

**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)**

JORGE IVÁN RESTREPO FERNÁNDEZ

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DE ALIMENTOS
MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
MEDELLÍN**

2009

**CONSERVACIÓN DE FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch cv. *Camarosa*)
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE REVESTIMIENTOS COMESTIBLES DE GEL
MUCILAGINOSO DE PENCA DE SÁBILA (*Aloe barbadensis* Miller)**

JORGE IVÁN RESTREPO FERNÁNDEZ

Tesis de Grado para optar el título de Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Director

Iván Darío Aristizábal Torres

Ingeniero Agrícola, D.Sc.

Profesor Asociado

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLIN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DE ALIMENTOS
MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
MEDELLÍN**

2009

DEDICATORIA

A mi madre, inigualable luchadora de la vida, a mi hermana, a mi esposa Yurima y mi hijo Simon, por su invaluable sacrificio en tiempo y por las largas horas de espera para que hiciéramos realidad este sueño.

Gracias.

Jorge

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Iván Darío Aristizábal Torres por su importante apoyo y asesoría durante el desarrollo de este trabajo.

Al Laboratorio de Análisis Microbiológico y Fisicoquímico de la corporación Interactuar.

Al laboratorio de Análisis Sensorial de la Universidad de Antioquia.

A los Laboratorios de Microscopía Electrónica y Control de Calidad de Alimentos de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

A las profesoras María Bernardita Pérez, Margarita Posada y Olga Lucia Martínez por sus oportunas sugerencias y muy especialmente a la Ingeniera Zaira Tatiana Marín por su valioso apoyo en la asistencia técnica.

En general a todos los que de una u otra forma aportaron al logro de esta meta.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	13
CAPITULO 1	24
Conservación de fresa (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch cv. <i>Camarosa</i>) mediante la aplicación de revestimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca de sábila (<i>Aloe barbadensis</i> Miller)	
RESUMEN.....	25
ABSTRACT.....	26
INTRODUCCIÓN.....	27
MATERIALES Y METODOS.....	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
CONCLUSIONES.....	49
AGRADECIMIENTOS.....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
INSTRUCCIONES PARA LA PUBLICACIÓN DEL ARTÍCULO....	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFIA DE LA INTRODUCCIÓN	76

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Recomendaciones para mantener la calidad en poscosecha de fresa.....	16
--	----

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Micrografía del recubrimiento emulsión con cera carnauba. 32
- Figura 2.** Evolución del porcentaje de pérdida de peso evaluado en fresa sin recubrir (B), fresa recubierta con mucílago de penca sábila (M) y con cera carnauba y mucílago de penca sábila (C), almacenadas 10 días a 5°C..... 38
- Figura 3.** Evolución de la firmeza, evaluada en fresa sin recubrir (B), fresa recubierta con mucílago de penca sábila (M) y con cera carnauba y mucílago de penca sábila (C), almacenadas 10 días a 5°C..... 39
- Figura 4.** Característica físico químicas de pH, °Brix y % de acidez evaluados en fresa sin recubrir (B), fresa recubierta con mucílago de penca sábila (M) y con cera carnauba y mucílago de penca sábila (C), almacenadas 10 días a 5°C..... 41
- Figura 5.** Evolución de los parámetros de color L*, a* y b* en la zona ecuatorial del fruto evaluados en fresa sin recubrir (B), fresa recubierta con mucílago de penca sábila (M) y con cera carnauba y mucílago de penca sábila (C), almacenadas 10 días a 5°C..... 42

Figura 6. Comportamiento de los datos de respiración para fresa sin recubrir (B), fresa recubierta con mucílago de penca sábila (M) y con cera carnauba y mucílago de penca sábila (C), almacenadas 10 días a 5°C..... 44

Figura 7. Evolución de los atributos sensoriales evaluados en fresa sin recubrir (B), fresa recubierta con mucílago de penca sábila (M) y con cera carnauba y mucílago de penca sábila (C), almacenadas 10 días a 5°C..... 48

RESUMEN

Los métodos de conservación que permiten mantener los atributos de calidad con características sensoriales de frescura resultan ser vitales para un mercado de consumidores que demanda día a día alimentos mínimamente procesados. La tecnología emergente de aplicación de recubrimientos comestibles (RC) sobre frutas, como sistema de conservación, ha venido ganando mucho desarrollo y posicionamiento debido a su relativo bajo costo frente a otras de mayor aplicación tecnológica como las atmósferas modificadas, controladas y los empaques activos entre otros.

El objetivo de la presente tesis ha sido desarrollar dos RC a partir del gel mucilaginoso de penca sábila (*Aloe barbadensis* Miller) y evaluarlo en fresas (*Fragaria x ananassa* Duch cv. *Camarosa*) como alternativa que permita prolongar su vida útil almacenadas en refrigeración a $5^{\circ}\text{C} \pm 0,5$. Los RC formulados fueron, uno con gel mucilaginoso en solución acuosa y otro con adición de cera carnauba en emulsión. El proceso de aplicación se realizó por inmersión de los frutos en los respectivos RC durante 30 segundos y un secado durante 30 minutos por convección a través de aire forzado a temperatura ambiente. Las

fresas fueron almacenadas en cajas de poliestireno biorientado (BOPs) termo formadas, perforadas y conservadas con refrigeración.

En condiciones de almacenamiento de $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de 75%, los RC a lograron aumentar su vida útil hasta en 10 días retrasando los cambios de color, de firmeza, la pérdida de humedad y el sabor en comparación con los frutos sin recubrimiento. La adición de cera carnauba al gel mucilaginoso de penca sábila mostró un efecto favorable frente a las pérdidas de humedad, la reducción del índice de respiración y un significativo mantenimiento de la firmeza del fruto a los diez días de almacenamiento refrigerado. La evaluación sensorial indicó aceptación de las fresas tratadas con los recubrimientos a base de mucílago de penca sábila durante diez días de almacenamiento refrigerado. La utilización de gel mucilaginoso de penca sábila por aplicación como RC en fresa, demuestra que es un sistema bastante efectivo en la conservación de frutos de alta perecibilidad, permitiendo la posibilidad de enmarcar este proyecto de investigación como un aporte al conocimiento científico del sector frutícola y aplicado al posible desarrollo de una unidad productiva generadora de empleo.

Palabras claves: revestimiento comestible, fresa, aloe vera, mucílago de penca sábila, vida útil.

ABSTRACT

Conservation methods that allow to maintain the quality attributes with sensory characteristics of freshness are vital for a consumer market that demands daily minimally processed foods. The emerging technology of application of edible coatings (RC) on fruits, such as conservation system, has been gaining a lot of development and positioning due to its relatively low cost compared to other higher technological application as modified atmospheres, controlled and packaging assets to others.

The objective of this thesis was to develop two RC mucilaginous gel of sabila (*Aloe barbadensis* Miller) and evaluated in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch cv. Camarosa) as an alternative for extend shelf life stored under refrigeration at $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5$. The RC were made, one with a mucilaginous gel in aqueous solution and another containing carnauba wax emulsion. The application process was performed by immersing the fruits in the respective RC for 30 seconds and drying for 30 minutes by convection through the forced air at room temperature. The strawberries were stored in polystyrene boxes bioriented (BOPs) thermo-formed, punched and kept refrigerated.

At storage conditions of $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ relative humidity of 75%, the RC managed to increase their shelf life up to 10 days delaying changes in color, firmness, loss of moisture and flavor in comparison with uncoated fruits. The addition of carnauba wax to the mucilaginous gel of aloe vera stalk showed a beneficial effect against moisture loss, reducing breathing rate and a significant maintenance of fruit firmness of the ten days of refrigerated storage. Sensory evaluation indicated acceptance of strawberries treated with coatings based on aloe mucilage stalk for ten days of refrigerated storage. The use of mucilaginous gel of aloe stalk as RC strawberry application shows that it is a quite effective in maintaining high perishability of fruit, allowing the possibility of framing this research project as a contribution to scientific knowledge and fruit sector applied to the possible development of a production unit creating jobs.

Keywords: edible coating, strawberry, aloe vera, penca sabila mucilage, shelf life.

INTRODUCCIÓN

INTERÉS DEL ESTUDIO

Teniendo en cuenta el corto tiempo de vida útil que se presentan las frutas, en especial la fresa y obedeciendo a la necesidad de su conservación en fresco, se planteó el desarrollo y la aplicación de dos recubrimientos comestibles (RC) a partir de un gel mucilaginoso de penca de sábila, buscando reducir las pérdidas de calidad que se producen durante el almacenamiento y la comercialización, sin afectar los atributos físicos y sensoriales para aumentar su vida de anaquel.

En cuanto al sector industrial, la política nacional para la transformación productiva y promoción de las micro, pequeñas y medianas empresas, describe claramente que estas se caracterizan fundamentalmente por el bajo nivel tecnológico y de formación del recurso humano, la escasa capacidad de innovación y por la estrechez de los mercados que abordan; situaciones que limitan su productividad y la competitividad frente a la dinámica del mercado actual (CONPES, 2007). Por tal motivo es justificable enmarcar este trabajo

de investigación como un aporte de conocimiento científico aplicado al posible desarrollo de una unidad productiva generadora de empleo.

De acuerdo con la revisión de trabajos en fresa y otros productos vegetales no se han reportado estudios sobre recubrimientos basados en películas comestibles a partir del gel mucilaginoso de penca de sábila, con lo cual esta investigación ofrece explorar una nueva alternativa de uso a este producto y un medio de generación de ingresos económicos a los campesinos.

FRESA

Las frutas son ingredientes vitales de la dieta humana ya que aportan variedad de sabores, atracción estética y satisfacen ciertas necesidades nutricionales. Estos productos vegetales durante la cosecha son separados de su fuente natural de agua, minerales y nutrientes, iniciando así su proceso de senescencia, realizando procesos metabólicos dependientes completamente de sus propias reservas, sin posibilidad de ser reemplazadas y permitiendo que el deterioro del producto comience a evidenciarse en el tiempo (Dell & Prange, 2003). Esta situación hace de las frutas productos altamente perecederos. Comúnmente, las pérdidas poscosecha en frutos y hortalizas se deben a deterioros microbiológicos y fisiológicos, transpiración de agua, daños mecánicos durante la cosecha, al empaque y al transporte. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) estas pérdidas se estiman

entre un 30 y 50% en los países en vía de desarrollo y entre un 2 y 3% en los países desarrollados. (Weir, 1996).

La fresa pertenece a la familia de las *Rosáceas*, género *Fragaria* y especie *ananassa*, está formada por receptáculo floral (eterio) carnosos, de color rojo, sabor dulce y olor aromático compuesto por numerosos aquenios, su forma cambia de acuerdo a la variedad (Almenar, 2005). Las condiciones ideales para el cultivo de fresa en Colombia son una altitud entre 1800 y 2300 m.s.n.m., una humedad relativa entre 70 y 80 % y una temperatura promedio entre 14 y 16°C. Los suelos deben ser equilibrados, con muy buen drenaje, con buena capacidad para retener agua, aireados y abundantes en materia orgánica. La granulometría óptima que debe presentar un suelo para el cultivo de la fresa es de aproximadamente un 50% de arena silíceas, un 20% de arcilla, un 15% de calizas y un 5% de materia orgánica. Con estas características el suelo es catalogado como arenoso o franco arenoso (Asohofrucol, 2008).

Su valor nutricional como alimento se encuentra representado en el aporte moderado de carbohidratos. Es una buena fuente de vitamina C, contiene ácidos orgánicos como el cítrico, málico, oxálico y salicílico, es rica en minerales como potasio y magnesio, y en compuestos activos presenta pigmentos, aceite esencial, taninos y flavonoides (Murcia & Hoyos, 2001; Carvajal, 2005).

Conservación poscosecha de la fresa.

Una cosecha oportuna es el feliz término en el ciclo productivo de un cultivo, sin embargo la calidad del producto cosechado puede verse afectada si no se tiene un buen manejo de poscosecha. Los productos hortofrutícolas presentan características fisiológicas que los hacen susceptibles a diferentes tipos de deterioro, por lo tanto el manejo poscosecha de la respiración y de la transpiración son cruciales para asegurar la vida útil del producto. En el caso de la fresa las recomendaciones básicas de manejo de poscosecha están indicadas en la Tabla 1 (Mitcham *et al.*, 2004).

