

Efecto de características físico-químicas y sensoriales de banano precortado (*Musa acuminata*) aplicando de recubrimientos comestibles a base de sábila (*Aloe vera L.*)

Vanessa Guadalupe Jimenez Huamán

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de características físico-químicas y sensoriales de banano precortado (*Musa acuminata*) aplicando de recubrimientos comestibles a base de sábila (*Aloe vera L.*)

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

Vanessa Guadalupe Jimenez Huamán

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2015

Efecto de características físico-químicas y sensoriales de banano precortado (*Musa acuminata*.) aplicando de recubrimientos comestibles a base de sábila (*Aloe vera L.*)

Presentado por:

Vanessa Guadalupe Jimenez Huamán

Aprobado:

Jorge Cardona, Ph.D.
Asesor Principal

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

Luis Fernando Osorio, Ph. D.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Efecto de características físico-químicas y sensoriales de banano precortado (*Musa acuminata* L.) aplicando de recubrimientos comestibles a base de sábila (*Aloe vera* L.)

Vanessa Guadalupe Jimenez Huamán

Resumen: Los recubrimientos comestibles a base de polisacáridos actúan como barreras para oxígeno y tienen cierta permeabilidad a humedad. El objetivo de este estudio fue evaluar la adición de sábila a un recubrimiento comestible a base de alginato de sodio (1%) y cloruro de calcio (2%) para banano precortado. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con una separación de medias Duncan ($P < 0.05$). Se desarrollaron tres recubrimientos (0, 10 y 20% de sábila) comparados con un control (sin recubrimiento). Se evaluó peso, humedad, sólidos solubles, pH y color a través el tiempo (0, 3 y 6 horas) en condiciones ambientales (28°C y 50% HR). Además, se evaluaron características sensoriales y costos variables del mejor tratamiento. Los recubrimientos no evitaron pardeamiento enzimático y las características químicas (sólidos solubles y pH) fueron similares al control. La inclusión de sábila en los recubrimientos redujo luminosidad y no logró una estructura estable, por lo que se obtuvo como mejor recubrimiento (0% sábila). Este tratamiento presentó menor pérdida de peso y fue capaz de formar mejor estructura a pesar de no evitar pérdida de color y luminosidad. Los panelistas hallaron diferencias entre el banano recubierto (0% sábila) y el control, debido mayormente al cambio de sabor por la aplicación de cloruro de calcio. El incremento del costo variable por cada 100 rodajas de banano recubierto fue de 49% en base a los costos originales del banano precortado. Se recomienda estudiar otros hidrocoloides y la adición de antioxidantes en futuras investigaciones de recubrimientos comestibles.

Palabras claves: Cloruro de calcio, pardeamiento, polifenoles, polisacáridos.

Abstract: Edible coatings made with polysaccharides act as oxygen barriers and have certain moisture permeability. The objective of this study was to evaluate the addition of aloe in the formulation of edible coating for fresh-cut bananas based on sodium alginate (1%) and calcium chloride (2%). It was used a completely randomized design (DCA) using Duncan means separation ($P < 0.05$). Three coatings (0, 10, and 20% aloe) were developed and then were compared with a control (uncoated). Weight loss, moisture loss, soluble solids, pH and color were evaluated through time (0, 3 and 6 hours) at ambient conditions (28 °C and 50% RH). In addition, sensory and variable costs analyses were assessed for the best treatment. The coatings did not prevent enzymatic browning, and chemical characteristics (soluble solids and pH) remained similar to the control. The inclusion of aloe in coatings reduced luminosity and did not form a stable structure, so that 0% of aloe was chosen as the best coating. This treatment had less percentage of weight loss and was able to form a better stable structure; even though it could not prevent hue loss and brightness. Panelists could detect differences between coated bananas (0% aloe) and the control, which was attributed to the change in taste by the calcium chloride application. The variable cost of 100 coated bananas increased 49% in comparison with the fresh-cut bananas cost. For future research it is recommended to study edible coating based on different type of hydrocolloids and add antioxidants compounds.

Keywords: Browning, calcium chloride, polyphenols, polysaccharides.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Páginas De Firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES.....	18
5. RECOMENDACIONES	19
6. LITERATURA CITADA.....	20
7. ANEXOS	23

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
---------	--------

1. Formulaciones de recubrimientos y condiciones de almacenamiento usados en los tratamientos	3
2. Luminosidad L* de los bananos precortados almacenados en condiciones de ambiente 28 °C y 60% HR.	10
3. Variación del matiz (H) de los bananos precortados almacenados a 28 °C y 60% HR.	11
4. Variación del croma (C) de los bananos precortados almacenados a 28 °C y 60% HR.	12
5. Sólidos solubles presentes en los bananos precortados a 28 °C y 60% HR.	14
6. Datos de pH de los bananos precortados almacenados a 28 °C y 60% HR.	15
7. Variación en la firmeza (N) de los bananos precortados almacenados a 28 °C y 60% HR.	16
8. Costos variables para 100 unidades de rodajas de banano recubiertos	17

Figuras	Página
---------	--------

1. Comportamiento en porcentaje de pérdida de peso del banano precortado a 28°C y 60% HR.	8
2. Comportamiento de porcentaje de pérdida de humedad de banano precortado a través del tiempo.....	9
3. Cambios de pardeamiento en rodajas de banano a 28 °C y 60% HR.....	13
4. Atributos sensoriales diferenciables entre las muestras de control y recubiertas, según el porcentaje de panelistas con selección correcta.	17

1. Peso en gramos de los precortados almacenados a 28 °C y 60% HR.	23
2. Variación de valor de a* de bananos precortados almacenados a 28 °C y 60% HR (P = 0.0093).	23
3. Variación de valor de b* de bananos precortados almacenados a 28 °C y 60% HR (P = 0.0008).	24
4. Análisis sensorial discriminatorio, a través de Chi- cuadrado.	24

1. INTRODUCCIÓN

El procesamiento mínimo en el manejo poscosecha confiere valor añadido a las frutas y vegetales; ofreciendo al consumidor conveniencia y reducción en tiempo de preparación, conservando el atributo frescura (Montero, 2009). Entre una de las opciones más comunes de este proceso es el precortado, que incluye en sus pasos el lavado, picado y envasado. El gran problema de la aplicación de precortado, especialmente en los productos perecederos como el banano, es el mantener el atractivo de color, por los altos niveles de polifenol oxidasa liberada cuando se destruye las estructuras de frutas y vegetales (Buitrago y Escobar, 2009). Al permanecer el fruto descubierto en contacto directo con el aire, llega a oxidarse fácilmente, causando el oscurecimiento o formación de pequeños pigmentos marrones en su superficie (García *et al.*, 2006). Una posible solución es la aplicación de recubrimientos comestibles de bajo costo mediante una método sencillo, a base de sábila (*Aloe vera L.*) y alginato de sodio; ya que desde hace muchos años, se han reportado datos sobre el uso de esta tecnología, para resaltar los atributos sensoriales del producto y brindar un mejor atractivo al cliente (Baldwin *et al.*, 2011).

Los recubrimientos comestibles funcionan como capa protectora en la superficie del producto. Estas actúan como barrera contra las condiciones ambientales adversas, de manera que evitan el intercambio de gases, ganancia o pérdida de humedad, cambios químicos adversos, que afectan las propiedades organolépticas, valor nutricional, y la estabilidad microbiológica (Debeaufort, 1998). En el caso de los recubrimientos a base de formulaciones de compuestos como polisacáridos, hidrocoloides usados como barreras contra el oxígeno y dióxido de carbono, aportan propiedades mecánicas que mejoran la integridad estructural en productos frágiles (Hernández, 2009).

