

# EFECTO DE RECUBRIMIENTO A BASE DE ALMIDÓN SOBRE LA MADURACIÓN DE LA GUAYABA (*Psidium guajava*)

## EFFECT OF STARCH-BASED COATING ON THE MATURATION OF GUAVA (*Psidium guajava*)

### EFEITO DA REVESTIMENTO À BASE DE AMIDO NO AMADURECIMENTO DE GOIABA (*Psidium guajava*)

SANDRA MARCELA ACHIPIZ<sup>1</sup>, ASTRID EUGENIA CASTILLO<sup>2</sup>, SILVIO ANDRÉS MOSQUERA<sup>3</sup>,  
JOSÉ LUIS HOYOS<sup>4</sup>, DIANA PAOLA NAVIA<sup>5</sup>

#### RESUMEN

*El objetivo del proyecto de investigación fue desarrollar un recubrimiento comestible a partir de almidón de papa (*Solanum tuberosum L.*), aloe vera (*Aloe barbadensis Miller*) y cera de carnauba (*Copernicia cerifera*) y evaluarlo en guayaba (*Psidium guajava*) para prolongar la vida útil a temperatura ambiente. La aplicación del recubrimiento se realizó por inmersión de los frutos en los respectivos tratamientos durante 30 segundos y secado durante 5 minutos a 35 °C. Las guayabas fueron almacenadas en condiciones de la ciudad de Popayán, Departamento de Cauca, Colombia (1737 msnm, 19 °C y HR de 77,75%), sobre bandejas de acero inoxidable previamente lavadas y desinfectadas. Se desarrollaron 4 tratamientos: la muestra testigo sin almidón y los recubrimientos con 2, 3 y 4% de almidón*

**Recibido para evaluación:** 22-01-2013. **Aprobado para publicación:** 25-05-2013.

- 1 Ingeniera Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca. Popayán. Cauca. Colombia
- 2 Ingeniera Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca. Popayán. Cauca. Colombia
- 3 Magíster en Ingeniería. Profesor titular. Departamento de Agroindustria. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca. Popayán. Colombia. smosquera@unicauca.edu.co
- 4 Magíster en Ingeniería de Alimentos. Profesor asociado. Departamento de Agroindustria. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca. Popayán. Colombia.
- 5 Magíster en Ingeniería de Alimentos. Profesora Facultad de Ingeniería. Universidad San Buenaventura. Cali. Colombia.

**Correspondencia:** silvioandres@gmail.com

respectivamente. Se evaluó la pérdida de peso, la tasa de respiración, la firmeza, el contenido de vitamina C y ácido predominante, encontrando que el tratamiento 4 mostró un efecto favorable frente a la pérdida de peso, la reducción de la tasa respiratoria, la firmeza y un significativo mantenimiento del contenido de vitamina C y de ácidos orgánicos del fruto a los 10 días de almacenamiento, en comparación con la muestra testigo.

## ABSTRACT

The aim of the investigation project was to develop an edible coating starch from potato (*Solanum tuberosum L*), aloe vera (*Aloe barbadensis Miller*) and carnauba wax (*Copernicia cerifera*) and evaluate it in guava (*Psidium guajava*) to prolong life at room temperature. The coating application was made by fruit immersion in each of the respective treatments for 30 seconds, and dried for 5 minutes at 35 °C. Guavas were stored in conditions of the city of Popayán, Departamento de Cauca, Colombia (1737 meters above sea level, 19 °C and 77,75% RH) on stainless steel trays previously washed and disinfected. 4 treatments were developed: the control sample without starch and the coatings with 2, 3 and 4% starch respectively. Was evaluated the weight loss, respiration rate, firmness, vitamin C content and the predominant acid, finding that treatment 4 showed a favorable effect against weight loss, reduced respiratory rate, firmness and maintaining a significant content of vitamin C and fruit organic acid after 10 days of storage as compared with the control sample.