Tabla 1. Recomendaciones para mantener la calidad en poscosecha de la fresa

TEMPERATURA OPTIMA	HUMEDAD RELATIVA OPTIMA	TASA DE PRODUCCIÓN DE ETILENO	TASAS DE RESPIRACIÓN (mL CO ₂ /kg•h) a:		
			0°C	10°C	20°C
0 ± .5°C	90 a 95%	< 0,1 µL/C ₂ H ₄ /kg h a 20°C	6-10	25-50	50-100

La fresa es un producto con una elevada tasa respiratoria a temperatura ambiente; esto la hace una fruta muy perecedera por la alta velocidad con que transcurren los procesos metabólicos vitales, ya que carece de una barrera exterior que le permita retener agua. Pérdidas del 3 % en peso, son suficientes para que el fruto pierda su brillo característico y presente una apariencia arrugada. (Mitcham *et al.*, 2003). Otro aspecto importante a tener

en cuenta es que la fresa tiene muy poca resistencia mecánica y resulta ser muy propensa a sufrir magulladuras y ser susceptible al ataque microbiano sobre todo al del hongo *Botrytis cinerea* (Stanley, 1998).

Finalmente, la temperatura de transporte y de almacenamiento juegan un papel importante en la conservación del fruto ya que en la fresa si transcurre más de una hora entre la cosecha y el enfriamiento, se comienzan a evidenciar los síntomas de deterioro y por ende, se aumentan las pérdidas (Sanz, 2005). Las características limitantes en relación con la vida útil de esta, es la combinación de factores de apariencia, sabor, textura y la del crecimiento microbiano. Considerando los factores que inciden en el daño de la fresa y su corto período de vida útil, dentro de la industria existe un fuerte deseo de poder mantener la calidad y sus atributos de frescura por períodos cada vez más largos. Con base en esto diversas técnicas de conservación en fresco se han investigado, la gran mayoría basadas en la aplicación de frío y en la utilización de atmósferas controladas y modificadas a través del sistema de empaque (Kader, 2003; Dell, 2006). Otros investigadores por su parte han desarrollado sistemas de conservación por aplicación de películas y revestimientos comestibles directamente sobre los frutos obteniendo resultados positivos traducidos en mayor tiempo de conservación (Lin & Zhao, 2007).

Actualmente en Colombia para la comercialización de fresa en los mercados, el producto se empaca en cajas de BOPs termo formado o en bandejas de poliestireno expandido (EPS) recubiertas con vinilpel, almacenadas a temperatura ambiente o en refrigeración. Sin embargo, el manejo de bajas temperaturas se ve muy limitado por la ausencia de sistemas

en cadena que garanticen que el producto va a tener permanencia de frío y por los altos costos que se generan en equipos de refrigeración. Solo los almacenes de grandes superficies lo aplican. Debido a esto la mayoría de la fruta se cosecha a primeras horas del día para comercializarla lo más rápido posible y a temperatura ambiente, con resultados no muy favorables ya que estos frutos son muy sensibles a las condiciones ambientales y presentan una gran susceptibilidad al hongo *Botrytis cinerea*, principal causante de su deterioro poscosecha (Eckert & Ogawa, 1988; Sommer, 1995; Schestibratov & Dolgov, 2005).

En la aplicación de tecnologías de empaque más avanzadas, el uso de atmósferas modificadas y controladas han contribuido significativamente al aumento de la vida útil de la fresa, ya que reducen la respiración del producto con la temperatura baja, con la disminución del oxígeno y con el aumento de CO₂ (Nielsen & Leufve'n, 2008), sin embargo en nuestro medio aun no se implementan debido al alto costo que representan.

REVESTIMIENTOS COMESTIBLES

Los RC se han usado desde tiempos muy remotos, su historia se remonta a los años veinte donde por primera vez se utilizaron para recubrir cítricos con el fin de retrasar la deshidratación que estos presentaban durante su almacenamiento (Gontard *et al*; 1996). Krochta (1996) definió una película comestible (PC) como una capa continua y delgada de

material comestible formada sobre o colocada entre los componentes del alimento para proveer una barrera a la transferencia de masa y un medio que incorpora ingredientes o aditivos que permitan generar conservación. Estas actúan como un sistema de empaque durante el proceso y almacenamiento, no retardan solamente el deterioro si no que permiten realzar sus atributos de calidad, actúan también como barrera frente a los microorganismos cuando se incorporan compuestos antimicrobianos que impiden su crecimiento y desarrollo (Petersen *et al.*, 1999) , aplicados sobre frutos permiten también su intercambio gaseoso controlado con el medio ambiente que los rodea (Visalakshi *et al.*,2008) y actúan como barrera frente a la pérdida de humedad (Karbowiak *et al.*, 2007; Ozdemir & Floros, 2008).

Los RC han sido desarrollados con diferentes materiales como: proteínas, almidones hidrolizados, lípidos, gomas, pectinas, carragenanos y alginatos, entre otros (Hoyos & Urrego, 1997). El uso de estas matrices poliméricas es conocido por su capacidad de formar películas que actúan como barreras efectivas al transporte de gases (Trejo *et al.*, 2007), que a su vez producen un ambiente modificado al interior del fruto y retardan el proceso de senescencia de forma similar al de una atmósfera modificada, pero a más bajo costo, permitiendo de esta forma generar desarrollo a nivel agroindustrial y revolución en el manejo de poscosecha en fresas en el mercado (Krochta, 1992; Gontard & Guilbert, 1993; Donhowe & Fennema, 1994; Gontard *et al.*, 1996; Bosques, 2006; Hernández-Muñoz *et al.*, 2008; Huang *et al.*, 2009).

Frente a la utilización de un RC aplicado sobre fresa numerosos estudios se han desarrollado. Trejo- Márquez *et al.*, (2007) aplicaron gelatina extraída de los subproductos de la industria cárnica obteniendo resultados de hasta 9 días de vida útil en almacenamiento a temperatura de 5°C y humedad relativa del 85%. García *et al.*, (1998) diseñaron varios RC a partir de almidones de papa y maíz con diferentes contenidos de amilosa, lo aplicaron sobre fresa (*Fragaria x ananassa*) y encontraron un significativo aumento en la vida útil en función del contenido de amilosa del almidón. Ribeiro *et al.*, 2007, Hernández-Muñoz *et al.*, 2008, y Campaniello *et al.*, 2008, en otros estudios, diseñaron diversos RC a base de quitosano como agente fungicida en fresa para el control del crecimiento del hongo *Botrytis cinerea*, con resultados satisfactorios de conservación en refrigeración con respecto al tiempo.

Ahora, frente a la utilización de polisacáridos vegetales, capaces de formar los geles en agua tales como las pectinas, las carrageninas en algas y bacterianos como la goma xantan, se han investigado en gran detalle como RC en frutas enteras y en trozos. Una comprensión, relativamente buena, de su bioquímica y características biofísicas se ha alcanzado ya. Por el contrario, las características de la composición o los usos de mucílagos han sido estudiados mucho menos (Trachtenberg & Mayer, 1982). Con base en esto Del Valle *et al.*, (2005) desarrollaron y aplicaron un RC a partir de mucílago de cactus y glicerol como plastificante, obteniendo resultados favorables en los atributos de calidad evaluados a los 9 días de conservación superiores a los frutos testigos sin recubrimiento. En cuanto a la utilización del *Aloe vera*, la literatura reporta en la actualidad el desarrollo y la aplicación directa de un RC con aloe en polvo de uso

farmacéutico sobre cereza donde se logró demostrar que este retardó los procesos de maduración, redujo la pérdida de peso y bajó la tasa de respiración durante el almacenamiento poscosecha (Martínez *et al.*, 2006). Por otro lado estos mismos autores publicaron el desarrollo y la utilización de otro RC, evaluado sobre uvas de mesa con resultados satisfactorios sobre el mantenimiento de sus propiedades funcionales en almacenamiento a temperatura de refrigeración durante 35 días (Serrano *et al.*, 2006).

ALOE VERA (PENCA DE SÁBILA)

El Aloe vera pertenece al reino Plantae; División: Magnoliophyta; Clase: Liliopsida; Orden: Liliales; Familia: Liliaceae; Género: Aloe; Especie: *Aloe barbadensis* (Miller); nombre común: Aloe vera (Castro, 2004).

La planta de Aloe vera es originaria de África, de la península de Arabia, y es conocida también como Penca Sábila. Este material vegetal es utilizado como un componente fundamental de cosméticos y productos de cuidado personal por todo el mundo durante varios años. De esta planta existe aproximadamente una variedad con 300 especies, que se diferencian básicamente en el contenido de sus principios activos y en la concentración de cada uno de ellos, determinado generalmente por la concentración de sólidos que se forman en el gel mucilaginoso y en la hoja. La más comercializada es la especie *Barbadensis* que a nivel de mercado se viene utilizando como antioxidante, anti-inflamatorio, estimulador de

los procesos digestivos, activador del sistema inmunológico (células), para cicatrizar quemaduras, daños sufridos en la piel y como ingrediente en alimentos funcionales. (García *et al.*, 2001; Vega *et al.*, 2005)

Para el sector Agroindustrial Colombiano el cultivo de penca de sábila representa una oportunidad bastante interesante como estrategia de desarrollo rural para las regiones semidesérticas gracias a la buena adaptabilidad y a su alta resistencia frente a las plagas y a la ausencia de agua (Ávila & Díaz, 2002), indicando esto la necesidad urgente de realizar investigaciones que permitan nuevas alternativas de uso para sus componentes (Ramírez, 2002) como mecanismo de incentivación de su cultivo.

OBJETIVOS

GENERAL

Desarrollar dos recubrimientos comestibles a base de gel mucilaginoso de penca sábila (*Aloe barbadensis* Miller) y evaluarlos en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch cv. *Camarosa*) empacadas en cajas de poliestireno biorientado (BOPs) termo formadas, perforadas y conservadas en refrigeración a $5^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ como alternativa que permita prolongar su vida útil.

ESPECÍFICOS

- Determinar la composición, formulación y el método de elaboración del revestimiento comestible de penca sábila.
- Evaluar la calidad y la vida útil de los frutos de fresa tratados con el recubrimiento.

CAPITULO 1

**CONSERVACIÓN DE FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch cv. *Camarosa*)
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE REVESTIMIENTOS COMESTIBLES DE
GEL MUCILAGINOSO DE PENCA DE SÁBILA (*Aloe barbadensis* Miller)**

**CONSERVATION OF STRAWBERRY (*Fragaria x ananassa* Duch cv. *Camarosa*)
THROUGH THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF EDIBLE COATING
OF GEL MUCILAGINOUS OF PENCA SABILA (*Aloe barbadensis* Miller)**

Jorge I. RESTREPO F. ¹ *; Iván D. ARISTIZÁBAL T.¹

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. A.A. 568.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jirestrepof@unal.edu.co

RESUMEN

La fresa es un fruto que tiene una alta aceptación por los consumidores, como cultivo presenta una significativa permanencia durante todos los meses del año y goza de un buen posicionamiento de precios. El objetivo del estudio es desarrollar un recubrimiento comestible a partir de un gel mucilaginoso de penca sábila y evaluarlo en fresa “Camarosa” almacenadas en cajas de poliestireno biorientado termo formadas, perforadas y conservadas en refrigeración a temperatura de $5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Se seleccionan las fresas de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana 4103, se higienizan, se distribuyen en lotes y se recubren con dos tratamientos: Uno con mucílago, agua, glicerol y el otro en emulsión con cera carnauba. Se analizan para determinar sus efectos en la textura, la respiración, el color, las características fisicoquímicas y sensoriales de la fruta. A partir de los resultados obtenidos se concluye que la utilización de revestimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila lleva a un aumento de la vida útil de las fresas en por lo menos 10 días disminuyendo las pérdidas de humedad, el índice de respiración, manteniendo la firmeza y retrasando los cambios de color, en comparación con los frutos utilizados como tratamiento control.

Palabras claves: Revestimiento comestible, fresa, Aloe vera, mucílago de penca sábila, vida útil.