Es aplicable el uso de recubrimientos a base del gel de Aloe vera, rico en mucílagos, fuente de polisacáridos que comprenden ácidos galacturónicos, glucorónicos y unidos a azúcares como glucosa, galactosa y arabinosa; y compuestos fenólicos de gran poder antioxidante (Vega *et al.*, 2005). Es así, que se han encontrado estudios en que el gel de Aloe vera puede generar entre cuatro y dos reducciones logarítmicas en el crecimiento de mohos como *Botrytis cinérea* (principal hongo infectante de la fresa) en concentraciones del gel a 250 mL/L (Saks y Barkai - Golan, 1995). De igual manera, el Alginato, polisacárido lineal de unidades 1,4 β -D-manuronato (M) y 1,4 α -L-guluronato (L), puede formar hidrogeles a partir del entrecruzamiento de las cadenas en presencia de iones polivalentes como el calcio

formando una red de polímero (Lencina *et al.*, 2012). En muchas investigaciones se han formulado estos tipos de geles junto a otros compuestos, buscando las proporciones más efectivas para la formación de recubrimientos comestibles y así, extender la vida anaquel de los productos. Según Restrepo y Aritzabal (2010), el uso de cera de carnaúba y mucílago de Aloe vera como recubrimiento comestible en fresa, bajo temperatura de $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $75\% \pm 0.5\%$ de humedad relativa durante 10 días, mostró un efecto favorable frente a las pérdidas de humedad de siete y diez días, y un significativo mantenimiento de la firmeza del fruto hasta los 10 días.

Según Ayola y Hernandez (2011), en sus evaluaciones del efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de Alginato, CaCl_2 , glicerol y ácido ascórbico; sobre la calidad en fresas almacenadas a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 85% HR, se logró disminuir la pérdidas de humedad, índice de respiración, manteniendo la firmeza y retrasando los cambios de color durante 25 días. También se ha probado el tratamiento con Aloe vera en cereza (16 días a $1\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$) y uva (21 días a $1\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$); donde se llegó a reducir la tasa de respiración, pérdida de peso y firmeza, así como la evolución del color y el incremento en el índice de maduración (Martinez *et al.*, 2006).

La importancia de este estudio radicó en brindar una alternativa a las plantas pos-cosecha en la conservación de productos precortados, sensibles al tacto, mediante la aplicación de una nueva formulación de recubrimiento comestible, utilizando recursos accesibles y fáciles de manejar, de modo que se reduzca los costos al mínimo proceso.

Una de las dificultades del estudio fue el método utilizado para recubrir el banano precortado, ya que toda su superficie estuvo expuesta y debió ser recubierto totalmente. Además se encontró limitado por el tiempo planificado para el estudio. Para la evaluación de la eficiencia del recubrimiento se plantearon los siguientes objetivos:

- Desarrollar recubrimientos comestibles a base de alginato de sodio y cloruro de calcio para banano precortado incluyendo sábila en la formulación.
- Determinar el efecto en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del banano, por la aplicación de los recubrimientos comestibles.
- Elaborar un análisis de costos variables del mejor tratamiento evaluado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. Este estudio fue realizado en la Planta Hortofrutícola de Zamorano (PHF), donde se evaluaron los tratamientos y los análisis químicos. Los preliminares y análisis físicos fueron hechos en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ); y los análisis microbiológicos en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos Zamorano (LMAZ). Todos los centros están ubicados en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Francisco Morazán, Honduras.

Diseño experimental. El diseño experimental utilizado es Diseño Completamente al Azar (DCA), en tres medidas repetidas en tiempo. Siendo las combinaciones de los tratamientos los porcentajes de gel de sábila y glicerol; mientras que el porcentaje de Gel de Alginato de Sodio y cloruro de calcio fue la misma, siendo evaluadas en condiciones de ambiente (28 °C) (Cuadro 1). Se evaluó cada tratamiento a las cero, tres y seis horas de almacenamiento obteniendo doce unidades experimentales.

Cuadro 1. Formulaciones de recubrimientos y condiciones de almacenamiento usados en los tratamientos

Soluciones	Almacenamiento		
	AV ¹ (0%)	AV (10%), Glicerol (1%)	AV (20%), Glicerol (1%)
GAS (1%) + ClCa ₂ (2%)	RC1	RC2	RC 3
Control			

- AV¹= Gel de sábila
- GAS= Gel de Alginato de Sodio
- ClCa₂= Cloruro de Calcio

Preparación y aplicación de recubrimientos. Se lavaron y desinfectaron las pencas de sábila a 50 ppm de hipoclorito de sodio, se extrajo el gel de manera manual por fileteado; se trituró en el “Kitchen Aid” Modelo KFP6000B por tres minutos (28 °C) y luego se retiraron las partículas grandes de gel de sábila. Se calentó el glicerol (medio plastificante) a 60 °C con agua destilada (10% p/v) y se mezcló con el gel de sábila por cinco minutos.

El alginato de sodio de Brass Mill Operations Center (EE.UU), fue disuelto con agitación constante en agua destilada a 45 °C. Se mezcló las soluciones de sábila y alginato de sodio por cinco minutos a 45 °C, y se dejó reposando hasta llegar a 35 °C. Después se preparó la solución de cloruro de calcio en agua destilada a 30 °C.

Los bananos previamente cortado en rodajas de 7.5 mm de grosor, fueron recubiertos por el método de inmersión, siendo sujetados por mondadientes durante la aplicación. Las rodajas de banano fueron sumergidas en la solución del recubrimiento durante diez segundos, luego fueron fijadas en una lámina de FOAM durante el escurrimiento por tres minutos. Más tarde, las rodajas fueron sumergidas en la solución de cloruro de calcio para mejorar la plasticidad del recubrimiento, y después fueron secadas mediante aire forzado durante cinco minutos a 30 °C.

Determinación de pérdida de peso. Se pesó todas las rodajas de banano de cada tratamiento inicialmente y durante las horas estipuladas de evaluación, y luego se hizo una gráfica de porcentaje de pérdida de peso a lo largo del experimento, para facilitar la comparación entre tratamientos (ecuación 1).

$$\% \text{ Pérdida de peso} = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 10 \quad [1]$$

Donde, P_i es el peso inicial y P_f es peso final durante el almacenamiento.

Determinación de porcentaje de humedad. Previamente se secaron los crisoles en el horno de aire forzado – “Fisher Scientific” a 105 °C, un día anterior. Se pesaron dos crisoles secos (C) después de enfriarlos en el desecador, se agregó una rodaja de banano en cada crisol y se anotó el peso exacto (C+MH). Seguidamente se colocaron los crisoles al horno a 105 °C durante 18 - 24 horas. Luego se sacaron los crisoles del horno, se enfrió durante 15 minutos y se pesó cada crisol con la muestra seca (C+MS). Y por último se calculó el porcentaje de pérdida de humedad a través del tiempo en base a la humedad inicial, según la ecuación 2.

$$\% \text{ Pérdida de humedad} = \frac{(H_i - H_f)}{H_i} \times 100 \quad [2]$$

Donde, H_i es la humedad inicial y H_f es la humedad final durante el almacenamiento.

