parafinado tradicional en cuanto al deterioro fisiológico y microbiano. Para ello se evaluó la pérdida de peso, índice de deterioro, firmeza, color y desarrollo fúngico INEN. 1529-10 [15] de la yuca recubierta y almacenada durante siete semanas a 8°C y 70% de humedad relativa

## Parte Experimental

La yuca que se utilizó en la investigación fue de la variedad valenciana, la cual fue adquirida en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas a la empresa agroexportadora Platayuc Cia. Ltda. En la recepción del producto se realizó un control visual para asegurar características de calidad adecuadas en cuanto a tamaño, forma, color, firmeza, ausencia de magulladuras y cortes. Los tubérculos que presentaron alguna característica indeseable tales como magulladuras, cortes, deformidades y crecimiento fúngico, fueron retirados. Se realizó una limpieza en seco utilizando cepillos de acuerdo al método propuesto por Medina *S et al*, [14] con el fin de extraer la mayor cantidad de tierra contenida en la superficie de la yuca. Finalmente se almacenaron a 8°C y 70% de humedad relativa (HR) durante siete semanas. Se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos semanalmente. Las yucas recubiertas con parafina fueron adquiridas a la empresa agroexportadora. El recubrimiento con

parafina se realizó por inmersión en parafina a 140°C. Las condiciones de almacenamiento y los análisis se describen a continuación.

### Preparación del recubrimiento

La solución de recubrimiento de cáscara de plátano y ácido salicílico (CP+AS) se elaboró de acuerdo a la metodología propuesta por Anchundia K. et al [16] disolviendo 0,5 g de harina de cáscara de plátano en 100 ml de agua destilada con calentamiento hasta 90 °C y agitación constante. Una vez alcanzada esta temperatura se adicionó 2,5 mmol/L de ácido acetilsalicílico manteniendo la temperatura durante 5 min. Finalmente se dejó enfriar la solución hasta 50 °C y se homogenizó en ultraturax (Polytron, Suiza) a 11000 rpm por 4 minutos. Las yucas se recubrieron por inmersión en la solución preparada y se secaron a temperatura ambiente por 30 minutos.

### Pérdida de peso

Se calculó la pérdida de peso porcentual semanalmente mediante la relación del peso inicial y final de la yuca a través de la ecuación 1.

$$PP = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100 \quad (1)$$

Dónde, PP= Pérdida de peso (%)

### Índice de deterioro

Se cortaron transversalmente los tubérculos y se tomaron fotografías para determinar los siguientes niveles de deterioro mediante la escala descrita por Sotelo R. y Acevedo G. [1] con algunas modificaciones.

0 – sin manchas ni estrías, superficie totalmente sana y de color blanco.

1 – puntuaciones azuladas con una cobertura de hasta un 25% de la superficie.

2 – puntuaciones azuladas de mayor diámetro, alcanzando hasta 50% de la superficie.

3 – aparición de zonas marrones con ablandamiento de la pulpa, afectada hasta en un 75%.

4 – total putrefacción de la raíz, con una afectación del 100%.

### Firmeza

Se realizó de acuerdo al método descrito por Castro M. et al [17]. El análisis se realizó con un texturómetro marca Shimadzu (Modelo EZ LX, Japón). El parámetro medido

fue la fuerza máxima de penetración expresada en Newton (N). Se empleó un punzón de 3 mm de diámetro y 8 cm de longitud que se desplazó a una velocidad de 20 mm/s con una penetración de 15 mm en la muestra. Para el análisis se seleccionaron al azar diferentes muestras a las cuales se les quitaron la cáscara y se las cortaron en cubos de 3 cm de lado. Las muestras posteriormente fueron lavadas, sometidas a cocción en agua en estado de ebullición durante 10 min y sometidas al análisis.