ABSTRACT

The strawberry is a fruit that has a high acceptance by consumers, such as culture presents a significant stay in all months of the year and enjoys a good price positioning. The study's objective is to develop an edible coating from a mucilaginous gel of aloe vera and evaluate in "strawberry Camarosa" stored in polystyrene boxes bioriented thermo formed, punched and kept in refrigeration at a temperature of $5 \pm 0,5$ ° C. Strawberries are selected according to the Colombian Technical Standard 4103, was sanitized, are distributed in batches and covered with two treatments: one with mucilage, water, glycerol and other carnauba wax emulsion. Are analyzed to determine their effects on texture, index respiration, color, physicochemical and sensory characteristics of the fruit. From the results it is concluded that the use of edible coatings mucilaginous gel of aloe vera leads to an increase in the lifetime of strawberries in at least 10 days by reducing moisture loss, respiration rate, keeping the delaying firmness and color changes compared with the fruits used as control treatment.

Keywords: Edible coating, strawberry, aloe vera, sabila mucilage, shelf life.

INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria x ananassa* Duch cv. *Camarosa*) como fruto no climatérico es muy delicado y de muy corta vida útil (1). Por sus condiciones fisiológicas es muy susceptible a la pérdida de humedad (2) y al ataque microbiano sobre todo al hongo *Botrytis cinerea* (3, 4), que causa importantes pérdidas durante el transporte y comercialización (5) ya que desmejora los atributos de sabor, aroma y textura (6), afectando su calidad comercial y su frescura atractiva ante el consumidor.

La conservación en frío es una práctica habitual para prolongar el período de almacenamiento de frutas (7), en el caso de la fresa reduce la tasa de respiración, la pérdida de humedad y retardan el crecimiento microbiano (8, 9, 10), permitiendo extender su vida útil y conservar su calidad. En Colombia la utilización de frío se ve muy limitada por la ausencia de sistemas en cadena que garanticen bajas temperaturas al producto y por los altos costos que genera. Las fresas se cosechan a primeras horas del día, tres veces por semana y completamente maduras para aprovechar al máximo el sabor y dulzor (11), teniendo especial cuidado para evitar daños mecánicos y poder comercializarlas lo más rápido posible a temperatura ambiente, buscando una reducción significativa de las

pérdidas de manejo en poscosecha que alcanzan niveles hasta de 50 % en regiones tropicales (12, 13).

En la aplicación de tecnologías de empaque para fresa, el uso de atmósferas modificadas combinadas con frío ha contribuido significativamente en su conservación, ya que reducen la respiración debido a la baja presencia de O₂ y al aumento de CO₂ (14). Por otro lado en el mercado de grandes superficies se utilizan cajas termo formadas de poliestireno biorientado (BOPs) y bandejas de poliestireno expandido (EPS) recubiertas con vinilpel (película plástica extensible), con resultados de conservación no muy buenos. Como alternativa a estos métodos de conservación tradicional, surge la utilización de recubrimientos comestibles (RC) aplicando bajas temperaturas como medio para lograr reducir el deterioro de frutos durante el tiempo de almacenamiento (15).

Un RC se define como una capa delgada formada por materiales comestibles depositada sobre la superficie del alimento con el propósito es extender su vida útil y proporcionar una efectiva barrera contra los riesgos que generan las condiciones ambientales existentes (16, 17). Estos pueden estar constituidos por materiales poliméricos como proteínas o polisacáridos en solución hidro coloide (18), que actúan como un sistema mejorador de las propiedades mecánicas y de barrera. La inclusión de lípidos, ácidos grasos de cadena larga, resinas, aceites, ceras como carnauba (CC), candelilla y cera de abejas (19) en emulsión, por su carácter lipolítico, les permiten actuar como barrera al vapor de agua, disminuyendo su permeabilidad a niveles intermedios y actuando como sistema regulador de la transpiración en vegetales (20, 21, 22, 23, 24). Específicamente los RC aplicados sobre

frutos actúan como un sistema protector generando una atmósfera modificada que retrasa la maduración en frutas climatéricas y no climatéricas, ayuda a conservar la apariencia, disminuyen la transpiración, la pérdida de aromas y mejoran la textura (25).

La penca de sábila (*Aloe barbadensis* Miller) es utilizada desde las civilizaciones antiguas para aliviar la mayoría de las dolencias. De esta planta existe en el mundo aproximadamente una variedad de 300 especies, la más comercializada es la especie ***Barbadensis***, que a nivel de mercado presenta una importante acogida ya que se utiliza como antioxidante, anti-inflamatorio, estimulador de los procesos digestivos, activador del sistema inmunológico, para cicatrizar quemaduras y daños sufridos en la piel (26). Específicamente el gel mucilaginoso de *Aloe vera* ha tenido diversas aplicaciones como ingrediente de alimentos funcionales (27), en helados, en bebidas a base de frutas, (28), en yogures, en cosmetología y en medicina, gracias a la actividad biológica que poseen sus componentes como antiviral, purgativo, desinfectante, vermífugo y fungicida contra hongos patógenos entre otros (29, 30, 31).

Como RC se ha evaluado la aplicación de *Aloe vera* de uso farmacéutico en cereza dulce y en uva de mesa, con resultados bastante favorables respecto a la conservación de sus características sensoriales, el control de la actividad respiratoria, la pérdida de humedad, el pardeamiento enzimático y la reducción de proliferación de microorganismos a los 16 y 35 días respectivamente (32, 33).

Desde el sector Agroindustrial Colombiano, el cultivo de penca de sábila representa una oportunidad bastante interesante como estrategia de desarrollo rural. La utilización de la

penca sábila en la industria esta aumentando indicando esto la necesidad urgente de realizar investigaciones que permitan nuevas alternativas de uso para sus componentes (34).

El propósito de este trabajo fue aumentar la vida útil de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch *cv. Camarosa*) mediante la aplicación de dos RC desarrollado a partir del gel mucilaginoso de penca de sábila (*Aloe barbadensis* Miller) y cera carnauba, empacadas en cajas de poliestireno biorientado (BOPs) termo formadas, perforadas y conservadas en refrigeración a $5^{\circ} \text{C} \pm 0,5$, buscando reducir las pérdidas de calidad que se producen durante el almacenamiento y comercialización, sin afectar los atributos físicos y sensoriales de calidad de esta importante fruta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Se utilizó penca de sábila (*Aloe barbadensis*) especie Miller proveniente del municipio de Guarne (Antioquia – Colombia) y suministrada por el centro de acopio Agropaisa de Marinilla (Antioquia – Colombia). La cera carnauba grado alimentario en escamas y el polisorbato 80 (mono oleato de sorbitan) fueron adquiridos en la empresa Bell Chem Internacional S.A., el glicerol (99,5 %) fue suministrado por la empresa Andercol S.A.

Para la extracción del gel mucilaginoso se utilizaron hojas que cumplieron con las siguientes características mínimas; 600 gramos de peso, 60 cm de largo y un espesor de 2 cm. Las hojas, limpias y libres de abolladuras y cicatrices, fueron lavadas y desinfectadas en solución de hipoclorito de sodio a 50 ppm, posteriormente peladas y lavadas con abundante agua potable para retirar el gel mucilaginoso, el cual se homogenizó en agua destilada (50 % p/v) a 6000 rpm por 5 minutos.

Preparación del revestimiento comestible

Se realizaron ensayos preliminares en los que se evaluaron diferentes concentraciones de mucílago de penca sábila en solución acuosa desde el 10% P/P hasta el 60% P/P, que se aplicaron sobre bandejas plásticas de superficie lisa y se secaron por convección con aire caliente a 40°C durante 8 horas. Se determinó la concentración a la cual la película formada presentaba aparentemente mejores características de firmeza y se procedió a evaluar su adherencia, color y brillo de manera cualitativa aplicado en fresas almacenadas en refrigeración durante 10 días. A partir de las observaciones realizadas se incluyó en la formulación glicerol para inferir mayor plasticidad y además se diseñó un segundo recubrimiento de solución de mucílago de penca sábila en emulsión con cera carnauba y adición de una mezcla de surfactantes como estabilizantes de las fases formadas al emulsificar el sistema. Para ambos RC se realizaron las mismas evaluaciones cualitativas descritas anteriormente y se aplicaron sobre fresas a las mismas condiciones de

almacenamiento, con resultados aparentes muy satisfactorios frente a la adherencia, el color, el brillo y la conservación de los frutos en el tiempo.

Se realizó también el análisis de la microestructura de la emulsión por microscopía electrónica de barrido (SEM), con un microscopio marca JEOL referencia JSM 5910 LV bajo condiciones de vacío a 15 Pa, previo secado parcial de la muestra a temperatura ambiente 12 horas. Las micrografías fueron tomadas a 2000 X con el fin de determinar el tamaño medio de partícula grasa en la emulsión del RC. La Figura 1 presenta las micrografías a 2000 aumentos del RC en emulsión y un tamaño promedio de gotas de cera carnauba de 6.17 μm .

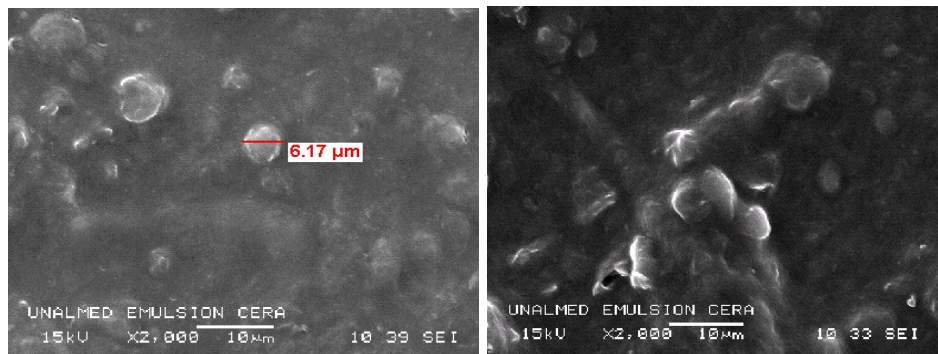


Figura 1. Micrografía del recubrimiento emulsión con cera carnauba

Frente a la estabilidad física de la emulsión el tamaño de las gotas de cera es de gran importancia ya que influye directamente en la velocidad de agregación por fenómenos como la coalescencia, sedimentación y floculación (35).

Finalmente, dos recubrimientos comestibles fueron formulados: el tratamiento M; gel mucilaginoso de sábila en agua con adición de 0,75% w/w de glicerol como plastificante, calentado a 90°C durante 5 minutos y enfriado a 25 °C y el tratamiento C; que consistió en una fase oleosa formada por cera carnauba al 0,1 % w/w y una fase acuosa del RC M, ambas fases fueron calentadas por encima del punto de fusión de la cera, luego se adicionó polisorbato 80 al 0,01% % w/w y se homogenizó por cizalladura (con un equipo marca Waring Commercial, modelo WSB60) durante 5 minutos a 16.000 rpm. Una vez preparados los dos RC se almacenaron en refrigeración a 5 °C hasta el momento de su aplicación.

Método

Se utilizaron fresas (*Fragaria x ananassa* Duch cv. *Camarosa*) cultivadas en el municipio de Envigado (Antioquia – Colombia), recién cosechadas se transportaron al laboratorio y se almacenaron bajo condiciones de refrigeración. Los frutos se clasificaron teniendo en cuenta la uniformidad en el grado de madurez, forma y tamaño (36). Las fresas se sumergieron en los respectivos RC durante 30 s. Luego fueron secadas por convección con aire forzado durante 1 hora a 20 °C. Fresas sumergidas en agua destilada se utilizaron como tratamiento control (Blanco: B).

Después del proceso de revestimiento, las fresas se envasaron en cajas termo formadas de poliestireno biorientado (BOPs) con perforaciones (15 frutos por caja) y se almacenaron en

una cava de refrigeración a $5 \pm 0,5$ ° C y 75% de humedad relativa durante 10 días. Se recubrieron frutos para los tres tratamientos y tiempos de almacenamiento, siete repeticiones para cada tratamiento por triplicado. Se analizaron los días 1, 3, 5, 7 y 10 un total de 105 fresas para la cuantificación del peso y del índice de respiración, para los análisis fisicoquímicos de textura y color 63 fresas los días 0, 5 y 10. Finalmente para el análisis sensorial un total de 270 frutos.