## RESUMO

O objetivo do projeto de pesquisa foi desenvolver um revestimento comestível de amido de batata (*Solanum tuberosum L*), aloe vera (*Aloe barbadensis Miller*) e cera de carnaúba (*Copernicia cerifera*) e avaliá-lo em goiaba (*Psidium guajava*) para prolongar a vida prateleira ambiente. A aplicação do revestimento foi realizado por imersão do fruto em respectivos tratamentos durante 30 segundos e secagem durante 5 minutos a 35 °C. Goiabas foram armazenadas em condições de a cidade de Popayan, Cauca Department, Colômbia (1737 m, 19 °C e 77,75% de umidade relativa) em bandejas de aço inoxidável previamente lavados e desinfetados. 4 tratamentos foram desenvolvidos: a amostra de controlo sem amido e revestimentos com 2, 3 e 4% de amido, respectivamente. Foi avaliada a perda de peso, a taxa de respiração, a firmeza, o teor de vitamina C e o ácido predominante, considerar que o tratamento 4 mostrou um efeito favorável contra a perda de peso, redução da taxa respiratória, firmeza e manutenção significativo conteúdo de vitamina C e de ácidos orgânicos a partir da fruta, após 10 dias de armazenamento, em comparação com a amostra de controlo.

## INTRODUCCIÓN

La guayaba es una planta tropical que crece en regiones tropicales de América, Asia y Oceanía [1] cuyas partes contienen mucílago, pectina, prótidos,

## PALABRAS CLAVES:

Poscosecha, Aloe vera, Cera de carnauba, Papa, Fisiología vegetal

## KEYWORDS:

Postharvest, Aloe vera, Carnauba wax, Potato, Plant physiology

## PALAVRAS-CHAVE:

Pós-colheita, Aloe vera, Cera de carnaúba, Batata, Fisiologia vegetal

lípidos, minerales (potasio, calcio, hierro y fósforo, entre otros), vitaminas A, B, y especialmente la G [2].

El mercado mundial de exportación en fresco es menor al 0,1% en tanto que el comercio de sus derivados es mucho mayor y cobra importancia especialmente en Europa [3]. Colombia posee condiciones agroecológicas favorables para el cultivo y la producción, siendo los departamentos de Santander y Boyacá (60% del total nacional), Tolima (10%), Cundinamarca (9%), Huila, Antioquia, Cauca, Nariño y Atlántico, los de mayor producción. Desafortunadamente, este cultivo presenta un retraso tecnológico que se refleja en bajos rendimientos y altos costos de producción, deficiencias de calidad y en la inestabilidad de la oferta, pues la mayoría de plantaciones son artesanales y se enmarcan en una economía campesina, donde buena parte de la mano de obra es familiar [4] lo que incrementa los riesgos de deterioro debido a su elevado grado de perecibilidad, problemas que pueden ser resueltos mediante el uso de recubrimientos comestibles que crean una barrera semipermeable a los gases ( $O_2$  y  $CO_2$ ) y al vapor de agua, mejoran las propiedades mecánicas ayudando a mantener la integridad estructural del producto, a retener compuestos volátiles y también pueden llevar aditivos alimentarios (agentes antimicrobianos, antioxidantes, entre otros) [5] elaborados a partir de proteínas, almidones hidrolizados, lípidos, gomas, pectinas, carragenanos y alginatos, entre otros [6].

Entre las opciones se tiene el aloe vera que cuenta con aproximadamente 300 especies con principios activos que les permiten el uso como antioxidante, antiinflamatorio, estimulador de los procesos digestivos, activador del sistema inmunológico (células), como ingrediente en alimentos funcionales [7,8] y en la preparación de recubrimientos para frutas como es el caso de la aplicación en cereza que logró retardar la maduración, reducir la pérdida de peso y disminuir la tasa de respiración durante el almacenamiento poscosecha [9].

Otro componente importante es la cera de carnauba se obtiene de las hojas de la palma *Copernicia cerifera* [10] y es reconocida por sus propiedades de brillo y dureza con resistencia al desgaste. Se usa para la elaboración de ceras resistentes al agua o emulsificadas para el encerado de frutas y prolongar la vida de anaquel, tal como sucedió en guayaba que permitió controlar las variables de derribo al conservar la apariencia y lozanía al disminuir la transpiración [11].

La materia principal es el almidón que es excelente para modificar la textura y consistencia de los alimentos y su

funcionalidad depende del peso molecular promedio de la amilosa y la amilopectina [12], así como de la organización molecular de estos glucanos dentro del gránulo [13], por lo que se usa como adhesivo, ligante, entubante, formador de películas, estabilizante de espumas, agente anti-envejecimiento de pan, gelificante, glaseante, humectante, estabilizante, texturizante y espesante [14].