Determinación de cambio de color. Se tomaron tres rodajas de cada tratamiento, y se evaluó color a través de una aplicación de ColorMeter Free – Android. Esta es una herramienta de selección de cámara que permite elegir los colores vivos a su alrededor, utilizando la escala RGB en la pantalla, y el hexadecimal (HTML), código de colores que se utiliza en gráficos, diseño web, Photoshop y otros editores (Vistech, 2014).

Se tomaron cuatro puntos de enfoque en la superficie del producto bajo las mismas condiciones de iluminación, y luego estas lecturas fueron convertidas a la escala $L^*a^*b^*$, donde las coordenadas tridimensionales estuvieron sujetas por el eje L (luminosidad) con valores desde 0 (negro) a 100 (blanco); el eje a^* , abarca los colores rojo (1 a +127) y verde (-128 a 1); y el eje b^* , los colores azul (-128 a 1) y amarillo (1 a +127). El 0 indica un valor neutro para los dos últimos ejes (Frich, 2015).

Para calcular el croma o saturación del color (C') se usó la siguiente fórmula, donde a^* y b^* representan los valores de color en CIELAB:

$$C' = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad [3]$$

El valor de Hume o matriz (H') representó el ángulo entre el eje b^* y el eje a^* ; y fue calculado con la siguiente fórmula:

$$H = \tan^{-1} \frac{a^*}{b^*} \quad [4]$$

Determinación del pH. Se calibró el potenciómetro y se trituro cuatro rodajas de banano. Luego se sumergieron los electrodos del medidor de pH en el puré de banano y se tomó lectura según AOAC 981.12/90.

Determinación de solidos soluble (°Brix). Se preparó puré de cuatro rodajas de banano de cada tratamiento para medir la concentración de azúcar en el refractómetro, bajo el método AOAC 983.17.

Determinación de firmeza. Se evaluaron las rodajas de banano mediante la prueba de punción en el Texturómetro de Brookfield CT3 utilizando el acople de varilla cilíndrica de acero inoxidable con 1mm de diámetro (TA 45), a una velocidad de deformación de 4 mm/s y distancia de deformación de 10 mm /s (Harker *et al.*, 1997). En el plátano, las pruebas de punción han sido los ensayos reológicos más utilizados para describir las diferencias texturales (Granados *et al.*, 2014).

Análisis Sensorial Discriminatorio. Se realizó una prueba triángulo de selección aleatoria a 40 – 60 panelistas, sobre el mejor tratamiento con recubrimiento, y otro sin el mismo, para

determinar si el panel percibió diferencias significativas entre las propiedades organolépticas del producto.

Análisis Estadístico. Se utilizó el programa “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.3®), en el cual se realizó un análisis de Variación (ANDEVA) y una separación de medias Duncan ($P < 0.05$).

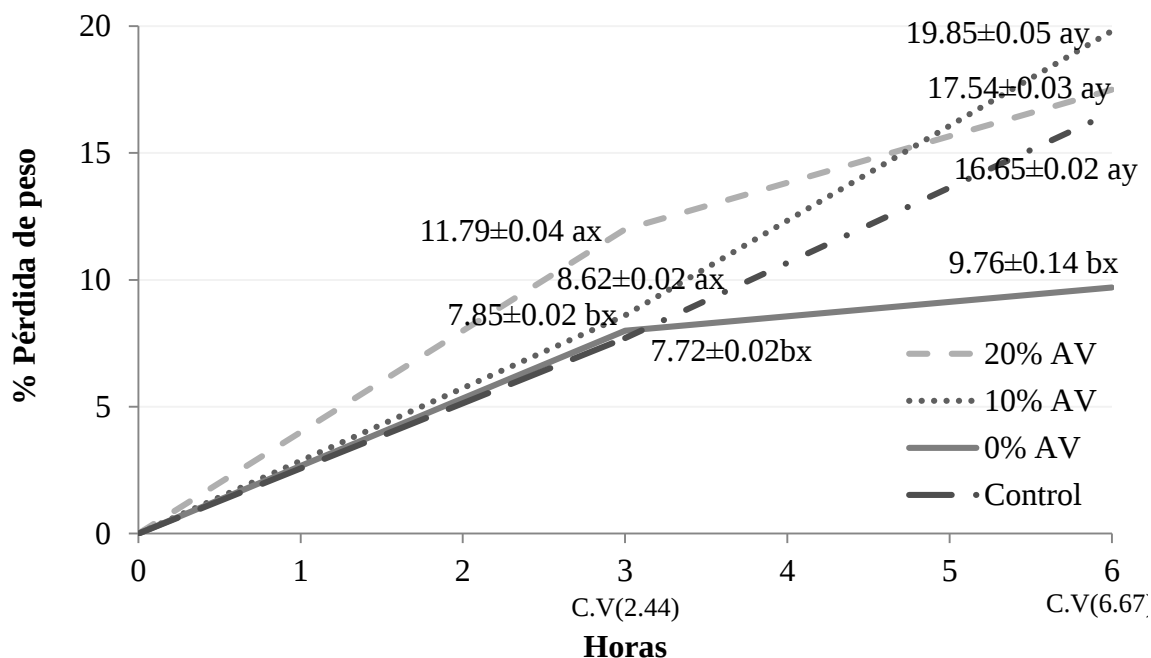
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de pérdida de peso: Se observó que hubo pérdida de peso en los tratamientos a través de las seis horas ($P < 0.0001$). En un estudio explica que los iones de calcio pueden formar una estructura con el gel de sábila, ya que reticulan los grupos carboxilo libres en las cadenas de poligalacturonato adyacentes, presentes en la lámina media de la pared celular vegetal de la sábila (Shahkoomahally y Ramezani, 2014).

En la hora tres, el tratamiento al 20% AV presentó mayor pérdida (12%) a diferencia de los demás tratamientos (figura 1). Posiblemente, debido a que el gel de sábila aún conservaba una solución parcialmente fluida por la presencia de pequeños retazos de gel, a pesar de que se separaron las partículas grandes en la preparación de la solución (colado); no hubo muchos radicales libres para que el calcio pueda formar una membrana más estable. Asimismo, se encontró diferencia del tratamiento al 10% AV con el tratamiento al 20% (figura 1), ya que es probable que la concentración de 10% no fue tan significativa en proporción al total, como el 20% utilizado en el otro tratamiento.

Se observó que el tratamiento que no contenía sábila (0% AV) perdió menos peso, a diferencia de los demás (Figura 1). El entrecruzamiento formado por la unión de alginato de sodio junto al cloruro de calcio formó una capa resistente a la manipulación de las evaluaciones (Lencina *et al.*, 2012). Los recubrimientos comestibles a base de alginato tienen capacidad para formar polímeros insolubles o geles fuertes de buenas propiedades coloidales, cuando se unen con cationes metálicos tales como calcio (Rojas-Grau *et al.*, 2008).

No se hallaron diferencias ($P < 0.05$) entre el control, y los tratamientos con 10 y 20% AV (Figura 1). El control perdió peso debido a la ausencia de una capa protectora. En los tratamientos con sábila no pudo formarse una capa resistente ya que la presencia de otros polímeros no permitía al alginato interactuar con el cloruro de calcio, por lo que otorgó fragilidad al recubrimiento ante el manejo mecánico. En un estudio sobre piña fresca precortada recubierta de gel de alginato o gellano, resultó que la pérdida de peso fue menor en ambas formulaciones de recubrimiento en comparación con su control (Azarakhsh, 2012).