Pérdida de peso

Las pérdidas de peso (%PP) se determinaron por gravimetría mediante la diferencia entre pesos tomando como base el peso inicial (P_i) menos el peso del fruto al final (P_f) del almacenamiento y expresando los resultados como porcentaje de pérdida de peso (%) mediante la siguiente ecuación:

$$\% PP = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \cdot 100 \quad (1)$$

Firmeza

La firmeza se determinó utilizando un analizador de textura TA.XT2 (Stable Micro System) y el software Texture Expert Exceed, v 2.64 - Se utilizó una sonda metálica de 5 mm de diámetro, a una velocidad de 5 mm/s y una deformación de 10 mm sobre una de las caras en la zona media de cada fruto. Los resultados se expresaron en g-f.

Análisis fisicoquímicos

Después del análisis de firmeza las fresas se desintegraron. De cada fresa se pesaron 10 g de pulpa que se homogenizaron en 100 ml de agua destilada a 20° C. Se midió el pH con un potenciómetro marca Schott modelo CG840B, los sólidos solubles en °Brix se determinaron con un refractómetro marca ATAGO modelo HSR500 en escala de 0 a 42%. El % de acidez se cuantificó por volumetría, titulando el sobrenadante con NaOH 0,1N y fenoltaleína como indicador, los resultados se expresaron como % de ácido cítrico (37).

Mediciones de color

La determinación del color se llevó a cabo utilizando un espectro colorímetro marca X-RITE, modelo SP64, iluminante D65 y el observador estándar de 10° como sistema de referencia, obteniendo las coordenadas de color L* que es el indicador de la luminosidad, a* (cromaticidad (-) verde a (+) rojo) y b* (cromaticidad (-) azul a (+) amarillo). Para cada fruto se realizaron tres mediciones en la zona ecuatorial.

Índice de respiración

El índice de respiración se determinó a partir del método citado por Márquez *et al.*, (38) para la evaluación del índice de respiración en tomate de árbol expresado como mg de CO₂

/ h * kg, que se fundamenta en la modificación del método químico de Pettenkoffer, consistente en neutralizar el CO₂ producto de la respiración del fruto, con NaOH (0,1 N), determinando la cantidad de H₂CO₃ a partir de la diferencia de concentraciones de la solución de NaOH inicial (0,1 N) y la concentración de NaOH parcialmente neutralizada. Obteniendo la cantidad de CO₂ por métodos estequiométricos a partir del H₂CO₃. Para la realización de este análisis se pesaron 6 frutos por tratamiento y se introdujeron 1 hora en la cámara de respiración para cada día (1, 3, 5, 7 y 10) respectivamente.

Análisis sensorial

La valoración sensorial se realizó con un panel compuesto por 7 jueces entrenados, la prueba utilizada fue un perfil sensorial por aproximación multidimensional para tres tratamientos, donde a través de una escala descriptiva se cuantificó teniendo en cuenta la Norma Técnica Colombiana 3932 (39) que presenta una escala donde 0 es ausente, 1 es leve intensidad y 5 muy intenso, para efecto del estudio se define 3 como el límite inferior de aceptación de los frutos tratados. Se evaluaron atributos de olor, firmeza, sabor y color para los tiempos 0, 5 y 10 días de almacenamiento.

Análisis estadístico

El efecto de los recubrimientos comestibles en las variables de respuesta antes descritas fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) y por el método LSD (mínimas diferencias significativas) de comparaciones múltiples, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$). Para los análisis estadísticos se utilizó el paquete el estadístico STATGRAPHICS PLUS versión 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pérdida de peso

El ANOVA no mostró diferencias estadísticas ($P < 0,05$) en la pérdida de peso %PP de las fresas recubiertas con respecto al factor tratamiento a los 3 y 5 días de almacenamiento (Véase figura 2). Sin embargo a los 7 y 10 días de almacenamiento presentaron menor %PP en las fresas del tratamiento C (0,35%) y el tratamiento M (0,40%) frente al control (0,58%). Esto podría explicarse por la acción de barrera que ejerce el mucílago y la cera carnauba frente a la difusión del vapor de agua (40). Estos resultados de disminución de pérdida de peso están acordes con los reportes bibliográficos presentados por Martínez et al, (32) para un RC de Aloe vera evaluado en cereza.

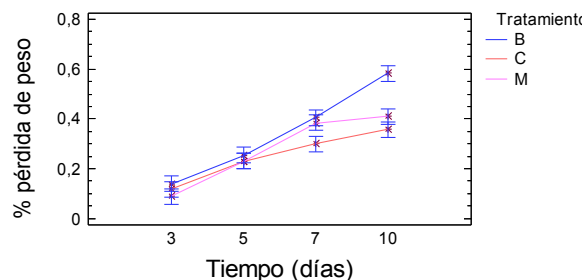


Figura 2. Evolución del porcentaje de pérdida de peso evaluado en fresa sin recubrir (B), fresa recubierta con mucílago de penca sábila (M) y con cera carnauba y mucílago de penca sábila (C), almacenadas 10 días a 5°C.

Firmeza

El ANOVA no reportó diferencias significativas ($P > 0.05$) por efecto del factor tiempo con respecto a la firmeza de las fresas recubiertas con mucílago de penca sábila y con la emulsión de cera carnauba (Véase figura 3). Sin embargo, el ANOVA y la prueba LSD mostraron a los 10 días de almacenamiento la mayor firmeza entre 850gf y 880gf en las fresas recubiertas C y M, respectivamente, mientras que en las fresas no recubiertas la firmeza se redujo a niveles de 390 gf debido, muy probablemente a que se produce mayor migración de vapor de agua a nivel de la superficie favoreciendo el crecimiento de moho gris que genera daños estructurales en los tejidos permitiendo su ablandamiento (41, 42), cabe destacar también que esta se encuentra directamente relacionada con el aumento en el % de pérdida de humedad en los frutos sin recubrimiento. La leve disminución de firmeza durante los primeros 5 días de almacenamiento en los tres tratamientos evaluados, podría estar asociada a la degradación del parénquima cortical que forma la pared celular debido a procesos de degradación enzimática (43) y a la misma pérdida de humedad durante el almacenamiento. Los resultados obtenidos para la firmeza coinciden con los presentados por Han, Zhao, Leonard y Traber (44), para un RC a base de quitosano y por otros autores (45) con un RC de mucílago de cactus, ambos estudios evaluados en fresa.

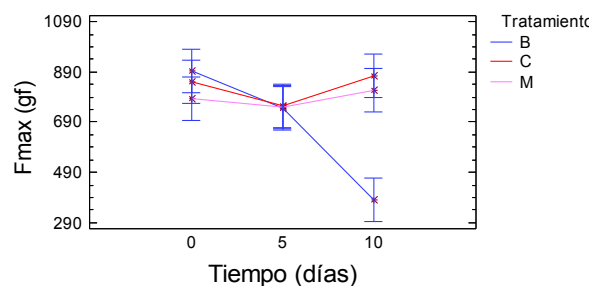


Figura 3. Evolución de la Firmeza, evaluada en fresa sin recubrir (B), fresa recubierta con mucílago de penca sábila (M) y con cera carnauba y mucílago de penca sábila (C), almacenadas 10 días a 5°C.

Fisicoquímicos

El ANOVA para los sólidos solubles (°Brix) de las fresas recubiertas con mucílago y con cera carnauba, frente a los frutos de control no presentó diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) en los días 0 y 5 de almacenamiento (véase figura 4 A) por efecto de los factores tratamiento y tiempo, exhibiendo un rango de valores medios entre 7.22 y 7.80 °B. Ahora, el ANOVA y la prueba LSD, exhiben que los RC frente al control no mostraron efecto significativo en el contenido de sólidos solubles a los 10 días de almacenamiento, sin embargo se muestra un descenso importante en los °Brix que marca diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) con respecto a los 0 y 5 días de almacenamiento, esto explicado posiblemente por el proceso normal de maduración de los frutos (46), ya que los azúcares resultantes de la hidrólisis de la sacarosa se utilizan como sustrato en reacciones metabólicas de respiración (47). Estos resultados están diferentes con los reportes bibliográficos de un RC a base de gelatina aplicado sobre fresa y almacenado en refrigeración 13 días (48) y coinciden en presentar una tendencia descendente con los reportados por Tanada PS, Grosso CRF (2005) para un RC de doble capa compuesto por gluten y cera de abejas aplicado sobre fresas (49). Ahora, para el cambio del pH en función del tiempo de almacenamiento se observó un crecimiento a partir del día 5, presentando diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tiempos 0 y 10 para la muestra

referencia B (véase figura 4B), aunque los rangos de variación son mínimos. Los tratamientos C y M no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$) ni en el tiempo ni entre ellos. Por otro lado los resultados obtenidos para los tres tratamientos con respecto al % de acidez mostraron un decrecimiento en función del tiempo, pero no se presentaron cambios significativos ($p>0.05$) y no se ve un efecto generado por el tratamiento en esta variable (véase figura 4C). Se observó en los tres tratamientos la tendencia de disminuir la acidez con el aumento del pH de los frutos, posiblemente debido a que en el caso de los RC éstos ralentizan la frecuencia respiratoria en las fresas y retrasan la utilización de los ácidos orgánicos en las reacciones enzimáticas (50). Los resultados obtenidos para pH y acidez coinciden con los reportados en diferentes estudios en la aplicación de RC a base de quitosano, de gelatina y de gluten de trigo evaluados en fresas almacenadas en refrigeración (44, 48, 50).

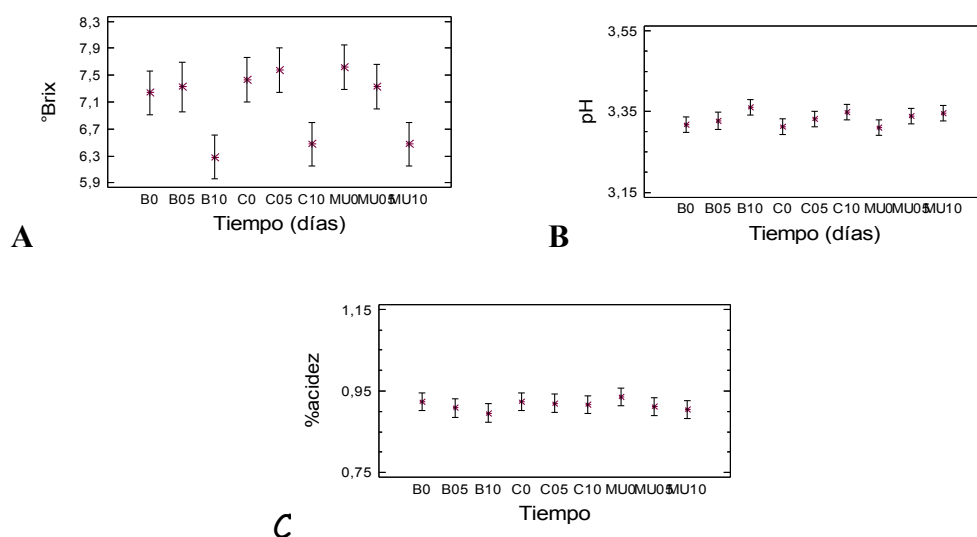


Figura 4. Característica físico químicas de pH, °Brix y % de acidez evaluados en fresa sin recubrir (B), fresa recubierta con mucílago de penca sábila (M) y con cera carnauba y mucílago de penca sábila (C), almacenadas 10 días a 5°C.

Color

La figura 5 exhibe los valores medios con intervalos LSD (95%) de las variables de color L^* , a^* y b^* en la zona ecuatorial de los frutos durante el almacenamiento evaluado a los 0, 5 y 10 días en fresas control y las fresas recubiertas con mucílago y cera carnauba, en todos los casos se observan diferencias significativas ($p < 0.05$) por efecto de los factores tiempo y tratamiento.