Las limitaciones de los almidones nativos se superan modificando la estructura por métodos químicos, físicos y enzimáticos y obtener propiedades deseables como la optimización en la retención de agua, aumentar la estabilidad, mejorar la sensación al paladar y el brillo, gelificar, dispersar o conferir opacidad; además, los almidones modificados muestran mejor claridad de pastas, mejor estabilidad, incrementada resistencia a retrogradación e incremento en la estabilidad al ciclo congelación-descongelación [15].

En la papa los carbohidratos son el principal constituyente (85% en base seca) [16] y los gránulos de almidón contiene aproximadamente 24% de amilosa [17], además contiene aproximadamente 4,04% de cenizas, 10% de proteína, 0,39% de lípidos. Estos últimos forman complejos con la amilosa, lo cual puede ser favorable en la elaboración de recubrimientos [16].

Se evaluaron recubrimientos a base de almidón de Yuca sobre la maduración de los frutos de papaya Formosa "Tainung1" a temperatura ambiente [18], la vida útil del pepino (*Cucumissativus L.*) [19], la vida poscosecha de mango 'Sorpresa' (*Mangifera acutigemma*) [20] y el color superficial y la actividad de las enzimas PPO y POD en batatas (*Ipomoea batatas*) mínimamente procesadas respectivamente [21], analizado la pérdida de peso, color, firmeza, sólidos solubles (SS), acidez titulable (AT), la relación SS/AT y pH, encontrando un retraso significativo en la maduración, en la pérdida de peso, cambios de color de la piel, la firmeza, sólidos solubles y acidez titulable.

También se ha usado la combinación de calcio con cera comestible [22] en mangos "Kent" (*Mangifera indica L.*), demostró que reduce la tasa respiratoria, la pérdida de peso y mejoran la apariencia externa sin afectar los parámetros de calidad de los frutos durante el almacenamiento. Otra sustancia que ha contribuido es la cera de carnauba en guayabas la cual redujo la pérdida de peso y la degradación de la clorofila, impidió la aparición de enfermedades ocasionadas por patógenos y el aumento de los azúcares [11]. Se investigó el comportamiento de una película

a base de mango sobre mangos mínimamente procesados [23], la cual proporcionó una buena barrera contra el oxígeno, redujo la pérdida de peso y amplió el período de maduración extendiendo la vida útil en 5 y 6 días más de lo normal.

El propósito de la investigación fue medir el efecto de un recubrimiento a base de almidón de papa (*Solanum tuberosum L*), gel de aloe vera y cera de carnauba sobre la calidad de la guayaba a temperatura ambiente.

## MÉTODO

La investigación se desarrolló en los laboratorios de Reología y Biotecnología y en la planta piloto de Frutas y Verduras de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca, Vereda las Guacas del Municipio de Popayán (Cauca) a 1760 msnm, temperatura promedio de 19 °C y humedad relativa de 77,75% [24].

### Materiales

La guayaba fue cosechada de forma manual con color verde y visos amarillos hacia la zona ecuatorial y color amarillo en la zona apical [25]. Se usó almidón de papa variedad ICA Nariño, modificado enzimáticamente con alfa amilasas (10% dextrosa equivalente DE); Aloe vera especie Miller; cera de carnauba densidad de 0,995 g/mol y punto de fusión de 84 °C; glicerina Dissan con pureza del 99,9% como agente plastificante [26] y Tween como agente surfactante.

### Métodos

Se seleccionaron y clasificaron 120 frutos de 6 cm de diámetro, forma ovalada y sin pedúnculo; se sumergieron en agua potable durante 30 minutos en solución de hipoclorito de sodio a 5 mg L<sup>-1</sup> durante 15 minutos [26] y se secaron. Se dividieron en grupos de 30 unidades por tratamiento y se dispusieron en bandejas de acero inoxidable. La sábila se desinfectó en solución de hipoclorito de sodio a 5 mg L<sup>-1</sup> por 10 minutos, se separó el cristal de la corteza y se licuó a 2000 rpm durante 1 minuto [27]. La cera de carnauba se maceró hasta obtener polvo y se sometió a baño María a 84°C.