AV: Gel de sábila (*Aloe vera* L.)

x-y Medias con letras iguales en el eje “y” son estadísticamente iguales por horas ($P > 0.05$)

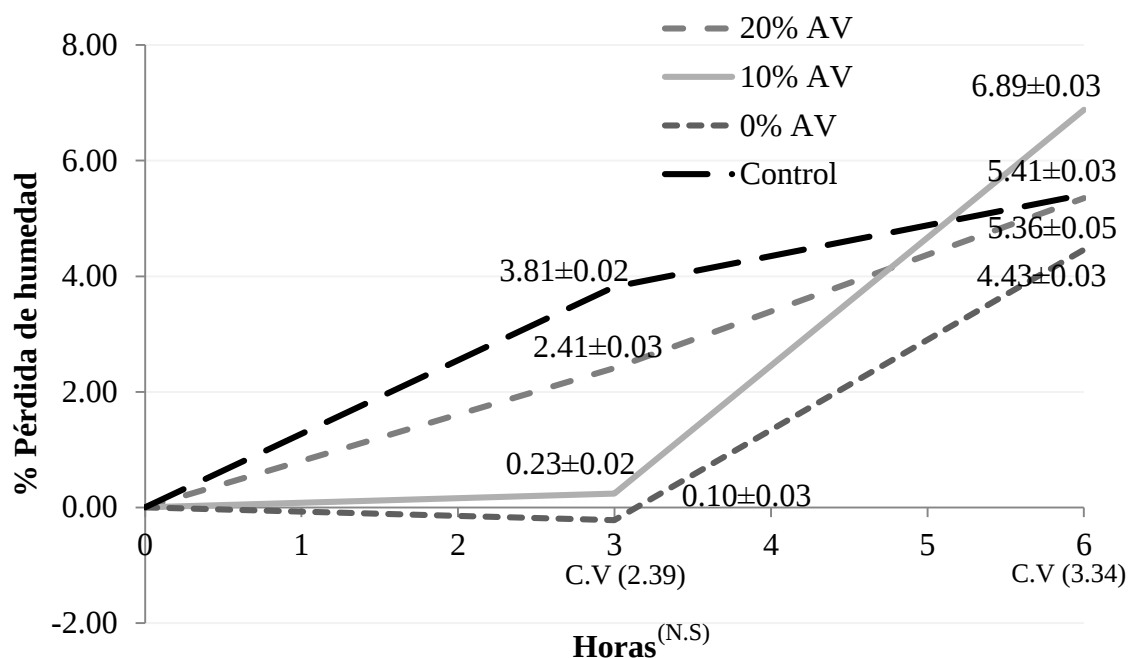
a-b Medias con letras iguales en el eje “x” son estadísticamente iguales por tratamiento ($P > 0.05$).

C.V: Coeficiente de Variación

Figura 1. Comportamiento en porcentaje de pérdida de peso del banano precortado a 28°C y 60% HR.

Análisis de pérdida de humedad: Según el análisis estadístico, no hubo diferencia de pérdida de humedad en los tratamientos durante las seis horas de evaluación ($P = 0.1775$), expuestos a condiciones del ambiente (28 °C y 60% HR). Posiblemente debido a un mal reporte de humedad del control en la última hora evaluada, pues los porcentajes de pérdida eran tan pequeños, que el programa estadístico no halló diferencia significativa entre ellos.

La pérdida de humedad del producto está asociada con la permeabilidad de vapor de agua del recubrimiento, ya que para evitar la transferencia del vapor de agua es necesario mantener el equilibrio entre la capacidad de retención de agua en el film y el contenido de humedad del producto, manteniendo una temperatura constante (Sousa *et al.*, 2010). No se halló diferencia ($P > 0.05$) entre tratamientos en un mismo tiempo (Figura 2), debido a que los tratamientos con recubrimiento no llegaron a reducir la pérdida de humedad en comparación al control. De modo que concuerda con Hernández (2009), pues en sus resultados se menciona que los recubrimientos a base de polisacáridos presentan una alta permeabilidad al vapor de agua.



AV: Gel de Sábila (*Aloe vera L.*)

N.S: No hay diferencia significativa entre tratamientos ni a través del tiempo ($P < 0.05$)

C.V: Coeficiente de Variación

Figura 2. Comportamiento de porcentaje de pérdida de humedad de banana precortado a través del tiempo.

Análisis de color: Los tratamientos tuvieron diferencia ($P=0.0005$) en Luminosidad (L^*), pues tendía a oscurecerse durante el tiempo evaluado (cuadro 2). El control y el tratamiento 0% AV presentaron mayor luminosidad que los tratamientos con sábila (cuadro 2); ya que estos últimos tratamientos (10 y 20% AV) presentaron una mayor opacidad en su superficie, debido a que mayor presencia de fases dispersas con índice de refracción distinto, provocan menor transparencia del recubrimiento (Pérez *et al.*, 2012). A diferencia de los resultados en un estudio sobre la aplicación recubrimiento de sábila (20% v/v) en kiwi precortado, mencionaron que los tratamientos presentaron un leve aumento de luminosidad a diferencia del control (Benitez *et al.*, 2013), pues el kiwi no llegó a oxidarse fácilmente por un periodo corto de tiempo. Asimismo, el tratamiento al 20% de AV mantuvo la luminosidad durante el tiempo evaluado a diferencia de los demás (cuadro 2). Luego de las seis horas de almacenamiento, el control y los tratamientos 0 y 20% AV, presentaron mayor luminosidad que el tratamiento con 10% AV (cuadro 2). Probablemente, en este último tratamiento mencionado, se perdió parte parcial del recubrimiento en la superficie por manipulación del experimento, por lo que estuvo expuesto al ambiente la zona afectada por el uso de mondadientes en el momento de recubrir la rodaja, y comenzó a oscurecerse más que los otros tratamientos.

Cuadro 2. Luminosidad L* de los bananos precortados almacenados a 28°C y 60% HR.

Tratamientos	Hora 0	Hora 3	Hora 6
	Media ± D.E	Media ± D.E	Media ± D.E
0% AV ¹	77.90±3.94 ab(x)	73.68±4.62 ab(y)	71.89±7.82 a(y)
10% AV	74.70±6.37 bc(x)	71.23±4.77 bc(x)	64.68±5.73 b(y)
20% AV	70.82±5.61 c(x)	68.63±3.93 c(x)	70.12±3.23 a(x)
Control	79.84±4.73 a(x)	74.94±6.61 a(y)	71.14±6.76 a(y)
CV (%)	6.91	7.04	8.82

AV¹: Gel de sábila (*Aloe vera L.*)

x-y- Medias con letras iguales en la misma fila son estadísticamente iguales por horas (P>0.05).

a-b-c Medias con letras iguales en la misma columna son estadísticamente iguales por tratamiento (P>0.05).

C.V: Coeficiente de Variación

D.E. Desviación Estándar

Las variaciones del matiz fueron significativas (P=0.035) en los tratamientos a través el tiempo evaluado. Debido a la baja intensidad de luz y la altura establecida dentro de la cámara de toma de fotos, los datos se movieron a un lado más negativo del eje b*. Es así, que al inicio de la evaluación, los tratamientos presentaron un color amarillo verdoso claro (cuadro 3).