### Color

Se realizaron valoraciones colorimétricas sobre la pulpa, en yucas cortadas transversalmente de acuerdo al método descrito por Atzingen M. et al., [18] en donde las medidas de color fueron expresadas por las coordenadas obtenidas a partir del sistema CIE- L\* a\* b\*

Dónde:

L\* = Eje vertical que presenta la luminosidad del color (claridad), donde cero indica negro y cien representa al color blanco.

a\* = Tendencia del verde (-) al rojo (+) en el eje x,

b\* = tendencia del azul (-) al amarillo (+) en el eje y

### Mohos y levaduras

Se realizó de acuerdo a la norma INEN. 1529-10 [15]. Se incubó el inóculo a 30°C durante 5 días y se cuantificó el número de unidades propagadoras de mohos y levaduras.

### Análisis estadísticos

Se realizó análisis de varianza al 5% (ANOVA) y prueba de Tukey (p<0,05) para establecer diferencias estadísticas entre los tratamientos a través del paquete estadístico Infostat 2008. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

### Resultados y Discusión

La tabla 1 muestra que la pérdida de peso durante 7 semanas de almacenamiento fue mucho más baja cuando las yucas fueron recubiertas con parafina (9,57%) en comparación con el recubrimiento de CP+AS (47,03%). Esto puede deberse a que el recubrimiento de CP+AS por su naturaleza hidrocoloide permite el paso del agua a través del film. Los polisacáridos son una barrera para el O<sub>2</sub> y el CO<sub>2</sub>, pero son permeables al vapor de agua debido a su carácter hidrofílico [19], mientras que la parafina al pertenecer al grupo de los lípidos es de carácter hidrofóbico, por ende es una excelente barrera al vapor de agua [20].

**Tabla 1.**

Pérdida de peso de yucas recubiertas con parafina y cáscara de plátano – ácido salicílico almacenadas durante 7 semanas a 8°C y 70% de humedad relativa.

| Tiempo de almacenamiento | Pérdida de peso              |                           |
|--------------------------|------------------------------|---------------------------|
|                          | Parafina <sup>1</sup><br>(%) | CP+AS <sup>1</sup><br>(%) |
| Semana 1                 | 1,45 <sup>a</sup>            | 9,96 <sup>abc</sup>       |
| Semana 2                 | 2,85 <sup>ab</sup>           | 17,98 <sup>abcd</sup>     |
| Semana 3                 | 4,24 <sup>ab</sup>           | 25,42 <sup>abcd</sup>     |
| Semana 4                 | 5,64 <sup>ab</sup>           | 32,25 <sup>bcd</sup>      |
| Semana 5                 | 6,77 <sup>ab</sup>           | 38,28 <sup>cd</sup>       |
| Semana 6                 | 8,09 <sup>abc</sup>          | 43,20 <sup>d</sup>        |
| Semana 7                 | 9,57 <sup>abc</sup>          | 47,03 <sup>d</sup>        |

<sup>1</sup>Medias con letra común no son significativamente diferentes  
La comparación estadística corresponde a los tipos de recubrimientos

La investigación realizada por Sánchez J. *et al.*, [21] acerca de los efectos fisiológicos en la yuca utilizando recubrimiento a base de parafina bajo conservación en frío, obtuvo una pérdida de peso de 2,83% a los 15 días de almacenamiento, el cual es un resultado muy similar al encontrado en la presente investigación. De acuerdo a Ospina B. y Cevallos H.[22], el proceso de parafinado mantiene a la yuca fresca, sin cambios notables en sus características durante un lapso de 20 a 30 días. La efectividad del recubrimiento de CP+AS para evitar el deterioro de la yuca se debió probablemente a la acción sinérgica entre la harina de cáscara de plátano y al AS. La

cáscara de plátano es un material rico en almidón, que actúa como barrera al O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> [9] Romero mientras que el ácido salicílico ha demostrado ser efectivo para controlar la senescencia en peras [23] Asghari y manzanas [24] Mo.

De acuerdo a la tabla 2, la firmeza de las yucas parafinadas y con recubrimiento de CP+AS no presentaron diferencia significativa a lo largo de 6 semanas de almacenamiento. En la semana 7 se encontró diferencia estadística en ambos casos. La fuerza de penetración en todos los casos aumentó en función del tiempo de almacenamiento.