El recubrimiento se preparó al baño María (entre 85 y 90 °C durante 5 minutos y posterior enfriamiento a temperatura ambiente [24]) mezclando 20% (p/v) de aloe vera, 0,1% de cera de carnauba, 2% (p/v) de glicerina y 0,02% de tween, con la cantidad de almidón

(según el tratamiento) [28]. Los tratamientos fueron: T1 los frutos sin recubrir (muestra testigo) y frutos con recubrimiento al 2% (T2), 3% (T3) y 4% (T4) de concentración de almidón. Se tomaron los frutos y se recubrieron por inmersión, sosteniéndolos durante 30 segundos hasta homogenización y se secaron por convección forzada a 35 °C durante 5 minutos.

Se realizó la evaluación durante 20 días bajo condiciones ambientales (19 °C y 77,75% humedad relativa), registrando datos cada 2 días, usando 12 unidades por tratamiento. Se midieron las siguientes variables por triplicado:

**Pérdida de peso.** En balanza analítica RADWAG con precisión de ± 0,05 mg para determinar la variación de peso en el tiempo (ecuación 1):

$$PP = \frac{Pi - Pf}{Pi} \times 100 \quad (\text{Ec.1})$$

Donde: Peso promedio, Peso inicial, Peso final.

**Tasa de respiración.** Se usó el montaje de respirómetro que consta de trampas de CO<sub>2</sub>, tubo Petenkoffer, motores, mangueras, cámara de respiración, pinzas Hoffman y soportes universales, con ácido oxálico 0,1 N como agente valorante del Ba(OH)<sub>2</sub>, capturando el CO<sub>2</sub> liberado por el fruto e indicando la intensidad de respiración en mg CO<sub>2</sub>/Kg.h (ecuación 2) [24].

$$I.R = \frac{(V_b - V_m) * N * 22 * 60}{W * t} \quad (\text{Ec.2})$$

Donde: V<sub>m</sub> = Volumen ácido oxálico para titular la muestra (mL); V<sub>b</sub> = Volumen ácido oxálico para titular el blanco (mL); N = Normalidad ácido oxálico (meq/L); 22 = Peso CO<sub>2</sub> (g/meq); 60 = Factor conversión para el tiempo (min/h); t = Tiempo barrido (min); W = Peso de la muestra (Kg).

**Firmeza.** Se desarrolló en la máquina universal Shimadzu EZ-L, valorando la fuerza ante la compresión ejercida con celda de 500 N y velocidad de penetración de 1 mm/seg, perforando 10 mm del fruto, 2 veces por fruto.

**Sólidos solubles totales.** Se pesaron 50 g de pulpa y 200 g de agua destilada, se licuaron para obtener 10 mL de jugo que se centrifugó a 5000 rpm por 15 minutos. Se usó un refractómetro Atago escala 0-32 grados Brix, depositando una gota de jugo para la lectura.

**Vitamina C.** Se tomaron 10 mL de agua destilada, 2 mL de muestra y 1 mL de  $H_2SO_4$  (10%). Se tituló con solución de lodo al 0,001 N como indicador, con almidón al 1% hasta un cambio de color translúcido a azul [29].

**Acidez titulable.** Por titulación de 10 mL de jugo con NaOH 0,1 N y con 0,5 mL de fenolftaleína como indicador, hasta coloración rosada constante.

### Diseño experimental

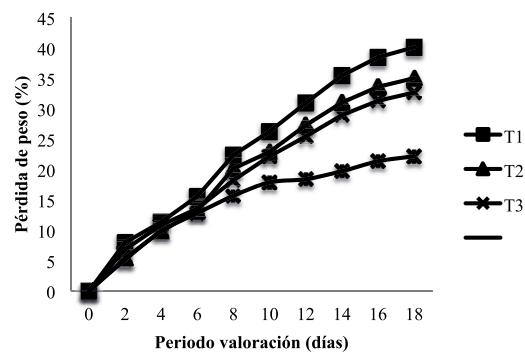
Se utilizó un diseño completamente al azar, con 4 tratamientos, variando la concentración de almidón de papa (AP). Se aplicó un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$  para rechazar o aceptar la hipótesis nula y se aplicó la prueba comparación múltiple de Tukey para la selección de medias mediante el uso del software SPSS versión 17.

## RESULTADOS

### Pérdida de peso

Hubo diferencias significativas (Cuadro 1) y la prueba de Tukey indicó pérdida similar en los tratamientos T2 y T3, a diferencia de T4 que fue más eficiente a partir del día 8 (Figura 1). Los frutos de los tratamientos T2, T3 y T4 perdieron 35,08%, 32,71% y 22,21% respec-

**Figura 1.** Pérdida de peso (%) de la guayaba



tivamente, menores que T1 con 40,13%, observando que la pérdida de peso es inversamente proporcional a la concentración del almidón [18, 20, 30].