El control y los tratamientos 0 y 10% de AV (cuadro 3), disminuyeron sus matices (P<0.05); estas entonaciones cambiaron a un amarillo oscuro al final de la evaluación. Estos resultados discrepan con lo de un estudio sobre la aplicación a base de gel de alginato de sodio en cerezas almacenadas a 21 °C por cuatro días (Chiabrando y Giacalone, 2015), ya que mantuvo el valor del matiz a través del tiempo, pues adicionaron el glicerol en la formulación del recubrimiento. En el caso del tratamiento con 20% AV, mantuvo el matiz amarillo verdoso oscuro durante las seis horas (cuadro 3), de modo que al final de las evaluaciones, todos los tratamientos llegaron a oscurecerse.

Cuadro 3. Variación del matiz (H) de los bananos precortados almacenados a 28°C y 60% HR.

Tratamientos	Hora 0	Hora 3	Hora 6
	Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E
0% AV ¹	98.06 $\pm$ 3.06 a(x)	98.16 $\pm$ 1.96 a(x)	94.02 $\pm$ 7.48 b(y)
10% AV	98.40 $\pm$ 3.59 a(x)	98.68 $\pm$ 2.52 a(x)	93.09 $\pm$ 7.70 b(y)
20% AV	99.09 $\pm$ 3.23 a(x)	97.67 $\pm$ 2.38 a(x)	98.77 $\pm$ 2.39 a(x)
Control	99.81 $\pm$ 2.51 a(x)	97.74 $\pm$ 8.14 a(xy)	93.83 $\pm$ 5.48 b(y)
CV (%)	3.16	4.62	6.47

AV¹: Gel de Sábila (*Aloe vera* L.)

x-y-z Medias con letras iguales en la misma fila son estadísticamente iguales por horas ($P>0.05$).

a-b Medias con letras iguales en la misma columna son estadísticamente iguales por tratamiento ($P>0.05$).

C.V: Coeficiente de Variación

D.E. Desviación Estándar

Se encontró diferencia ($P=0.0007$) en la pureza del color (croma) en los tratamiento a través del tiempo (cuadro 4). Así mismo se encontró coeficientes de variación mayores que el 10%, al inicio (12.77%) y final (10.76%) de las evaluaciones, esto puede deberse a que se tomaron datos en el lado incorrecto de la rodaja, es decir el lado que no presentaba contacto directo con el ambiente, ya que para el manejo de las evaluaciones fueron colocadas encima de pequeños papeles de aluminio.

El control y tratamiento 20% AV aumentaron sus valores croma de manera significativa (cuadro 4); esto quiere decir que con el tiempo, tomaban entonaciones intensas de amarillo oscuro y amarillo verdoso claro, respectivamente. Los tratamientos 0% AV y 10% AV, no mostraron diferencias ($P>0.05$) de pureza; es decir luego de seis horas, mantuvieron el color amarillo oscuro con la misma intensidad.

Cuadro 4. Variación del Croma (C) de los bananos precortados almacenados a 28°C y 60% HR.

Tratamientos	Hora 0	Hora 3	Hora 6
	Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E
0% AV ¹	57.98 $\pm$ 7.79 a(x)	57.86 $\pm$ 5.73 a(x)	56.73 $\pm$ 5.74 ab(x)
10% AV	56.21 $\pm$ 5.73 a(x)	58.69 $\pm$ 4.00 a(x)	55.84 $\pm$ 6.35 b(x)
20% AV	55.13 $\pm$ 7.74 ab(y)	55.88 $\pm$ 7.40 a(y)	60.83 $\pm$ 5.27 a(x)
Control	51.05 $\pm$ 7.14 b(y)	55.88 $\pm$ 4.45 a(x)	59.31 $\pm$ 7.45 ab(x)
CV (%)	12.96	9.73	10.76

AV¹: Gel de sábila (*Aloe vera* L.)

x-y Medias con letras iguales en la misma fila son estadísticamente iguales por horas (P>0.05)

a-b-c Medias con letras iguales en la misma columna son estadísticamente iguales por tratamiento (P>0.05).

C.V: Coeficiente de Variación

D.E. Desviación Estándar

El ambiente creado por la cámara de toma de fotos, permitió observar las variaciones de color de los tratamientos a través del tiempo, aunque no fue muy sensible ante los cambios de pardeamiento de los muestras; ya que a pesar de que el banano contiene altos niveles de polifenol oxidasa, esta fruta no se llega a oscurecer de manera uniforme. En estudios paralelos al pardeamiento del banano, la oxidación enzimática de la manzana precortadas, resultan mayormente durante la primera etapa de almacenamiento. (Song, *et al.*, 2013).

Las imágenes del tratamientos en la hora 0, presentaron un color más uniforme entre ellos (figura 3) a diferencia de los datos obtenidos en la cámara (cuadro 3), ya que estas muestras se recubrieron en menor cantidad, por lo que pasaron menos tiempo en contacto con el ambiente. Además, se observó el leve brillo característico de los recubrimientos a base de hidrocoloides, debido a la deshidratación por los electrolitos (cloruro de calcio) al coagular las cadenas poliméricas y retener parte del agua por efecto de capilaridad en los filamentos del entrecruzamiento (Khanna *et al.*, 2008).

Durante el paso de las horas evaluadas se observó un uniforme pardeamiento en los tratamientos recubiertos, más acentuado en el centro por los altos niveles de polifenol oxidasa en esta zona (figura 3) aunque menor en el tratamiento de 20%AV, lo que concuerda con los variaciones obtenidas en el hue y croma (cuadro 3 y 4). A diferencia del control que presentó una mayor oxidación a través de líneas pardas en toda la superficie (figura 3). Lo que concuerda con otro estudio, en el que presenta que los recubrimientos comestibles retardan el pardeamiento enzimático aunque no lo previene completamente (Tien *et al.*, 2001).

Tratamientos	Hora 0	Hora 3	Hora 6
0% AV			
10% AV			
20% AV			
Control			

Figura 3. Cambios de pardeamiento en rodajas de banana a 28 °C y 60% HR.

Análisis de Sólidos solubles: Los tratamientos no presentaron cambios de sólidos solubles ($P= 0.45$) durante el tiempo evaluado, por lo que este hecho repercutió en que se mantuvieron las características iniciales como dulzura en los tratamientos con recubrimiento, de igual forma como el control (cuadro 5). En la hora tres, se observó que el control tuvo mayor sólido soluble a diferencia de los demás tratamientos, debido a la pérdida de humedad por la transferencia de vapor de agua desde el producto al ambiente. Los tratamientos de 10 y 20% AV tuvieron menor sólidos solubles, ya que la muestra de puré de banana presentaba pequeños geles translúcidos de sábila que al ser evaluado en el refractómetro, la luz traspasaba fácilmente a través de los geles, lo cual causaba que el aparato reportara un menor índice de refracción. El refractómetro se rige por el índice de refracción medida por la desviación de luz propagada en un medio, permitiendo de este modo, determinar la pureza de una sustancia (Hannah instruments, 2015).

Cuadro 5. Sólidos solubles presentes en los bananos precortados a 28 °C y 60% HR.