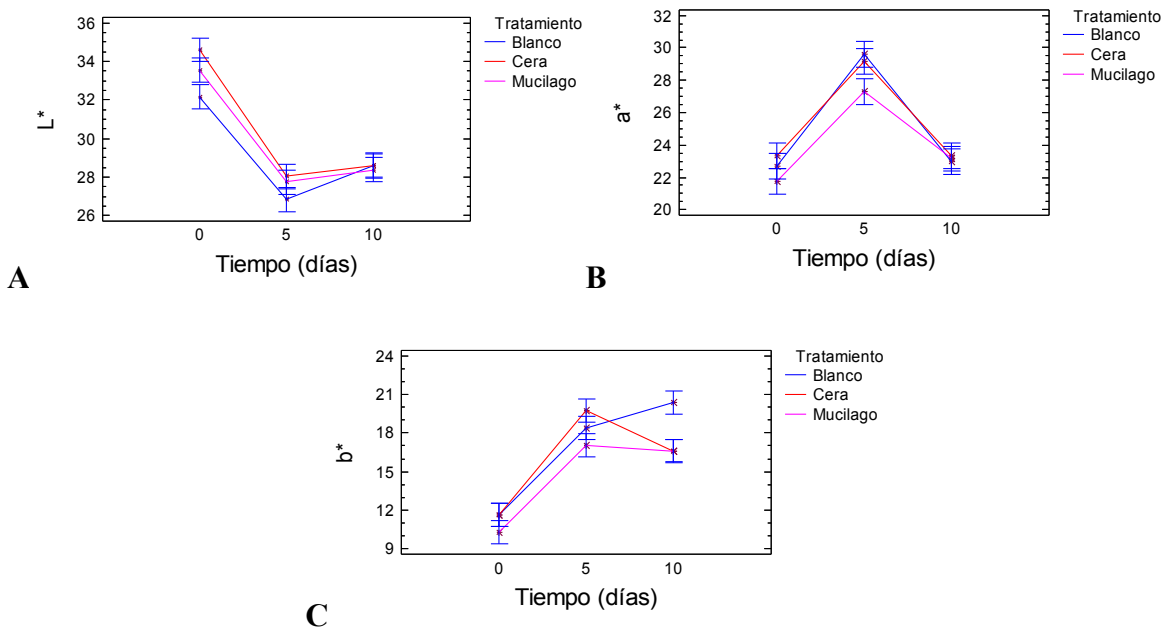


Figura 5. Evolución de los parámetros de color L^* , a^* y b^* en la zona ecuatorial del fruto evaluados en fresa sin recubrir (B), fresa recubierta con mucílago de penca sábila (M) y con cera carnauba y mucílago de penca sábila (C), almacenadas 10 días a 5°C .

El ANOVA presentó diferencia significativa en L^* ($p < 0.05$) por efecto de los tratamientos con respecto al control en el inicio (véase figura 5A) al tiempo 0. Por otro lado se presentan diferencias significativa ($p < 0.05$) por efecto del factor tiempo entre el

día cero contra el grupo homogéneo formado por los días 5- 10. Ambas diferencias están asociadas posiblemente al oscurecimiento de la piel del fruto ($< L^*$) debido al pardeamiento oxidativo y a la pérdida de humedad que presentaron las fresas durante el almacenamiento (51). Finalmente se encontró que la aplicación de RC no afectó la luminosidad de las fresas con respecto a la muestra control. Los resultados obtenidos presentan coincidencia con los reportados por Hernández-Muñoz *et al.*,(51).

Ahora, en cuanto a la coordenada cromática a^* (tonalidad rojiza de la epidermis de la fresa) el ANOVA no mostró diferencia estadística ni al inicio y ni al final del almacenamiento (véase figura 5B) donde las mediciones se comportan como un solo grupo homogéneo que comparados con los datos del día 5, se observa un notable incremento y posterior descenso en los valores de a^* , presentando diferencia estadísticamente significativa ($p<0.05$) con este, el aumento en la tonalidad de a^* se encuentra asociado con la pérdida de humedad de los frutos en el almacenamiento debido a la transpiración y la disminución en el enrojecimiento probablemente se debe a un aumento de la actividad respiratoria y enzimática que llevan a una pérdida de calidad de los frutos por pardeamiento oxidativo (45).

Al inicio y al día 5 del almacenamiento (véase figura 5C) el ANOVA no mostró diferencia estadística ($p>0.05$) entre tratamientos en la coordenada cromática b^* (tonalidad amarilla de la epidermis en la fresa). Para el día 10 se observó una notable disminución de b^* en los frutos con RC frente a los frutos control presentando diferencia significativa ($p<0.05$) por efecto de los tratamientos con respecto al control, situación que se asocia con reacciones

de pardeamiento enzimático y disminución del ácido ascórbico por su degradación (53, 54). Para los datos obtenidos de a^* y b^* coinciden con los reportados por Sanz *et al.*,(1) para fresas frescas almacenadas en refrigeración, y con los presentados por V Del Valle (45) para fresas recubiertas con mucílago de cactus y almacenadas en refrigeración.

Índice de respiración

La figura 6 exhibe los valores medios con intervalos LSD (95%) del índice de respiración expresado como $\text{mg CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ y cuantificado a los días 1, 3, 5, 7, 10 en las fresas control y las fresas recubiertas con mucílago y cera carnauba, donde se observan diferencias significativas ($p < 0.05$) por efecto de los factor tratamiento.

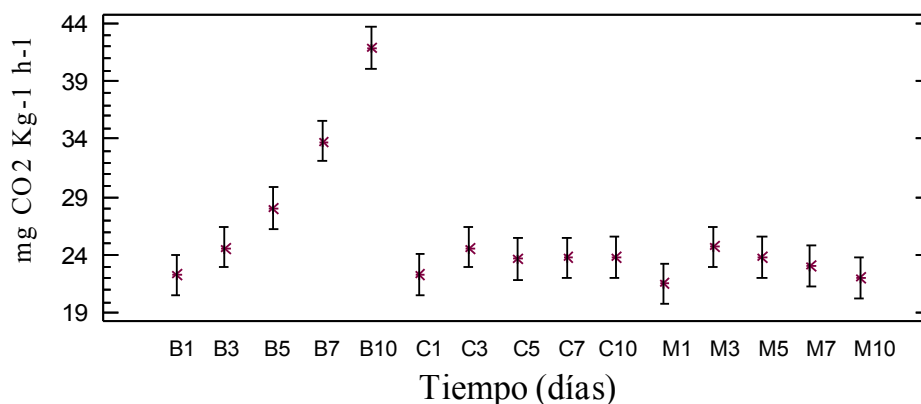


Figura 6. Comportamiento de los datos del índice de respiración para fresa sin recubrir (B), fresa recubierta con mucílago de penca sábila (M) y con cera carnauba y mucílago de penca sábila (C), almacenadas 10 días a 5°C.

Al inicio y a los 3 días de almacenamiento el ANOVA no presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los frutos control y los recubiertos, sin embargo a partir del día 5 las fresas

con RC muestran un leve descenso en la actividad respiratoria presentando valores que se mantuvieron entre 23.72 y 22.05 mg CO₂ / h-kg hasta el día 10 de almacenamiento, formando un solo grupo homogéneo de comportamiento similar, en comparación con los frutos control que presentaron una curva ascendente en términos de actividad respiratoria hasta registrar en promedio 41.88 mg CO₂ / h - kg al final en el día 10, evidenciando que existe diferencia significativa ($P < 0.05$) por efecto de los tratamientos. Dicho incremento presenta un comportamiento aparente al de un fruto climatérico en el tiempo, esto debido muy probablemente, al evidente crecimiento del moho gris en los frutos control generando daños estructurales en los tejidos permitiendo su ablandamiento y favoreciendo procesos fermentativos que aportaron CO₂ al sistema y fue retenido en la cámara de respiración (41, 42). En sentido contrario los RC aplicados lograron reducir la actividad respiratoria de los frutos actuando como barrera a los gases producto del intercambio gaseoso que realiza el fruto con el ambiente que lo rodea.

Por otro lado, también se observó que entre los tratamientos aunque no hay diferencia significativa ($P > 0.05$) el RC a base de mucílago presenta una leve tendencia a disminuir la actividad respiratoria, mientras que recubrimiento con adición de cera carnauba la tendencia fue a mantener constante el índice de respiración, este efecto posiblemente pudo deberse a la influencia del desarrollo de la microestructura en el tamaño de los glóbulos grasos y a su distribución en el RC frente a los efectos de permeabilidad a gases generando una atmosfera medianamente controlada (55). Los resultados obtenidos en la actividad respiratoria presentan similitud con los registrados por Trejo-Márquez (48) en fresa variedad Camarosa.

Sensorial

Para el descriptor olor (véase figura 7A) las muestras analizadas presentaron una tendencia individual decreciente en el tiempo así: Los frutos de control (4,31 a 3,62), frutos con RC a base de mucílago (3,60 a 3,12) y los frutos con RC a base de cera carnauba (3,13 a 2,80). Ahora, realizando un análisis comparativo entre el control y los tratamientos con RC, se presenta diferencia significativa ($P < 0,05$) al inicio y al día 5 por efecto de los recubrimientos debido a la influencia que tienen en la difusión de los aromas, ya disminuyeron la percepción del olor a fresas en los analistas, esto se debe a que los RC se comportan como barrera semipermeable que reduce el paso de compuestos aromáticos desprendidos por el fruto (44).

El ANOVA para el descriptor firmeza en el Blanco y para cada tratamiento no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) por efecto de los factores tiempo y tratamiento (véase figura 7B). Sin embargo, los resultados muestran como en el tiempo para cada tratamiento los analistas percibieron la pérdida progresiva de textura así; para el tratamiento B disminuyó un 14.7%, para el tratamiento C disminuyó un 12.6% y para M la disminución fue de 11.3%. Este comportamiento fue quizás debido a la degradación gradual de la pectina de la pared celular por actividad enzimática propia del fruto después de su proceso de recolección (41) y a la misma senescencia del fruto.

El ANOVA para el descriptor sabor (véase figura 7C) en el blanco presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) en el tiempo presentando dos grupos homogéneos uno conformado

por 0 y 5 días con una leve tendencia al aumento en la percepción relacionada con la pérdida de humedad y otro por el día 10 donde decrece la apreciación hasta 1.00 en el tratamiento control (B). Esto se presentó debido al alto deterioro que sufre el fruto por actividad enzimática y la alta invasión de moho gris (41, 42) que imposibilitó la degustación de los frutos para algunos de los analistas. Para el tratamiento C el rango de valores medios obtenidos (3,31) no presentó diferencias significativas ($p>0.05$) con respecto al tiempo. En M el comportamiento muestra que la percepción decreció de 4.06 a 3.31 evidenciando diferencia significativa ($p<0.05$) formando dos grupos homogéneos, entre el tiempo 0 y los 5 - 10 días, esto se explica por deterioro normal del fruto durante un periodo de almacenamiento prolongado.

Por otro lado se presentaron diferencias significativas ($p<0.05$) por el factor tratamiento entre el blanco y los dos RC ya que, a medida que transcurren los días blancotas fresas sin recubrimiento perdieron sus atributos de sabor lo que hace que se marque una gran diferencia con respecto a las fresas recubiertas que sensorialmente resultaron ser similares, evidenciando el efecto positivo que tienen los RC en la conservación del sabor de los frutos en su vida de anaquel. Los resultados respecto al sabor coinciden con los presentados por V Del Valle (45) para fresas recubiertas con de mucílago cactus.

El ANOVA para la percepción del color (véase figura 7D) en las muestras patrón, en las muestras recubiertas con mucilago y en las muestras con cera carnauba no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) por efecto de los factores tiempo y tratamiento, sin

embargo para los tiempos 0 y 5 días se observa una leve tendencia al descenso de las percepciones del color en los tres casos.

El ANOVA para el color (véase figura 7D) en las muestras recubiertas y en las muestras patrón para los tiempos 0 y 5 días no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) por efecto de los factores tiempo y tratamiento, sin embargo se observa una leve tendencia al descenso de las percepciones del color en los tres casos. Por otro lado entre los tiempos 5 y 10 se presenta un leve aumento en la valoración del color de manera individual para el blanco del 7.75% y para los recubrimientos cera del 10.08% y mucílago del 19.06% presentando diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) para B y M en el tiempo 10 con respecto a C en el tiempo 5, posiblemente debido a la actividad enzimática y a variaciones propias del fruto en sus características sensoriales producto del metabolismo normal (54).