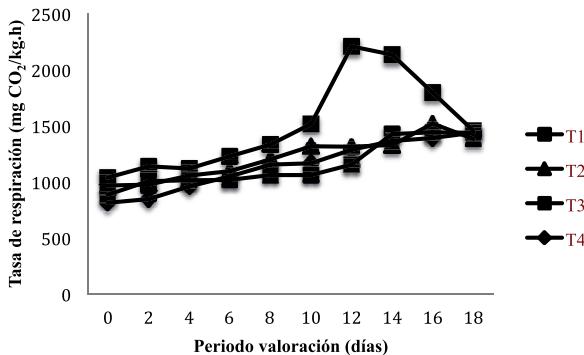
### Tasa de respiración

Los frutos de T1 alcanzaron el pico climatérico luego de 12 días (Figura 2), en tanto que los frutos de T2 aumentaron su respiración hasta el día 16 con leve disminución hacia el día 18 indicando la posible ocurrencia del pico climatérico; los frutos de T3 mostraron aumento a partir del día 14 y los de T4 a partir del día 18, sin alcanzar el pico climatérico que se presentó luego de 9 días en tomate [26] y luego de 3 días con el uso de zeína [31]. Este comportamiento se relacio-

**Cuadro 1.** Análisis de varianza para las variables evaluadas

		Suma cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig.
Pérdida de peso	Entre grupos	1127,844	3	375,948	2,979	0,034
	En el grupo	14637,883	116			
	Total	15765,727	119	126,189		
Tasa de respiración	Entre grupos	2481584,336	3	827194,779	7,991	0,000
	En el grupo	1,201E7	116			
	Total	1,449E7	119	103517,567		
Grados Brix	Entre grupos	11,811	3	3,937	7,819	0,000
	En el grupo	58,405	116			
	Total	70,216	119	0,503		
Firmeza	Entre grupos	10965,367	3	3651,189	6,088	0,001
	En el grupo	55186,834	92			
	Total	66142,201	95	599,857		
Vitamina C	Entre grupos	7117,146	3	2372,382	2,804	0,043
	En el grupo	98149,944	116			
	Total	105267,090	119	846,120		
Acidez titulable	Entre grupos	0,216	3	0,072	17,313	0,000
	En el grupo	0,483	116			
	Total	0,699	119	0,004		

**Figura 2.** Comportamiento de la tasa de respiración



na con la presencia de oxígeno como potenciador de la degradación y síntesis de metabolitos en el fruto, el cual se afecta por la barrera física que ejercen los recubrimientos [32].

### Sólidos solubles totales

Hubo diferencias significativas (Cuadro 1) entre los tratamientos ( $p<0,05$ ) y la prueba de Tukey formó dos grupos: el primero con T2, T3 y T4 cuyas medias no difirieron significativamente ( $p=0,148$ ) y el segundo con T1 que difiere de los anteriores. Se observó el incremento de 0,83, 0,56 y 0,50 grados Brix en los frutos de T1, T2 y T3 respectivamente, entre los días 0 y 6, mientras que en T4 se mantuvieron constantes, luego de lo cual se mantuvo tendencia creciente en todos los tratamientos por la degradación de los carbohidratos de cadena larga, dentro de los que se destacan los polisacáridos de la pared celular y el almidón, los cuales, se degradan en azúcares simples que pueden ser utilizados como sustrato en reacciones metabólicas de respiración [24, 37]. La disminución de los grados Brix en los frutos recubiertos puede estar relacionado con la menor tasa de respiración exhibida por estos frutos respecto a la muestra testigo, afectando la síntesis y degradación de compuestos de reserva en el ciclo de Krebs, que en el caso de los frutos son los azúcares y los ácidos orgánicos [36].