Tratamientos ^(N.S)	Hora 0	Hora 3	Hora 6
	Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E
0% AV ¹	22.76 $\pm$ 0.62 a	24.63 $\pm$ 1.10 b	27.43 $\pm$ 1.72 a
10% AV	21.41 $\pm$ 1.43 b	22.67 $\pm$ 1.63 b	25.51 $\pm$ 1.63 b
20% AV	21.15 $\pm$ 1.70 b	24.11 $\pm$ 4.10 b	24.65 $\pm$ 3.72 b
Control	23.57 $\pm$ 0.90 a	27.09 $\pm$ 1.19 a	27.38 $\pm$ 1.99 a
CV (%)	9.25	9.54	9.22

AV¹: Gel de sábila (*Aloe vera* L.)

N.S: No hay diferencia significativa entre tratamientos a través del tiempo (P<0.05)

a-b Medias con letras iguales en la misma columna son estadísticamente iguales por tratamiento (P>0.05).

C.V: Coeficiente de Variación

D.E. Desviación Estándar

Análisis de pH: Se observó que los tratamientos no presentaron diferencia (P=0.42) en el valor de pH, a través de las seis horas de almacenamiento (cuadro 6), probablemente por el corto tiempo evaluado. No se halló variación entre tratamientos en las horas evaluadas (cuadro 6), de modo que se mantuvieron los ácidos málicos, cítricos y tartáricos; ácidos orgánicos propios del banano. Similares resultados se obtuvieron en un estudio de recubrimiento comestible de alginato, en mínimo proceso de manzanas almacenadas a 2°C por 13 días, en donde el pH del fruto permaneció sin cambios en el almacenamiento (Fontes, 2008). Además, se conoce que la actividad óptima depende del tiempo de maduración del banano y la variedad del mismo. Es así que en un estudio sobre la actividad del polifenol oxidasa en banano perteneciente a la variedad Cavendish subgrupo Spanish enano pequeño, el pH óptimo para el estudio fue de 5.5 (Guerrero, 2009).

Cuadro 6. Resultados de pH de los bananos precortados almacenados a 28 °C y 60% HR.

Tratamientos ^(N.S)	Hora 0	Hora 3	Hora 6
	Media ± D.E	Media ± D.E	Media ± D.E
0% AV ¹	4.71+0.16 a	4.77+0.16 a	4.77+0.18 a
10% AV	4.74+0.13 a	4.81+0.16 a	4.86+0.16 a
20% AV	4.71+0.18 a	4.75+0.20 a	4.81+0.21 a
Control	4.80+0.23 a	4.78+0.20 a	4.83+0.22 a
CV (%)	3.73	3.76	4.02

AV¹: Gel de sábila (*Aloe vera* L.)

N.S: No hay diferencia significativa entre tratamientos a través del tiempo (P<0.05)

a: Medias con letras iguales en la misma columna son estadísticamente iguales por tratamiento (P>0.05).

C.V: Coeficiente de Variación

D.E. Desviación Estándar

Análisis de firmeza: Mayormente en las pruebas de firmeza se miden la fuerza que opone un material biológico al ser perforado o comprimido a cierta profundidad y deformación, lo que facilita la evaluación de la tasa de ablandamiento en el banano (Ciro *et al.*, 2005). Los tratamientos presentaron diferencia en textura a través del tiempo evaluado (P= <0.0001). Además, los coeficientes de variación mayores a 10% (cuadro 7), reflejan que el experimento no fue bien conducido. A pesar de que se seleccionaron las muestras aleatoriamente, probablemente los resultados fueron variados, debido a que no se utilizó las mismas muestras a evaluar a través del tiempo, pues el análisis de firmeza es destructible. De igual forma intervino las condiciones ambientales, ya que no se pudo mantener constante a través de la evaluación (Sousa *et al.*, 2010), por lo que repercutió en la permeabilidad del vapor de agua del recubrimiento y la variación entre los datos reportados de textura.

En el control se obtuvo mayor valor a las seis horas que inicialmente (cuadro 7) por la desecación formada en la superficie de la rodaja de banano, ya que en el análisis sólo se reporta la fuerza máxima ejercida por el acople para penetrar al producto, y la perforación en esta superficie fue registrada como la fuerza máxima aplicada.

En general, los recubrimientos comestibles previenen la desecación y mantienen la firmeza del producto (Martin-Belloso y Buitra, 2010). En el caso de los demás tratamientos con recubrimiento, se reportaron menor fuerza máxima ejercida luego de seis horas (cuadro 7), ya que al no desecarse la superficie, se reportó la fuerza necesaria para penetrar la estructura blanda de las muestras, producida por las enzimas galacturonasa y pectinesterasa. El ablandamiento se atribuyó a la solubilización de pectina por efecto de enzimas pécticas como la oligagalacturonasa y pectinestereasa, que de esta manera, generan una disminución de la firmeza en los tejidos (Buitrago y Escobar, 2009).

Cuadro 7. Variación en la firmeza (N) de los bananos precortados almacenados a 28 °C y 60% HR.

Tratamientos	Hora 0	Hora 3	Hora 6
	Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E
0% AV ¹	0.38 $\pm$ 0.02 a(x)	0.37 $\pm$ 0.05 a(x)	0.32 $\pm$ 0.05 b(y)
10% AV	0.40 $\pm$ 0.02 a(x)	0.35 $\pm$ 0.04 a(y)	0.31 $\pm$ 0.05 b(z)
20% AV	0.33 $\pm$ 0.05 b(x)	0.34 $\pm$ 0.07 a(x)	0.30 $\pm$ 0.02 b(x)
Control	0.37 $\pm$ 0.04 a(y)	0.38 $\pm$ 0.05 a(xy)	0.43 $\pm$ 0.08 a(x)
CV (%)	9.89	14.95	16.82

AV¹: Gel de sábila (*Aloe vera* L.)

x-y-z Medias con letras iguales en la misma fila son estadísticamente iguales por horas (P>0.05)

a-b-c Medias con letras iguales en la misma columna son estadísticamente iguales por tratamiento (P>0.05).

C.V: Coeficiente de Variación

D.E. Desviación Estándar

Análisis sensorial discriminatorio: Según los resultados obtenidos, los recubrimientos no evitaron el pardeamiento enzimático y mantuvieron las características químicas (sólidos solubles y pH) de igual manera que el control. Asimismo, el tratamiento a 0% AV presentó menor pérdida de peso (figura 1) y fue capaz de formar mejor estructura, por lo que fue elegido como mejor tratamiento en este estudio. Los panelistas encontraron diferencia significativa entre el tratamiento con alginato de sodio y control, ya que el X^2 observado (29.65) fue mayor que el X^2 esperado (5.99) con 0.05% de nivel de significancia.

A partir de los panelistas (59 personas) que seleccionaron correctamente la muestra diferente, el 46% (27 personas) percibieron mayor diferencia debido al cambio en el sabor (figura 4). Probablemente, detectaron menor dulzura en los bananos recubiertos, ya que estos al estar recubierto de cloruro de calcio, sintieron un sabor salino o más neutro. El uso de cloruro de calcio es tomado como agente reafirmante cuando se realiza recubrimientos comestibles en base a alginato, aunque puede impartir amargor o diferente sabor (Sadili *et al.*, 2010). En menor porcentaje los consumidores encontraron diferencia por textura, color y apariencia. Debido a que las rodajas recubiertas fueron más lisas al paladar, el leve cambio de color al ser recubiertas, y por el brillo en su superficie (figura 3).