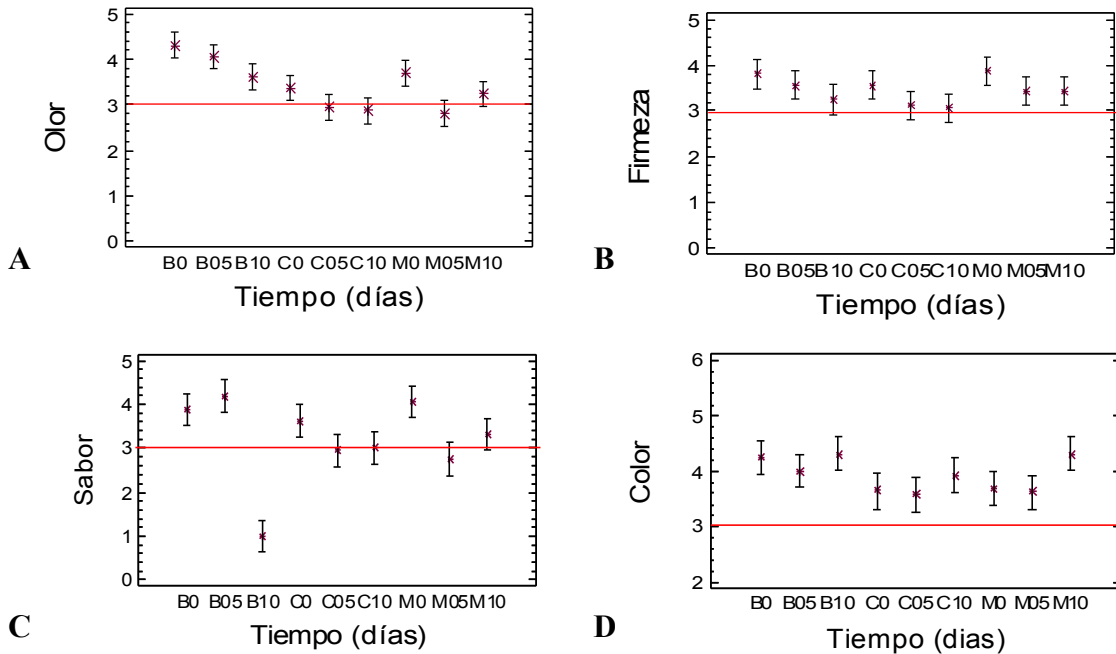


Figura. 7 Evolución de los atributos sensoriales evaluados en fresa sin recubrir (B), fresa recubierta con mucílago de penca sábila (M) y con cera carnauba y mucílago de penca sábila (C), almacenadas 10 días a 5°C.

CONCLUSIONES

En los ensayos preliminares quedó demostrado que la utilización de RC a partir del gel mucilaginoso de penca sábila, en dilución acuosa, es recomendada a partir de concentraciones del 30% P/P lográndose obtener la formación de películas para la utilización de revestimientos comestibles.

Este estudio muestra que los RC a base de mucílago de penca sábila aplicados sobre fresas frescas logran aumentar la vida útil en 10 días, disminuyendo las pérdidas de humedad, el índice de respiración, manteniendo la firmeza y retrasando los cambios de color, en comparación con los frutos utilizados como tratamiento control. En términos del análisis sensorial la aplicación de ambos revestimientos satisfizo la percepción de los jueces en comparación con los frutos control frente a los parámetros de color, olor, textura y sabor hasta diez días de almacenamiento.

La adición de cera carnauba al RC de mucílago de penca sábila mostró un efecto favorable frente a las pérdidas de humedad a los 7 y 10 días y un significativo mantenimiento de la firmeza del fruto a los 10 días de almacenamiento. La evaluación sensorial permitió

establecer que las fresas recubiertas con ambos tratamientos mantuvieron el atributo de sabor de los frutos hasta el día 10, mientras las fresas control presentaron rechazo a los 5 días de almacenamiento.

Nuevos estudios se podrían realizar para evaluar el efecto que presenta la penca sábila frente al crecimiento del moho *Botritis cinerea* en la fresa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Laboratorio de Análisis Microbiológico y Físicoquímico de la corporación Interactuar, al laboratorio de Análisis Sensorial de la Universidad de Antioquia y al Laboratorio de Control y Calidad de Alimentos de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín por su apreciable aporte en el desarrollo experimental.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS

1. Sanz C, Perez AG, Olías R, Olias JM. Quality of strawberries packed with perforated polypropylene. *J. Food Sci.* 1999; 64(4): 748–752.
2. Mitcham E, Crisosto C, Kader C. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/index.html>. Consultado: 22 de Julio de 2007.
3. Mertely JC, MacKenzie SJ, Legard DE. Timing of fungicide applications for *Botrytis cinerea* based on development stage of strawberry flowers and fruit. *Plant Dis.* 2002; 86(9): 1019–1024.
4. Shafir S, Dag A, Bilu A, Abu Toamy M, Elad Y. Honey bee dispersal of the biocontrol agent *Trichoderma harzianum* T39: effectiveness in suppressing *Botrytis cinerea* on strawberry under field conditions. *J Plant Pathol.* 2006; 116(2): 119–128.
5. Ceponis MJ, Cappellini RA, Lightner GW. Disorders in sweet cherry and strawberry shipments in the New York market, 1972–1984. *Phytopathology.* 1987; 71(5): 472–475.

6. Azodanlou R, Darbellay C, Luisier JL, Villettaz JC, Amado R. Quality assessment of strawberries (*Fragaria* species). *J Agric Food Chem.* 2003; 51(3): 715–721.
7. Zhang H, Lei Wang Ying Dong, Song Jiang, Jian Cao, Rujie Meng. Postharvest biological control of gray mold decay of strawberry with *Rhodotorula glutinis*. *Biological Control.* 2007; 40 (2): 287-292.
8. Robertson GL. *Food Packaging Principles and Practice.* 2 ed. New York, EE.UU, Marcel Dekker; 1993. p. 484–499.
9. Cordenunsi BR, Nascimento, JRO, Lajolo FM. Physicochemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chem.* 2003 83(2): 167-173.
10. Mitcham EJ. 2004. Strawberry. In: Gross, K.C., Wang, C.Y., Saltveit, M.E. (Eds.). *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Crops.* U.S. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/index.html>. Consultado: 15 de mayo de 2008.
11. Nagata, M, Tallada, JG, Kobayashi T. Bruise Detection using NIR Hyperspectral Imaging for Strawberry (*Fragaria * ananassa* Duch). *Environ Control Biol.* 2006; 44(2): 133-142.

12. Wilson CL, Wisniewski ME, Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables an emerging technology. *Annu Rev Phytopath.* 1989; 27: 425-441.

13. Weir A. 1996. Improvement of Post-harvest Fresh Fruits and Vegetables Handling-A. [Sitio en internet]. Disponible en:
http://www.fastonline.org/CD3WD_40/INPHO/VLIBRARY/X0055S/ES/X0055S00.HTM.
Consultado: 18 de mayo de 2008.

14. Nielsen T, Leufve'n A. The effect of modified atmosphere packaging on the quality of Honeoye and Korona strawberries. *Food Chem.* 2008; 107 (3): 1053–1063.

15. Xu S, Chen X, Sun D. Preservation of kiwi fruit with an edible film at ambient temperature. *J Food Eng.* 2001; 50 (4): 211–216.

16. McHugh TH, Senesi E. Apple wraps: a novel method to improve the quality and extend the shelf life of fresh-cut apples. *J Food Sci.* 2000; 65 (3): 480-485.

17. Del Nobile A, Conte C, Scrocco I. Brescia Innovative New strategies for minimally processed cactus pear packaging M.A. *Innovative Food Sci Emerging Technol.* 2009; 10 (3): 356–362

- 18 Carrasco EU, Villarroel M, Cevallos LC. Efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad sensorial de pimentones verdes (*Capsicum annuum L.*) durante el almacenamiento. *ALAN*. 2002; 52 (1): 84-90.
19. Hernández E, Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo M. (Eds), Edible coatings from lipids and resins. In: *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. Lancaster, PA: Technomic Publishing Company. 1994; 279–303.
20. Morillon V, Debeaufort F, Blond G, Capelle M, Voilley A. Factors affecting the moisture permeability of lipid edible films: a review. *Critical Review in Food Sci Nutri*. 2002; 42 (1): 67–89.
21. Bai J, Robert D, Hagenmaier EA, Baldwin. Coating selection for ‘Delicious’ and other apples. *Postharvest Biol Technol*. 2003; 28(3): 381-390
22. Karbowski T, Debeaufort F, Voilley A. Influence of thermal process on structure and functional properties of emulsion-based edible films. *Food Hydrocoll*. 2007; 21 (5): 879 - 888.
23. Ozdemir M, Floros J. Optimization of edible whey protein films containing preservatives for water vapor permeability, water solubility and sensory characteristics *J Food Eng*. 2008, 86 (2): 215-224

24. Rojas A, Del Río MA, Pérez- Gago MB. Development and optimization of locust bean gum (LBG)-based edible coatings for postharvest storage of 'Fortune' mandarins. *Postharvest Biol Technol.* 2009; 52 (2): 227–234.
25. Olivas GI, Barbosa-Cánovas GV. Edible coating for fresh-cut fruits. *Crit Rev Food Sci Nutri.* 2005; 45 (1): 657-670.
26. Rodríguez DI, Santana GO, Recio LR, Fuentes NM, Beneficios del Aloe Vera l. (sábila) en las afecciones de la piel. *Revista Cubana Enfermería.* 2006; 22(3): 52 – 55.
27. Vega A, Ampuero C, Nevenka Díaz N, Luis. El Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) como componente de alimentos funcionales. *Rev Chil Nutr.* 2005; 32 (3): 208-214.
28. He Q, Changhong L, Kojo E, Tian Z. Quality and safety assurance in the processing of Aloe vera gel juice. *Food Control.* 2005; 16 (2): 95-104.
29. García MA. Martino MN, Zaritzky NE. Plasticized Starch-Based Coatings To Improve Strawberry (*Fragaria _ Ananassa*) Quality and Stability *J Agric Food Chem.* 1998; 46 (9): 3758 – 3767.
30. De Rodríguez JD, Hernández Castillo D, Rodríguez García R, Angúlo Sanchez JL. Antifungal activity in vitro of aloe vera pulp and liquid fraction against plant pathogenic fungi. *Industrial Crops and Products.* 2005, 21(1):81-87.

31. Rosca Casian J, Parvu M, Vlase L, Tamas M. Antifungal activity of Aloe vera leaves. *Fitoterapia*. 2007, 78(3): 219-222.
32. Martínez L, Romero N, Albuquerque JM, Valverde F, Guillén S, Castillo D, et al. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating. *Postharvest Biol Technol*. 2006; 39 (1): 93–100.
33. Serrano M, Valvere J.M, Quillen F, Castillo S, Martinez D, Valero D, Use of Aloe vera gel coating preserves the functional properties of table grapes, *J Agric Food Chem*. 2006; 54(11): 3882-3886.
34. Ramírez A. Sábila = salud = vida producción y comercialización de penca sábila. [Tesis de especialización] Colombia: Universidad Católica de Oriente Rionegro, Antioquia; 2002. 77 p.
35. Fennema O. 1993. *Química de los alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza: 1095 p.
36. Norma Técnica Colombiana. NTC 4103. Frutas frescas. Fresa variedad *Chandler*. Especificaciones. Santafé de Bogotá, Colombia: ICONTEC; 1997.
37. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 15 th ed. Arlington, VA. 1990.

38. Márquez C, Otero C, Cortes M. Cambios Fisiológicos, texturales, fisicoquímicos y micro estructurales del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea S*) en poscosecha. [Tesis de maestría] Colombia: Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Antioquia; 2007. 171 p.
39. Norma Técnica Colombiana. NTC 3932. Análisis sensorial. Identificación y selección de descriptores para establecer un perfil sensorial por una aproximación multidimensional. Santafé de Bogotá, Colombia: ICONTEC; 1996.
40. Pérez-Gago MB, Krochta J.M. Drying temperature effect on water vapor permeability and mechanical properties of whey protein–lipid emulsion films. *J Agric Food Chem.* 2000; 48 (7): 2687–2692.
41. Almenar R. Envasado Activo de Fresas Silvestres, [Tesis Doctoral] España: Universidad De Valencia; 2005. p 225.
42. Wszelaki AL, Mitcham EJ. Effect of combinations of hot water dips biological control and controlled atmospheres for control of gray mold on harvested strawberries. *Postharvest Biol Technol.* 2003; 27 (3): 255–264.