**Tabla 2.**

Firmeza de yucas recubiertas con parafina y cáscara de plátano – ácido salicílico almacenadas durante 7 semanas a 8°C y 70% de humedad relativa

| Tiempo de almacenamiento | Firmeza                      |                           |
|--------------------------|------------------------------|---------------------------|
|                          | Parafina <sup>1</sup><br>(N) | CP+AS <sup>1</sup><br>(N) |
| Semana 1                 | 3,24 <sup>a</sup>            | 3,37 <sup>a</sup>         |
| Semana 2                 | 3,34 <sup>a</sup>            | 4,13 <sup>ab</sup>        |
| Semana 3                 | 3,50 <sup>a</sup>            | 4,20 <sup>ab</sup>        |
| Semana 4                 | 4,22 <sup>ab</sup>           | 4,89 <sup>ab</sup>        |
| Semana 5                 | 4,38 <sup>ab</sup>           | 4,82 <sup>ab</sup>        |
| Semana 6                 | 5,08 <sup>ab</sup>           | 5,13 <sup>ab</sup>        |
| Semana 7                 | 5,76 <sup>b</sup>            | 6,13 <sup>b</sup>         |

<sup>1</sup>Medias con letra común no son significativamente diferentes  
La comparación estadística corresponde a los tipos de recubrimientos

La fuerza máxima de penetración para la yuca recubierta con CP+AS fue mayor que la elaborada con parafina, esto se podría explicar debido a la acción del ácido acetilsalicílico, el cual es un compuesto fenólico que se ha demostrado capaz de mantener la firmeza del kiwi [25] y banana [26]. Se ha demostrado que el ácido salicílico inhibe la acción de enzimas degradantes de la pared celular tales como la poligalacturonasa, lipoxigenasa, celulasa y pectinmetilesterasa, lo que conlleva a la disminución de la velocidad de ablandamiento de frutas [26], [27].

La tabla 3 muestra los valores de luminosidad de las yucas tratadas con recubrimientos de parafina y CP+AS. Los valores obtenidos fueron de 86,75 y 86,84 respectivamente al final del almacenamiento y no se encontraron diferencias significativas en ningún caso. Los resultados de color corroboran los obtenidos en el índice de deterioro y en la firmeza, notándose ninguna variación estadística significativa de estas características fisiológicas a lo largo del almacenamiento. Estudios realizados en castañas muestran que se retrasó la pérdida de color debido a la aplicación poscosecha de ácido salicílico [28].