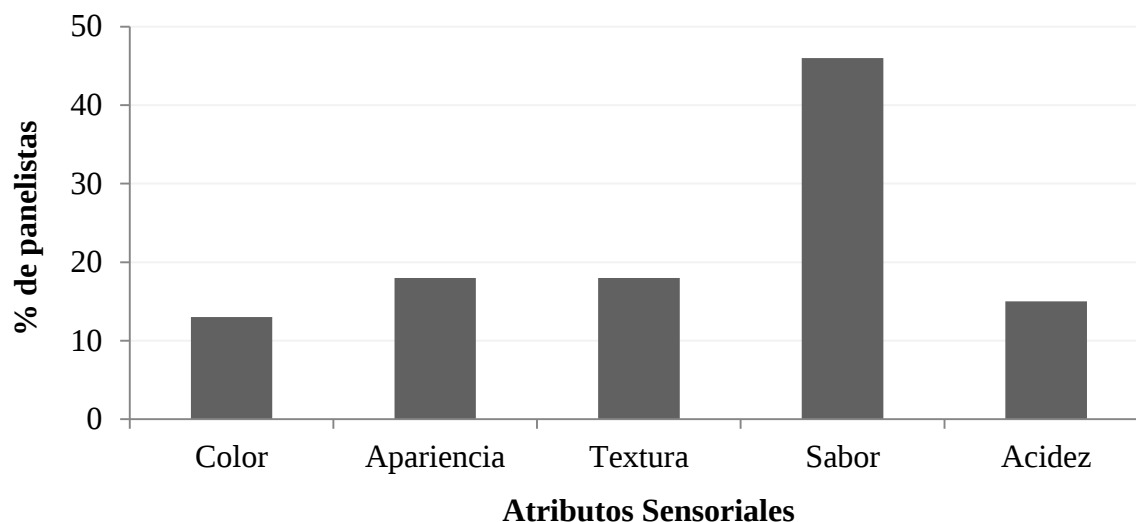


Figura 4. Atributos sensoriales diferenciados entre las muestras de control y recubiertas, según el porcentaje de panelistas con selección correcta.

Análisis de costos variables. Los costos variables presentados fueron del mejor tratamiento 0% AV (alginato de sodio y cloruro de calcio) en el que tuvo un aumento en base a los costos del control de 49%. Además, se observó que el mayor costo se encontró en la mano de obra para una tanda de 100 unidades, ya que se calculó en base al método usado en esta investigación (cuadro 8). Es posible que el costo variable pueda reducirse al aplicarse los recubrimientos en una escala industrial, en el que se pueda contar con maquinaria especializada y procesos continuos.

Cuadro 8. Costos variables para 100 unidades de rodajas de banano recubiertos

Insumos	Precio (L.)	Unidad	Control		0% AV	
			Q	Costo	Q	Costo
Banano	6.99	libra	3.33	23.28	3.33	23.28
Alginato de sodio	195.82	gramos			0.01	0.98
Cloruro de Calcio	195.82	gramos			0.01	1.96
Mano de Obra	28.33	hora	0.30	8.50	0.75	21.25
Total (L.)				31.78		47.47
Total (\$)				1.44		2.16

*Tasa de cambio de venta: 22.01 L por \$1.

4. CONCLUSIONES

- La aplicación de los recubrimientos desarrollados no fue viable para evitar el pardeamiento del banano, aunque mantuvieron las propiedades químicas similares al control.
- La inclusión de sábila en las formulaciones de recubrimiento redujo luminosidad y no formó una estructura estable en el producto.
- Los panelistas encontraron diferencia entre el mejor tratamiento de recubrimiento (0% AV) y el control debido mayormente al cambio de sabor.
- El incremento en los costos variables por la aplicación del recubrimiento en 100 rodajas de banano fue de 49%.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar otros métodos de aplicación e ingredientes usados en la formulación del recubrimiento.
- Realizar análisis microbiológicos para garantizar la inocuidad del producto mínimamente procesado.
- Estudiar las características físicas de películas comestibles a base de geles.
- Evaluar el comportamiento de estos recubrimientos comestibles en otros productos alimentarios.

6. LITERATURA CITADA

Ayola Y. y Hernandez M. 2011. Uso de recubrimiento a base de alginato y su efecto en la calidad de la fresa (*Fragaria ananasa*) cv. Camarosa. Rev. Ciencia Y Tecnología Alimentaria. 9(1): 22-30.

Azarakhsh N., Ghazali O., H.M., Tan, C.P. y Mohd Adzahan, N. 2012. Optimization of alginate and gellan-based edible coating formulations for fresh-cut pineapples. International Food Research Journal 19(1): 279-285.

Baldwin E., Hagenmaier R. y Bai J. 2011. Edible Coatings and Films to Improve Food Quality, Second Edition. CRC Press. 460 p.

Benitez S, Achaerandio I., Sepulcre F. y Pujolá M. 2013. Aloe vera based edible coating improve the quality of minimally processed “Hayward” kiwifruit. Postharvest Biology and Technology 81 (2013): 29 – 36

Buitrago Estrada J. y Escobar Romero A. 2009. Aplicación de levadura *Candida* spp. Como una alternativa viable para la retardación en la pudrición del banano (*Musa acuminata*). Tesis Microbiólogo industrial. Bogotá, Colombia. Pontificia Universidad Javeriana.

Ciro Velásquez H., Montoya López M. y Millán Cardona J. 2005. Caracterización De Propiedades Mecánicas Del Banano (Cavendish Valery). Revista Facultad Nacional de Agronomía. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 58(2).

Chiabrando V. y Giacalone G. 2015. Effects of alginate edible coating on quality and antioxidant properties in sweet cherry during postharvest storage. Italian Journal of Food Science 27(2).

Debeaufort F., Quezada-Gallo J. y Voilley A. 1998. Edible films and coatings: tomorrow's packagings: A review. Critical Reviews in Food Science. 38(4):299-313.

Fontes L., Sarmiento S., Spoto M. y Dias C. 2008. Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis. Ciência E Tecnologia De Alimentos, 28(4): P 872-880.

Frich A. 2015. Les espaces couleurs (en línea). Consultado el 25 de setiembre de 2015. Disponible en <http://www.guide-gestion-des-couleurs.com/les-espaces-couleurs.html>

Harker F., Stec M., Hallett I. y Bennett C. 1997. Texture of parenchymatous plant tissue: a comparison between tensile and other instrumental and sensory measurements of tissue strength and juiciness. *Postharvest Biology and Technology* 11: p. 63-72.

García C, Giraldo G., Hurtado H. y Mendivil C. 2006. Cinética enzimática de la polifenol oxidasa del banano Gros Michel en diferentes estados de maduración. *Revista De La Facultad De Química Farmacéutica* 13: p. 13 – 19.

Granados C, Acevedo D., Cabeza A. y Lozano A. 2014. Análisis de Perfil de Textura en Plátanos Pelipita, Hartón y Topocho. *Inf. Tecnol.* 25(5).

Guerrero C. 2009. Inhibición de la actividad enzimática de la polifenol oxidasa extraída del banano (cavendish valery) mediante sistemas bifásicos acuosos con isoespintanol y ácido ascórbico. Tesis Mag. Sci, Medellín, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 91 p.

Hannah instruments. 2015. Índice de refracción y sus aplicaciones en la industria alimentaria (en línea). Consultado El 19 De Setiembre De 2015. Disponible en <Http://Www.Hannainst.Es/Blog/Indice-De-refraccin-y-sus-aplicaciones-en-la-industria-alimentaria/>.