### Firmeza

El ablandamiento es atribuido a la degradación de los componentes de la pared celular, principalmente pectinas, por acción de enzimas como la pectinesterasa y la poligalacturonasa [34], esto además puede facilitar la pérdida de agua de los tejidos [34]. Hubo diferencias significativas ( $p<0,05$ ) (Cuadro 1) y la prueba de Tukey generó dos grupos: uno con los frutos recubier-

tos cuyos frutos presentaron mayor resistencia mecánica y el otro con T1. El comportamiento observado en los frutos se relaciona con la formación de una barrera superficial en el fruto generada por el recubrimiento, modificando la composición gaseosa interna, lo cual disminuye la tasa de respiración [35] y la degradación de los compuestos de la pared celular [31], manteniendo su condición inicial medida en la oposición que ejerce el tejido a ser penetrado. El día 18, los frutos de T1 y T2 presentaron reducción de 90% y 70% respectivamente y los de T3 y T4 de 50% y 70%, lo que indica que la concentración de almidón del recubrimiento fue inversamente proporcional a la pérdida de firmeza, comportamiento similar al encontrado con almidón de yuca al 4% en tomate [24] que presentó la menor pérdida luego de 22 días.

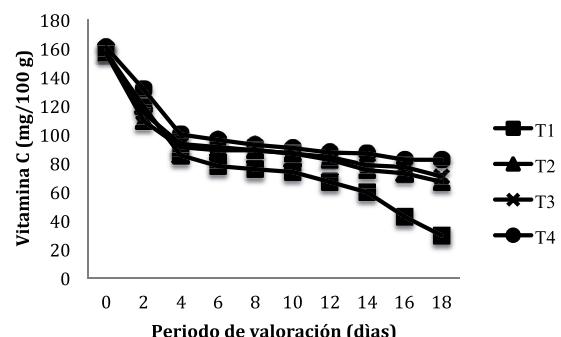
### Vitamina C

Hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 1) y la prueba de Tukey generó dos grupos: uno con T1 y otro con T2, T3 y T4 que presentaron mayor pérdida de vitamina C frente a los frutos de T4. Se observó disminución al día 18 en todos los tratamientos, sin embargo, los frutos de T4 presentaron un valor promedio de 82,13 mg/100 g, seguido de los del T3 con 70,4 mg/100 g, los de T2 con 66,73 mg/100 g y los de T1 con 29,33 mg/100 g (Figura 3), comportamiento relacionado posiblemente con la menor tasa de respiración exhibida por tratamientos con recubrimiento respecto a la muestra testigo, modificando la síntesis y degradación de los metabolitos como vitaminas en el fruto [36].

### Acidez Total Titulable

Hubo diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre los tratamientos (Cuadro 1) y la prueba de Tukey generó dos

**Figura 3.** Pérdida de vitamina C en los frutos



grupos: el primero con t1 que obtuvo la mayor disminución con 0,59% al final de la prueba y el segundo con los restantes tratamientos con disminución de 0,67%, 0,69% y 0,73% respectivamente, debido a la menor tasa de respiración, y por tanto, menor consumo de sustratos de reserva de las guayabas recubiertas [37].

## CONCLUSIONES

Los tratamientos presentaron diferencias significativas frente a la muestra testigo en donde fue evidente la aceleración en la maduración y la pérdida en la calidad, observando que el recubrimiento con 4% de almidón fue el más eficiente al incrementar en 10 días la vida útil respecto al tratamiento sin recubrimiento. Los cambios presentados en la textura y la pérdida de peso muestran el efecto favorable del recubrimiento al presentarse menor pérdida en los frutos debido a las propiedades de barrera y el retraso en la tasa de respiración, evidenciando un menor grado de deterioro de las muestras.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad del Cauca por el apoyo en el suministro de recurso humano y de infraestructura para adelantar la investigación.