**Tabla 3**

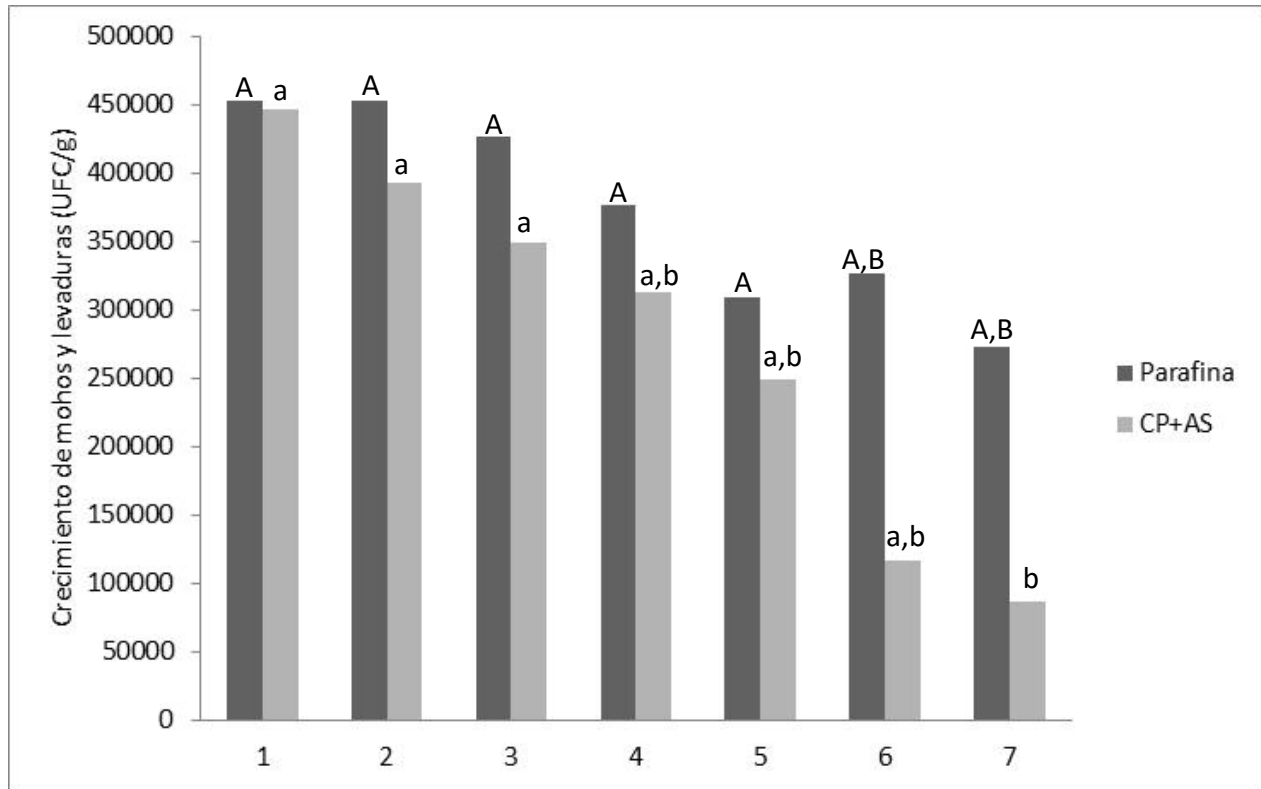
Análisis de color de yucas recubiertas con parafina y cáscara de plátano – ácido salicílico almacenadas durante 7 semanas a 8°C y 70% de humedad relativa. Luminosidad

| Tiempo de almacenamiento | LUMINOSIDAD           |                    |
|--------------------------|-----------------------|--------------------|
|                          | Parafina <sup>1</sup> | CP+AS <sup>1</sup> |
| Semana 1                 | 88,83 a               | 87,94 a            |
| Semana 2                 | 87,49 a               | 87,60 a            |
| Semana 3                 | 87,13 a               | 87,55 a            |
| Semana 4                 | 87,78 a               | 87,51 a            |
| Semana 5                 | 87,76 a               | 87,49 a            |
| Semana 6                 | 87,72 a               | 86,65 a            |
| Semana 7                 | 86,75 a               | 86,84 a            |

<sup>1</sup>Medias con letra común no son significativamente diferentes  
La comparación estadística corresponde a los tipos de recubrimientos

La figura 1 muestra que el crecimiento de mohos y levaduras disminuyó a los largo del almacenamiento en todos los casos. No se encontró diferencia significativa en las yucas recubiertas con parafina mientras que cuando se aplicó el recubrimiento de CP+AS la diferencia fue significativa en la semana 7. La mayor efectividad del recubrimiento de CP+AS podría explicarse por la aplicación

exógena de ácido salicílico, que a concentraciones no tóxicas, en el caso de frutas y vegetales, ha conseguido incrementar la resistencia a patógenos y ralentizar el deterioro poscosecha [23], [29], [30]. Así mismo diversos estudios demuestran que el ácido salicílico ha sido efectivo en el control fúngico de fresas [30]; cereza dulce [31], melones [32].