Hernández R. 2009. Aplicación de películas comestibles a base de quitosano y mucílago de nopal en fresa (*Fragaria ananassa*) almacenada en refrigeración. Tesis Mag. Sci. San Pedro Cholula, México, Universidad de las Américas Puebla.

Khanna S., Verma N. y Kapila B. 2008. Excel with subjective chemistry for cbse-pmt final examination. *Golden Bells*. 641 p.

Lencina M., Iartridi Z., Andreucetti N., Tsitsilianis C. y Villar M. 2012. Síntesis y caracterización de copolímeros termosensibles (en línea). Consultado el 04 de junio de 2014. Disponible en www.mab4.uns.edu.ar/desc2.php?arc=046.pdf

Martinez D., Guillen F., Valverde J., Serrano M., Zapata P., Bailén G., Castillo S. y Valero D. 2006. Aloe vera gel como recubrimiento comestible en frutas y hortalizas (en línea). Consultado el 04 de junio del 2014. Disponible en <http://www.horticom.com/pd/imagenes/64/308/64308.pdf>.

Martin-Belloso O. y Soliva R. 2010. *Advances in Fresh-Cut Fruits and Vegetables Processing*. Taylor & Francis Group. CRC press. 424 p.

Montero M., Rojas M., Soliva R. y Martín O. 2009. Tendencias en el procesado mínimo de frutas y hortalizas frescas. *Rev. Horticultura internacional* 68: p. 48-51.

Pérez A, Ibargüen A. y Pinzón M., 2012. Evaluación de transparencia y resistencia al vapor de agua en recubrimientos comestibles a base de gel de Aloe Barbadensis Miller . *Revista Vitae* 19(1): P. 126-128.

Restrepo J. y Aristizábal I. 2010. Conservación de fresa mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca Aloe vera y cera de carnauba. *Rev. VITAE*. 7(3):252- 263.

Rojas-Grau, M.A., Tapia, M.S. y Martin-Belloso, O. 2008. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. *LWT* 41: p 139-147.

Sadili S., Raposo M., Costa de Moraes R. y Bernardo R. 2010. Chemical dips and edible coatings to retard softening and browning of fresh-cut banana. *Int. J. Postharvest Technology and Innovation* 2(1).

Saks Y. y Barkai-Golan R. 1995. Aloe vera gel activity against plant pathogenic fungi. *Postharvest Biology and Technology*. 6: p 159-165.

Shahkoomahally S. y Ramezani A. 2014. Effect of natural aloe vera gel coating combined with calcium chloride and citric acid treatments on grape Quality during Storage. *American Journal of Food Science and Technology* 2014(1).

Skurtys O, Acevedo C, Pedreschi F, Enrione J, Osorio F. y Aguilera JM. 2010. Food hydrocolloid edible films and coatings. New York: Nova Science Publishers. 35 p.

Song H., Jo W., Song N., Min S. y Song K. 2013. Quality change of apple slices coated with Aloe vera gel during storage. *J Food Sci.* 78(6): p.817-22.

Sousa A., Sereno A., Hilliou L. y Gonçalves M. 2010. Biodegradable Agar extracted from *Gracilaria Vermiculophylla*: Film properties and application to edible coating. *Rev. Materials Science Forum* 636-637 (2010): p 739-744.

Tien G., Vachon C., Matteescu M. y Lacroix M. 2001. Milk protein coating prevent oxidative browning of apples and potatoes, *J Fodd Scie* 66(4): p. 512

Vega A., Ampuero N., Díaz L. y Lemus R. 2005. El aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) como componente de alimentos funcionales. *Rev Chil Nutr.* 32 (3): 14-28.

Vistech Projects. 2014. ColorMeter Free - color picker (en línea). Consultado el 25 de mayo de 2015. Disponible en

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vistechprojects.colormeterfree&hl=es>.

Base SAS® 9.3 TS1M2. SAS Institute Inc., Cary, NC.

7. ANEXOS

Anexo 1. Peso en gramos de los precortados almacenados a 28 °C y 60% HR (P=0.3501).

	Hora 0	Hora 3	Hora 6
Tratamientos	Media ± D.E	Media ± D.E	Media ± D.E
0% AV ¹	4.91±0.66 a(x)	4.54±0.69 a(x)	4.45±0.98 a(x)
10% AV	4.82±0.51 a(x)	4.40±0.47 a(y)	3.86±3.86 b(z)
20% AV	5.16±0.95 a(x)	4.57±0.98 a(xy)	4.27±0.88 a(y)
Control	4.30±0.63 b(x)	3.98±0.63 b(xy)	3.59±0.56 b(y)
CV (%)	14.70	16.37	18.57

AV¹: Gel de Sábila

x-y-z Medias con letras iguales en la misma fila son estadísticamente iguales por horas (P>0.05)

a-b Medias con letras iguales en la misma columna son estadísticamente iguales por tratamiento (P>0.05).

C.V: Coeficiente de Variación

D.E. Desviación Estándar

Anexo 2. Variación de valor de a* de bananos precortados almacenados a 28 °C y 60% HR (P = 0.0093).

	Hora 0	Hora 3	Hora 6
Tratamientos	Media ± D.E	Media ± D.E	Media ± D.E
0% AV ¹	-8.13±3.19 a(y)	-8.19±1.91 a(y)	-4.50±5.94 a(x)
10% AV	-7.92±3.10 a(y)	-8.79±2.45 a(y)	-3.35±7.03 a(x)
20% AV	-8.43±2.51 a(x)	-7.31±2.07 a(x)	-9.25±2.56 b(y)
Control	-8.83±2.76 a(y)	-7.85±7.20 a(xy)	-4.42±5.65 a(x)
CV (%)	2.43	3.39	4.53

AV¹: Gel de Sábila

x-y Medias con letras iguales en la misma fila son estadísticamente iguales por horas (P>0.05)

a-b Medias con letras iguales en la misma columna son estadísticamente iguales por tratamiento (P>0.05).

C.V: Coeficiente de Variación

D.E. Desviación Estándar

Anexo 3. Variación de valor de b* de bananos precortados almacenados a 28 °C y 60% HR (P = 0.0008).

Tratamientos	Hora 0	Hora 3	Hora 6
	Media ± D.E	Media ± D.E	Media ± D.E
0% AV ¹	57.33±7.73 a(x)	57.24±5.72 a(x)	56.21±6.25 ab(x)
10% AV	55.53±6.03 a(x)	57.97±4.10 a(x)	55.31±6.48 b(x)
20% AV	54.40±7.96 a(y)	55.30±7.48 a(y)	60.07±5.26 a(x)
Control	50.23±6.91 b(y)	54.86±4.66 a(x)	58.91±7.28 ab(x)
CV (%)	3.95	3.06	3.43

AV¹: Gel de Sábila

x-y Medias con letras iguales en la misma fila son estadísticamente iguales por horas (P>0.05)

a-b Medias con letras iguales en la misma columna son estadísticamente iguales por tratamiento (P>0.05).

C.V: Coeficiente de Variación

D.E. Desviación Estándar

Anexo 4. Análisis sensorial discriminatorio, a través de Chi- cuadrado.

Respuestas	Observadas	% Observado	Esperadas	% Esperado	Total
Correcta	59.00	59.00	33.33	33.00	19.76
Incorrecta	41.00	41.00	66.67	67.00	9.88
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	29.65