43. Redondo NJ, Moyano E, Medina EN, Caballero JL, Muñoz JA. fruit- specific and developmentally regulated endopolygalacturonase gene from strawberry (*Fragaria x ananassa* cv. *Chandler*). J Exp Bot. 2001; 52 (362): 1941 – 1945.
44. Han C, Zhao Y, Leonard SW, Traber MG. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria × ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). Postharvest Biol Technol. 2004;33 (1) 67–78.
45. V Del Valle D, Hernández P, Guarda A, Galotto MJ, Del-Valle V. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. Food Chem. 2005; 91(4): 751–756.
46. Ferreira da Mota W, Chamhum-Salomão LC, Cecon RP, Finger FL. Waxes and plastic film in relation to the shelf life of yellow passion fruit. Scientia Agricola. 2003; 60 (1): 51-57.
47. García C, Zafrilla, P, Romero F, Abellán P, Artés F, Tomás Barberán, FA. Color stability of strawberry jam is affected by cultivar and storage temperature. J Food Sci. 1999; 64 (2): 243 – 247.
48. Trejo-Márquez, Ramos-López KA, Pérez-Guillén C. Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa (*Fragaria Vesca L.*) almacenada en refrigeración. V Congreso iberoamericano de tecnología postcosecha y agro

exportaciones. Cartagena, España: Editorial Grupo Postrecolección y Refrigeración UPCT; 2007. 978-84.

49. Tanada PS, Grosso CRF, Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. *Postharvest Biol Technol.* 2005; 36 (2): 199–208.

50. Pelayo C, Ebeler SE, Kader AA. Postharvest life and flavour quality of three strawberry cultivars kept at 5 °C in air or air + 20 KPa CO₂. *Postharvest Biol Technol.* 2003; 27 (2): 171-183.

51. Hernández-Muñoz P, Almenar E, Ocio MC, Gavara R. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*) *Postharvest Biol Technol.* 2006; 39 (3): 247–253.

52. Nunes MCN, Brecht JF, Morais AMMB, Sargent SA. Possible influences of water loss and polyphenol oxidase activity on anthocyanin content and discolouration in fresh ripe strawberry (cv. Oso Grande) during storage at. *J Food Sci.* 2005; 70 (8): 79–84.

53. García Viguera, Zafrilla P, Romero F, Abellán P, Artés F, Barberán TFA. Color stability of strawberry jam is affected by cultivar and storage temperature. *J Food Sci.* 1999; 64 (2): 243 - 247.

54. Hutchings JB. Food color and appearance. 2° ed. United States of America: Editorial Services; 1999.

INSTRUCCIONES PARA LA PUBLICACIÓN DEL ARTÍCULO

REVISTA VITAE (ISSN 0121-4004)

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

Acta 546 de Marzo 11 de 2005

A. CARACTERÍSTICAS

1. La Revista VITAE es una publicación oficial de la Facultad de Química Farmacéutica, de periodicidad semestral, y tiene como misión la divulgación del pensamiento científico y el quehacer a nivel investigativo en los diversos campos de las ciencias farmacéuticas, alimentarias y afines.

2. Posición de la revista. La opinión de la Facultad frente a los diversos temas de interés se consigna a través de sus páginas editoriales. La responsabilidad por los juicios, opiniones y

puntos de vista expresados en los artículos publicados corresponde exclusivamente a sus autores.

3. Reserva de derechos. El estudio y la selección de los artículos enviados por los colaboradores para su publicación en la revista, están a cargo del Comité Editorial y el Comité Científico. La recepción de un trabajo no implica su publicación ni el compromiso por parte del Comité Editorial con respecto a su fecha de aparición; así mismo, se reserva el derecho de realizar las modificaciones editoriales que a su juicio sean necesarias para la publicación en la revista.

Los artículos deben ser originales e inéditos y se publicarán en estricto orden de recepción y aprobación. Antes de la publicación de un artículo, uno de sus autores deberá firmar una carta donde declare que el contenido de dicha publicación no es ni será publicado en otra revista.

B. CLASES DE ARTÍCULOS

La Revista VITAE publicará las siguientes clases de artículos:

Revisiones

Artículos Completos

Artículos Cortos

Clasificación de artículos

Todos los artículos serán clasificados en alguna de las siguientes secciones:

- Ciencias básicas.
- Ingeniería y Tecnología de Alimentos.
- Atención Farmacéutica.
- Biotecnología.
- Farmacología y Toxicología.
- Industrial farmacéutica.
- Productos Naturales.

Otras secciones:

- Cartas al Editor
- Notas académicas y profesionales
- Preguntas y respuestas

En Otras Secciones sólo se publicará una colaboración por cada modalidad.

C. INSTRUCCIONES PARA PRESENTAR LOS ARTÍCULOS

Presentación: Todo artículo debe ceñirse a las normas de publicación de artículos del último número de la revista. Los trabajos enviados para su publicación deben dirigirse a la Secretaría de la Facultad de Química Farmacéutica: un original y dos copias en papel; con márgenes simétricas de 2,5 cm; a doble espacio en su totalidad. Además, se debe acompañar de una copia en medio magnético, en Word bajo Windows®. El texto debe digitarse sin formato, utilizando tipo de letra Times New Roman con tamaño de 12 puntos.

Se admite la copia magnética enviada por correo electrónico, mientras se remita el original en papel impreso con todas las especificaciones antes mencionadas.

El artículo debe acompañarse de la hoja de vida actualizada del autor o autores; además especificar lo siguiente: si fue derivado de una investigación, cuál es el nombre del proyecto de investigación incluyendo su fecha de inicio y culminación, entidad que lo financió y si tiene algún programa de investigación asociado, cuál es éste. Cada uno de los autores debe suscribirse a la revista cuando sea aprobada la publicación de su artículo.

En la primera página de todos los artículos deben aparecer: título del trabajo (en español e inglés) y autores (primer nombre completo e inicial del segundo y primer apellido en mayúscula e inicial del segundo). En el pie de página debe aparecer la institución a la que pertenece cada uno de los autores, incluyendo la dirección física, y el correo electrónico del autor a quien se debe dirigir la correspondencia.

Resumen: Se debe incluir un resumen y un abstract (máximo de 200 palabras), que deben estar redactados en tiempo presente, en un sólo párrafo y deben contener:

1. Presentación del tema
2. Una hipótesis
3. Uno o dos argumentos
4. Resultados
5. Conclusiones

En los resúmenes no deben usarse referencias y se recomienda no incluir siglas ni acrónimos.

A continuación se deben incluir hasta cinco palabras clave en español e inglés, las cuales deben consultarse en los Descriptores de Ciencias de la Salud (Decs) del índice de Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS) (<http://decs.bvs.br>).

Revisiones: Son documentos donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones, publicadas o no, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de sus avances y las tendencias en su desarrollo. Deben tener una extensión máxima de 25 páginas.

Los trabajos de revisión estarán dedicados a estudios de actualización sobre un tema específico, bien documentados, y realizados por expertos en el tema. Debe incluir la evolución del área durante un período de tiempo y las perspectivas de su desarrollo con énfasis en el significado de los hallazgos recientes.

Deben presentar una descripción general del campo en cuestión, con una evaluación crítica de su desarrollo.

La estructura y encabezamiento de los trabajos de revisión quedan a criterio del autor, si bien el Comité Editorial puede sugerir cambios que mejoren la edición. Las referencias

bibliográficas seguirán las reglas establecidas para los artículos originales completos y deben estar actualizadas, con un mínimo de 50 referencias bibliográficas citadas en el texto. En la introducción del artículo se debe definir un período de revisión bibliográfica no inferior a un año y las fuentes de información consultadas.

Artículos completos: En estos se publicarán los resultados, análisis y conclusiones de mayor alcance en el campo de las ciencias farmacéuticas, alimentarias y afines, que no hayan sido publicados previamente.

Cuando se trate de estandarización de métodos analíticos, éstos deben ser validados bajo normas internacionales.

Tendrán una extensión máxima de 25 páginas, incluyendo tablas, figuras y referencias bibliográficas.

En los trabajos experimentales se deben presentar los siguientes apartados:

1. *Introducción*, en la cual se expondrán los fines y objetivos; se hará referencia explícita a todo trabajo anteriormente publicado por el mismo autor o por otro, si el conocimiento de esos trabajos es esencial para situar al lector en el desarrollo del texto presentado.

2. *Una parte experimental o de materiales y métodos*, que sólo contendrá los datos necesarios para la reproducción de los experimentos.

3. *Resultados*.

4. *Discusión de resultados*.

5. *Agradecimientos*, cuando se considere necesario.

6. *Referencias bibliográficas*.

Artículos cortos: En estos se publicarán los resultados, análisis y conclusiones definidas y rigurosas, pero limitados aún en su alcance, de aquellos trabajos relacionados con las ciencias farmacéuticas alimentarias y afines, cuyo interés justifique que se tenga información sobre el tema.

Tendrán una extensión máxima de 15 páginas, incluyendo tablas, figuras y referencias bibliográficas. La estructura será la misma que para los Artículos Completos. Se recomienda en estos casos presentar un solo apartado para Resultados y Discusión.

Referencias bibliográficas: Las referencias deben colocarse al final del artículo, dándoles números correlativos según el orden en que aparezcan por primera vez en el texto; se identificarán en el texto mediante números arábigos entre paréntesis.

Deben estar ordenadas numéricamente bajo el título Referencias Bibliográficas, de acuerdo con las normas Vancouver.

En las referencias con más de seis autores se mencionan los seis primeros seguidos de la abreviatura *et al.*

• **Artículos de revistas**

– Artículos estándar:

Autor/es. Título del artículo. Nombre abreviado internacional de la revista Año; volumen (número): página inicial-final del artículo.

Giraldo GA, Duque A, García C. Métodos combinados de secado para el escarchado de mango (*Mangifera indica*) var. Kent. Vitae 2006; 12 (2): 5-12.

• **Libros y otras monografías**

La primera edición no es necesario consignarla.

La edición siempre se pone en números arábigos y abreviatura: 2^a ed.

– Estándar: Autor/es. Título del libro. Edición. Lugar de publicación: Editorial; año.

Ringsven MK, Bond D. Gerontology and leadership skills for nurses. 20 ed. Albany (NY): Delmar Publishers; 1996.

– Editor(es), compilador(es) como autores

Norman IJ, Redfern SJ, editores. Mental health care for elderly people. Nueva York: Churchill Livingstone; 1996.

– Organización como autor y editor

Institute of Medicine (US). Looking at the future of the Medicaid programme. Washington (DC): El Instituto; 1992.

– Capítulo de libro

Phillips SJ, Whisnant JP. Hypertension and stroke. En: Laragh JH, Brenner BM, editores. Hypertension: pathophysiology, diagnosis and management. 20 ed. Nueva York: Raven Press; 1995. p. 465-78.

• Documentos legales

País, departamento o jurisdicción. Nombre de la entidad que expidió el documento legal.

Título de la ley, decreto, acuerdo, etc., y el motivo de expedición.

Ciudad: Entidad que la publicó; año.

Colombia. Ministerio de Salud. Decreto 3075 de 1997, diciembre 23, por el cual se reglamenta la ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones. Bogotá: El Ministerio; 1997.

• **Referencias bibliográficas de congresos, conferencias, etc.**

Autor/es. Título de la ponencia. En: Título oficial del Congreso. Lugar de publicación: Editorial; año. Página inicial-final de la ponencia.

• **Referencias bibliográficas de tesis y trabajos de investigación**

Autor/es. Título de la tesis. [Tesis Doctoral]. Lugar de edición: Editorial; año.

• **Artículos de periódicos**

Autor/es (si figura). Título del artículo. Nombre del periódico (no abreviado) año mes día; Sección: página (columna).

• **Material audiovisual**

Autor/es. Título del material. [video]. Lugar de edición: Editorial; año.

• **Material electrónico**

– Artículo de revista en formato electrónico:

Autor/es. Título. Nombre abreviado de la revista [tipo de soporte (en línea, archivo de computador, etc.)] año [fecha de acceso]; volumen (número): páginas o indicador de extensión. Disponible en:

<http://>.

Morse SS. Factors in emergence of infectious diseases. Emerg Infect Dis [serial en línea] 1995 [citado 1996 Jun 5]; 1(1): 24 pantallas. Disponible en: <http://www.cdc.gov/nclod/EID/eid.htm>

– Documentos en formato electrónico

Autor/es. Título. [Sitio en Internet]. Disponible en: <http://>. Consultado:

Organización de las Naciones Unidas. Declaración Universal de los Derechos Humanos.