Medias con letra común no son significativamente diferentes. Letras mayúsculas para parafina y minúsculas para CP + AS  
La comparación estadística corresponde a los tipos de recubrimientos

**Figura. 1**

Crecimiento de mohos y levaduras de yucas recubiertas con parafina y cáscara de plátano – ácido salicílico almacenadas durante 7 semanas a 8°C y 70% de humedad relativa

## Conclusiones

Después de 7 semanas de almacenamiento, el recubrimiento elaborado a partir de CP+AS otorgó mayor firmeza (6,13 N), mantuvo invariable el color e inhibió el crecimiento fúngico en mayor medida ( $86,6 \times 10^3$  ufc/g) que el recubrimiento de parafina ( $273,3 \times 10^3$  ufc/g). Sin embargo, se debe estudiar la adición de otro compuesto de naturaleza lipofílica para el control de la pérdida de peso, ya que el recubrimiento de CP+AS demostró no tener buenas propiedades de barrera al vapor de agua, ya que obtuvo 47,03% de pérdida de peso en comparación con el 9,57% del recubrimiento a base de parafina. El uso de ácido salicílico en combinación con recubrimientos comestibles es una tecnología a considerar para el control del deterioro poscosecha de la yuca por sus cualidades para el control de la firmeza, color y crecimiento fúngico.

## Referencias Bibliográficas

- [1] Sotelo R. y Acevedo G.: "Conservación de las raíces frescas de la yuca (*Manihot esculenta Crantz*) aplicándole el proceso de parafinado". Nexa Revista científica, Vol 21 No. 2 (2009) 48-53.
- [2] INEC, I. N. Censo Nacional Agropecuario. INEC. Quito, 2012.
- [3] Aristizábal J. y Sánchez T. "Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca". Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO, Vol. 163 (2007) 27 - 28.
- [4] Pastor C., Vargas M., y González-Martínez C.: "Recubrimientos Comestibles: Aplicación a frutas y hortalizas". Alimentación, Equipos y Tecnología, Vol. 197 No. 24 (2005) 130 - 135.