## REFERENCIAS

- [1] ALBAN, R., FLORES, A. y TOBALINA, C. Proyecto de inversión para la implementación de una planta procesadora de pulpa de fruta congelada ubicada en la CDLA. Urbano, en el mercado de Guayaquil [Tesis Maestría]. Guayaquil (Ecuador): Escuela Politécnica del Litoral, Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas, 2006.
- [2] BONILLA, L. y PEÑA, P. Boletín técnico No 8: Cultivo de la Guayaba. Santo Domingo (República Dominicana): Fundación de Desarrollo Agropecuario (FDA) Inc., 1992.
- [3] COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL (MADR). Manual del exportador de frutas, hortalizas y tubérculos en Colombia: Guayaba [online]. Available:<http://interletras.com/manualCCI/Frutas/Guayaba/guayaba01.htm> [citado 10 septiembre 2010].
- [4] ROJAS, D., NARVAEZ, E. y RESTREPO, L. Determinación de vitamina C, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de frutas de guayaba (*Psidium guajava* L) cultivadas en Colombia [Tesis pregrado]. Bogotá (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, 2008.
- [5] PÉREZ, B., BRINGAS, E., CRUZ, L. y BAEZ, R. Evaluación de cera comestible en mango "Tommy Atkins" destinado a la comercialización para el turismo parte I: Efecto en las características fisiocoquímicas. Revista Iberoamericana de Tecnología poscosecha, 7, 2005, p. 24-32.
- [6] HOYOS, R. M., URREGO L. Empaques y/o películas comestibles y biodegradables. Medellín (Colombia): Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia. 1997, p. 8-107.
- [7] GARCÍA, L.A., VIZOSO, P.A., RAMOS, R.A., PILOTO, F., PAVÓN, G.V. y RODRÍGUEZ, E. Estudio toxicogenético de un polisacárido del gel de *Aloe Vera* L. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 2, 2001, p. 52-55.
- [8] VEGA, A., AMPUERO, C. y NEVENKA, D. N.L. El *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) como componente de alimentos funcionales. Revista Chilena de Nutrición, 32, 2005, p. 208-214.
- [9] MARTÍNEZ, L., ROMERO, N., ALBURQUERQUE, J.M., VALVERDE, F., GUILLÉN, S., CASTILLO, D., VALERO, M. and SERRANO, M. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: A new edible coating. Postharvest Biology and Technology, 39, 2006, p. 93-100.
- [10] RIMAR, CHUFFO, SIMONK. Cera de carnauba [online]. Available: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=43955172>. [citado 3 noviembre 2010].
- [11] GONÇALVES, V., SIMÃO, J., FREITAS, F., XIMENES, P. e PEREIRA, C. Armazenamento de goiabas sobre frigeracao e em condicao ambiente com tratamento com cera de carnauba. Revista Brasilera Fruticultura, 27 (2), 2004, p. 203-206.
- [12] MONTES, E., SALCEDO, J., ZAPATA, J., CARMONA, J. y PATERNINA, S. Evaluación de las propiedades modificadas por vía enzimática del almidón de ñame (*d. trifida*) utilizando  $\alpha$ -amilasa (terminal® 120 l, tipo I). Revista Vitae, 15 (1), 2008, p 51-60.
- [13] ACOSTA, H., VILLADA, H. y RAMIREZ, J. Envejecimiento de almidones termoplásticos agrios de yuca y nativos de papa por Microscopía de