- [5] Ramos M, Bautista S, y Barrera L.: "Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutícolas". *Revista Mexicana de Fitopatología*, Vol. 28 No. 1 (2010) 44 – 57.
- [6] Krochta J. y Mulder-Johnston C.: "Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities". *Food Technology*, Vol. 51 (1997) 61-74.
- [7] Arcila M., Giraldo G., Belalcázar SL, Cayón G. y Méndez JC.: "Comportamiento postcosecha de los plátanos Dominicano Hartón y FHIA 21 en diferentes presentaciones". *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha*, Vol. 3 No. 2 (2001) 140 – 143.
- [8] Hernández M., Torruco J., Chel L., y Betancur D.: "Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México". *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Vol. 28 No.03 (2008) 718 – 726.
- [9] Romero C., Bellos L., García M., Martino M., Solorza-Feria J., y Zaritsky N.: "Physicochemical and microstructural characterization of films prepared by thermal and cold gelatinization from non – conventional sources of starches" *Carbohydrate Polymers*, Vol. 60 (2005) 235-244.
- [10] An C., y Mou Z. "Salicylic Acid and its Function in Plant Immunity". *Journal of Integrative Plant Biology*, Vol. 53 No 6 (2011) 412-428.
- [11] Ding C. y Wang C. "De dual effects of methyl salicylate on ripening and expression of ethylene biosynthetic genes in tomato fruit". *Plant science*, Vol. 164 (2003) 589-596.
- [12] Park S.: "Methyl salicylate is a critical mobile signal for plant systemic acquired resistance". *Science*, Vol. 318 (2007) 113-116.
- [13] Mercado J., Jara K., García J., y Báez R.: "Calidad de espárrago verde en fresco (*Asparagus officinalis* L.): Cubiertas comestibles y ácido acetilsalicílico". *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, Vol. 14 No 2 (2013) 195-203.
- [14] Medina S., García L., Vélez C., Alonso L., y Fernández A.: "Estudio comparativo de conservación de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) recubiertas con cera natural y parafina". *Informador Tecnológico (Colombia)*, Vol. 77 No 1 (2013) 17 – 21.
- [15] INEN. 1529-10. Control microbiológico de los alimentos mohos y levaduras viables en placa por siembra en profundidad. INEN, Quito (2013).
- [16] Anchundia K., Santacruz S., y Coloma J.: "Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano". *Rev Chil. Nutr.*, Vol. 43, N°4, (2016) 394 – 399.
- [17] Castro M., Rivadeneira C., Mantuano I., Santacruz S., y Ziani K.: "Utilización de recubrimientos comestibles a base de quitosano y Aloe Vera en papaya (*Carica papaya* L. cv. "Maradol") cortada". *Alimentos, Ciencia e Ingeniería*, Vol. 22 No 2 (2014) 5 - 12.
- [18] Atzingen M., y Machado M.: "Evaluación de la textura y color de almidones y harinas en preparaciones sin gluten". *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, Vol. 4 No 5 (2005) 319-323.
- [19] Castro, A.: "Efecto de la Aplicación de Recubrimientos Comestibles en la calidad postcosecha de tomate de árbol (*solanum betaceum* Cav.)". Tesis previa al título de ingeniera agroindustrial en la Escuela Politécnica Nacional. Quito. 2013.
- [20] Pastor, C.: "Recubrimientos comestibles a base de Hidroxipropil meetilcelulosa". Tesis Doctoral en la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. 2010.
- [21] Sánchez J., Hennessey L., y Torres E.: "Efectos fisiológicos de badea (*Passiflora quadrangularis*) y yuca (*Manihot esculenta*) utilizando recubrimientos a base de cera y parafina bajo conservación en frío". *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, Vol. 1 No 1 (2014) 33-43.
- [22] Ospina B., y Cevallos H.: "La yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización". Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali – Colombia. 2002.
- [23] Asghari M., Hajitagilo R., y Shirzad H.: "Postharvest treatment of salicylic acid effectively controls pear fruit diseases and disorders during cold storage". In: *Proceedings of the international congress on Novel approaches for the control of postharvest diseases and disorders*, (2007) 355-360.
- [24] Mo Y., Gong D., Liang G., Han R., Xie J., y Li W.: "Enhanced preservation effects of sugar apple fruits by salicylic acid treatment during postharvest storage". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 88 (2008) 2693 - 2699.
- [25] Aghdam M., Mostofi Y., Motallebiazar A., Ghasemneghad M., y Fattahi J.: "Effects of MeSA vapor treatment on the postharvest quality of Hayward kiwifruit". In *6<sup>th</sup> International Postharvest Symposium*. (2009). Antalya, Turkey.

- [26] Srivastava M., y Dwivedi U.: "Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid". *Plant Science*, Vol. 158 (2000) 87 - 96.
- [27] Zhang Y., Chen K., Zhang S., y Ferguson I.: "The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit". *Postharvest Biology and Technology*, Vol. 28 (2003) 67 - 74.
- [28] Peng L., y Jiang Y.: "Exogenous salicylic acid inhibits browning of fresh-cut Chinese water chestnut". *Food Chemistry*, Vol. 94 (2006) 535 - 540.
- [29] Asghari M., Hajitagilo R., y Jalilimarandi R.: "Postharvest application of salicylic acid before coating with chitosan affects the pattern of quality changes in table grape during cold storage". In 6th International Postharvest Symposium, (2009) Antalya, Turkey.
- [30] Babalar M., Asghari M., Talaei A., y Khosroshahi A.: "Effect of pre and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit". *Food Chemistry*, Vol. 105 (2007) 449 - 453.
- [31] Yao H., y Tian S.: "Effects of pre- and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage". *Postharvest Biology and Technology*, Vol. 35 (2005) 253 - 262.
- [32] Huang Y., Deverall B., Tang W., Wang W., y Wu F.: "Foliar application of asilbenzolar -S-methyl and protection of postharvest rock melons and Hami melons from disease". *European Journal of Plant Pathology*, Vol. 106 (2000) 651 - 656.

Recibido el 07 de Noviembre de 2016  
En forma revisada el 03 de Abril de 2017