- Fuerza Atómica. Información Tecnológica, 17 (3), 2006, p. 71-78.
- [14] GARNICA, A., ROMERO, Á., CERÓN, M. y CONTRERAS, L. Características funcionales de almidones nativos extraídos de clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L. subespecie *andigena*) para la industria de alimentos. Revista Alimentos hoy, 21, 2010, p. 3-15.
- [15] BELLO, L., CONTRERAS, S., ROMERO, R., SOLORZA, J. y JIMÉNEZ, A. Propiedades químicas y funcionales del almidón modificado de plátano *Musa paradisiaca* L. Agrociencia, 36 (002), 2002, p. 169-180.
- [16] GUÍZAR, A., MONTAÑEZ, J. y GARCÍA, L. Parcial caracterización de nuevos almidones obtenidos del tubérculo de camote del cerro (*Dioscorea spp.*). Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 9 (1), 2008, p. 81-88.
- [17] CEBALLOS, H. y DE LA CRUZ, G. Taxonomía y morfología de la yuca. Proyecto de mejoramiento de yuca. Palmira (Valle): Universidad Nacional de Colombia, 2001, p. 16-32.
- [18] CANTO, M.E., SANTANA, A., SIMOES, A., BARBOSA, D., BARBOSA, S. e DOS SANTOS, E. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível á base de fécula de mandioca. Ciência e Agrotecnologia, 30 (6), 2006, p. 1116-1119.
- [19] DOS REIS, K., DE SIQUEIRA, H., DE OLIVEIRA, L., SILVA, J. e PEREIRA, J. Pepino Japonés (*Cucumis sativus* L.) submetido ao tratamento com fécula de mandioca. Ciência e Agrotecnologia, 30, 2006, p. 487493.
- [20] SCANAVACA, L., FONSECA, N. e CANTO, M. Uso de fécula de mandioca na pós- colheita de manga "Surpresa". Revista Brasilera de Fruticultura, 29 (1), 2009, p. 67-71.
- [21] OJEDA, G.A. y SGROOPPO, S.C. Aplicación de un film comestible en batatas trozadas [Tesis de pregrado]. Corrientes (Argentina): Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencia Exactas Naturales y de Agrimensura, Laboratorio de Tecnología Química, 2009.
- [22] JIMÉNEZ, D.P., BRINGAS-TADDEI, E., MERCA-DO-RUIZ, J., GARCÍA-ROBLES, J., GONZÁLEZ-AGUILAR, G., TRONCOSO-ROJAS, R. y BÁEZ-SAÑUDO, R. Efecto del calcio y cera comestible en la calidad de mangos 'kent' durante el almacenamiento. Revista Facultad Agronomía, 21 (1), 2004, p. 351-358.
- [23] SOTHORNVIT, R. and RODSAMRAN, P. Effect of a mango film on quality of whole and minimally processed mangoes. Postharvest Biology and Technology, 47, 2007, p. 407-415.
- [24] BARCO, P.L., BURBANO, A.C., MOSQUERA, S.A., VILLADA, H.S. y NAVIA, D.P. Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate. Revista Lasallista de Investigación, 8 (2), 2011, p. 96-103.
- [25] GELVEZ, C.J. Manejo poscosecha y comercialización de guayaba: *Psidium guajava* L. 1 ed. Armenia (Colombia): Convenio SENA-Reino Unido, 1998, 380 p.
- [26] AMAYA, P., PEÑA, L., MOSQUERA, S.A., VILLA-DA, H.S. y VILLADA, D.C. Efecto del uso de recubrimientos sobre la calidad del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Revista Dyna, 77 (162), 2010, p. 67-73.
- [27] CONAZA. Sábila: expediente técnico para el establecimiento de plantaciones de sábila [online]. Available: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lbi/martinez\\_r\\_l/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lbi/martinez_r_l/capitulo3.pdf). [citado 24 marzo 2011].
- [28] RESTREPO, J. y ARISTIZABAL I. Conservación de fresa (*Fragaria x ananassa* Duchcv. *Camarosa*) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel de mucilago de penca de sábila (*Aloe barbadensis* Miller) y cera de carnauba. Revista Vitae, 17 (3), 2009, p. 252-263.
- [29] HOYOS, O. y VÉLEZ, P. 2007. Análisis de alimentos: manual de prácticas de laboratorio. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca, Departamento de Química, 2007.
- [30] AGUILAR, M., MARTÍN, E., TOMÁS, S., CRUZ, A. and JAIME, M. Gelatinestarch films: Physicochemical properties and their application in extending the postharvest shelf life of avocado (*Persea americana*), Journal of the Science of Food and Agriculture, 88 (2), 2008, p.185193.
- [31] ZAPATA, P., VALERO, D., GUILLÉN, F., MARTÍNEZ, D. y SERRANO, M. Mantenimiento de la calidad de tomates mediante recubrimiento de zeína. Tecnología Poscosecha y Agroexportaciones, 9 (9), 2007, p. 1384-1393
- [32] MARQUEZ, C., CARTAGENA, R. y PÉREZ, B. Efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad en poscosecha del níspero japonés (*Eriobotrya japonica* T.). Revista Vitae, 16 (3), 2011, p. 304-310.
- [33] AGUILAR, M. Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de productos de aguacate [Tesis Maestría en Ciencia de los Alimentos]. México D.F. (México): Instituto Politécnico Nacional, Cen-

- tro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, 2005.
- [34] DEL VALLE, V., HERNÁNDEZ, P., GUARDA, A. and GALOTTO, M.J. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus Indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf – life. Food Chemistry, 91, 2005, p. 751-756.
- [35] PÉREZ, B. y BÁEZ, R. Utilización de ceras comestibles en la conservación de frutas. Revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos, 345 (6), 2011, p. 59-65.
- [36] FIGUEROA, J., SALCEDO, J., OLIVERO, R. y NARVÁEZ, G. Revisión: Recubrimientos comestibles en la conservación del mango y aguacate, y perspectiva, al uso del propóleo en su formulación. Revista Colombiana de Ciencias Animales, 3 (2), 2011, p. 386-400.
- [37] RESTREPO, J.I. Conservación de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch cv. *Camarosa*) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel de mucilago de penca de sábila (*Aloe barbadensis* Miller) [Tesis Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos]. Medellín (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos, 2009, 83 p.