[Sitio en Internet]. Disponible en: [http://www.un.org/ spanish/aboutun/hrights.htm](http://www.un.org/spanish/aboutun/hrights.htm).

Consultado: 20 de junio de 2005.

– Archivo de computador

Hemodynamics III: the ups and downs of hemodynamics (programa de computador).

Versión 2.2. Orlando (FL): Computerized Educational Systems; 1993.

Tablas y figuras: Cada artículo debe ser complementado con sus respectivas tablas y figuras previamente referidas en el texto, así: (Véase tabla 3) y (Véase figura 1), y deben ubicarse después del párrafo en que son citadas por primera vez.

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Las tablas y figuras serán numeradas en el orden en que aparecen citadas en el texto, utilizando números arábigos. En las tablas se incluyen cuadros y en las figuras todas las ilustraciones como fotografías, dibujos y gráficos.
- No usar colores ni sombras ni en las gráficas ni en las figuras.
- Los datos que aparecen en las tablas y figuras no deben duplicarse en el texto

- El número de figuras se limitará al mínimo, procurando yuxtaponer aquellas gráficas que sin perjuicio de la claridad, pueden referirse al mismo sistema de coordenadas.
- Todas las tablas y figuras deben contener la fuente de donde han sido tomadas; si ésta no aparece se asumirá que son creación del autor.
- El título de las figuras se digita como un párrafo ordinario fuera de la figura en la parte inferior y el título de las tablas en la parte superior.

Símbolos: El autor debe tener en cuenta en la redacción las Normas del Sistema Internacional (SI), en lo referente a unidades, símbolos y abreviaturas.

Nombres comerciales: Se evitará el empleo de nombres comerciales; en su lugar se utilizarán los genéricos, pero si es inevitable, se indicará con el símbolo ®.

D. REVISIÓN DE ORIGINALES

El Comité Editorial revisará los originales, se asesorará, cuando lo requiera, de personal adecuadamente calificado y devolverá a los autores aquellos cuyo contenido no se ajuste a las presentes normas, solicitando, en todo caso, las modificaciones que estime oportunas.

Selección. El Comité Editorial remitirá todos los artículos que cumplan las normas editoriales como mínimo a dos árbitros, quienes deben emitir su concepto por escrito en el formato establecido para ello. Si los árbitros sugieren correcciones, los autores deberán enviar la nueva versión por duplicado acompañada del medio magnético en un plazo máximo de doce días a partir de la fecha de envío, pasado el cual perderá su turno de publicación. En la corrección de pruebas de impresión final, que deberá realizarse con gran atención, no se admitirán modificaciones al texto original.

Por último, a todo autor principal se le retribuirá por su colaboración con tres ejemplares del número de la revista en el cual fue publicado su artículo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La utilización de recubrimiento comestible a partir del gel mucilaginoso de penca sábila en dilución acuosa es recomendada a partir de concentraciones del 30% P/P lográndose obtener la formación de películas para la utilización de revestimientos.

Se determinó que a condiciones de almacenamiento de $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y a una humedad relativa de 75% los recubrimientos comestibles desarrollados a base de gel mucilaginoso de penca sábila y aplicados sobre fresas frescas, logran aumentar la vida útil de éstas retrasando los cambios de color (coordenadas L^* y a^*), la firmeza, la pérdida de peso, y el sabor.

La adición de cera carnauba al recubrimiento a base de gel mucilaginoso mostró en la fresa fresca un efecto favorable frente a las pérdidas de humedad a los 7 y 10 días de almacenamiento y un significativo mantenimiento de la firmeza del fruto a los 10 días de almacenamiento.

La aplicación de recubrimientos comestibles a base gel mucilaginoso de penca sábila sirvieron de e barrera protectora a la transferencia de gases disminuyendo el índice de respiración en los frutos.

La evaluación sensorial demostró que las fresas tratadas con los recubrimientos desarrollados a base de gel mucilaginoso de penca sábila fueron aceptadas por su calidad luego de 10 días de almacenamiento refrigerado.

La utilización de gel mucilaginoso de penca sábila como recubrimiento comestible en fresa fresca es un sistema bastante efectivo para la conservación de esta fruta de alta perecibilidad, permitiendo la posibilidad de enmarcar este proyecto de investigación como un aporte de conocimiento científico aplicado al posible desarrollo de una unidad productiva generadora de empleo que aplique recubrimientos a otro tipo de frutos y hortalizas.

Se sugiere investigar el control microbiológico que ejerce la penca sábila en los recubrimientos comestibles frente al crecimiento del hongo *Botrytis cinerea* en la fresa. Se recomienda además, desarrollar un recubrimiento comestible fortificado con hierro aprovechando que la fresa es buena fuente de vitamina C que ayudaría a mejorar su absorción. Por otro lado la inclusión de calcio como agente mejorador de textura podría considerarse en la formulación y desarrollo de un nuevo recubrimiento comestible aplicado sobre fresa para obtener un mejor desempeño.

BIBLIOGRAFÍA DE LA INTRODUCCIÓN

ALMENAR, R. 2005. Envasado Activo de Fresas Silvestres. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, España. 286p.

ASOHOFrucol. 2008. Portal informativo sobre la producción nacional de frutas y hortalizas. Disponible en: <http://www.frutasyhortalizas.com.co/> (Consultado: 24 de Mayo de 2009).

ÁVILA L., DÍAZ M. 2002. Sondeo del mercado mundial de Sábila (aloe vera) Biocomercio Sostenible, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos. “Alexander von Humboldt” Disponible en: [hptt://www.humboldt.org.co\Biocomercio](http://www.humboldt.org.co/Biocomercio) (Consultado: 2 de Junio de 2009).

BOSQUEZ-MOLINA, E., BADILLO-CASASOLA, A., GUERRERO-LEGARRETA, I., Y VERNON-CARTER, E.J. 2002. Water Vapor Permeability of Mesquite Gum-Candelilla Wax Emulsion Coatings Incorporating Plasticizers. Paper 100B-34. June 15-19. Anaheim, CA: Institute of Food Technologists Annual Meeting.

CAMPANIELLO, D., BEVILACQUA, A., SINIGAGLIA, M., CORBO, M.R. 2008. Chitosan: Antimicrobial activity and potencial applications for preserving minimally processed strawberries. *Food Microbiology*. 25: 992–1000.

CARVAJAL L., M. 2008. Respuesta de la capacidad antioxidante, la textura y el rendimiento de dos variedades de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) sometidas a variaciones en la nutrición vegetal *in vivo*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 128p.

CASTRO, R. 2004. Determinación de los sitios óptimos para establecimiento de Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) en las comunidades agrícolas de la IV región con fines reproductivos y de recuperación de suelos. Proyecto CORFO

CONPES, 3484. Consejo nacional de política económica y social República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación, Bogotá, D.C., 13 de Agosto de 2007.

DEL VALLE, P., HERNÁNDEZ, MUÑOZ B, A., GUARDA, M.J., GALOTTO. 2005. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life, *Food Chemistry*. 91: 751–756.

DELL,, J. 2006. Handling Strawberries for Fresh Market. *Agricultural Natural Resources*. Special Publication. Disponible en <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/hort/news/hortmatt/2006/13hrt06a4.htm>.

(Consultado: Octubre de 2007).

DELL, J., PRANGE, R. 2003. Postharvest physiology of fresh fruits and vegetables. Handbook of postharvest technology cereals, fruits and vegetables. 16: 455-483.

DONHOWE, I. G., FENNEMA O. 1994. Edible films and coatings: characteristics, formation, definitions, and testing methods. En: Bertuzzi, M. A.; Armada, M.; Gottifredi, J. C.; Aparicio, A. R.; Jimenez, P. 2002. Estudio de la permeabilidad al vapor de agua de films comestibles para recubrir alimentos. Buenos Aires. 177: 1-8.

ECKERT, J.W.; OGAWA, J.M. 1998. The chemical control of postharvest diseases: Deciduous fruits, berries, vegetables and root/tuber crops. Annals of Review on Phytopathology, 26: 433-469.

GARCÍA, A., MARTINO M., ZARITZKY N. 1998. Starch-based coatings: effect on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality J. Sci. Food Agric. 76: 411-420.

GARCÍA, L. A., VIZOSO, P. A., RAMOS, R. A., PILOTO, F., PAVÓN, G. V., RODRÍGUEZ, E. 2001. Estudio Toxicogénico de un Polisacárido del Gel de Aloe Vera L. Revista Cubana de Plantas Medicinales 2: 52-55.

GONTARD, N., GUILBERT S. 1993. Biopackaging: technology and properties of edible and /or biodegradable materials of agricultural origin. Presented at IFTEC symposium: 'Food Packaging Interactions and Packaging Disposability'. The Hague, November 15-18.

GONTARD, N., THIBAUT, R., CUQ, B., GUILBERT, S. 1996. Influence of relative humidity and film composition on oxygen and carbon dioxide permeabilities on edible films. J. Agric. Food Chem. 44: 1064–1069.

HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P., ALMENAR E., DEL VALLE V., VELEZ D., GAVARA R. 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality during refrigerated storage. Food Chem, 110: 428–435.

HOYOS, R. M., URREGO L. 1997. Empaques y/o películas comestibles y biodegradables. Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia. 8-107.

HUANG, L., ZHANG, M., YAN, W., MUJUMDAR, A., DONG-FENG, S. 2009. Effect of coating on post-drying of freeze-dried strawberry pieces, J. of Food Engineering. 92: 107–111.

KADER, A.A. 2003. Physiology of CA treated produce. En: ISHS Acta Horticulturae 600: Proceedings of the 8th International Control Atmosphere Research Conference. J. Oosterhaven y H.W. Peppelbos (Eds.). Rotterdam, Nueva Zelanda. 349-354.

KARBOWIAK, T., DEBEAUFORT, F., VOILLEY A. 2007. Influence of thermal process on structure and functional properties of emulsion-based edible films, *Food Hydrocolloids* 21: 879 - 888.

KROCHTA, J. M. 1992. Control of mass transfer in food with edible-coatings and films. In: *Advances in Food Engineering*. Singh RP, Wirakartakusumah MA editors. CRC Press, Florida. 517-537.

KROCHTA, J. M. 1996. Edible coating effects on postharvest quality of green bell peppers. *J. Food Sci.* 61:176-179.

LIN, D., ZHAO Y. 2007. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables, comprehensive. *Food Sci. Food Safety*. Vol. 6.(3): 60-75

MARTÍNEZ, L., ROMERO, N., ALBURQUERQUE, J.M., VALVERDE, F., GUILLÉN, S., CASTILLO, D., VALERO, M., SERRANO. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: A new edible coating, *Postharvest Biol. Technol.* 39: 93-100.

MITCHAM, E., CRISOSTO, C., KADER, C. 2007. Department of Pomology, University of California, Davis, CA 95616 EEUU 2003 Disponible en: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/index.html>. (Consultado: Julio de 2007).

MITCHAM, E. 2004. Strawberry. En: Gross, K.C., Wang, C.Y., Saltveit, M.E. eds., the Commercial Storage of Fruits, Vegetables. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Agriculture Handbook 66 on the Website of the USDA. Disponible en: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/index.html>. (Consultado: Octubre de 2007).

MURCIA, J., HOYOS I. 2001. Características y aplicaciones de las plantas: el Fresal (*Fragaria vesca*). Disponible en: <http://www.zonaverde.net/fragariavesca.htm>. (Consultado: Octubre de 2004).

NIELSEN, T., LEUFVE'N, A. 2008. Food, the effect of modified atmosphere packaging on the quality of Honeoye and Korona strawberries, chemistry 107: 1053–1063.

NORMA TECNICA COLOMBIANA. 4103. 1997.

OZDEMIR, M., FLOROS, J. 2008 Optimization of edible whey protein films containing preservatives for water vapor permeability, water solubility and sensory characteristics. J. of Food Engineering. 86: 215-224.

PETERSEN, K., NIELSEN, P.V., LAWATHER, M., OLSEN, M.B., NILSSON, N.H., MORTENSEN, G. 1999. Potential of biobased materials for food packaging. Trends Food Sci and Techn. 10: 52–68.

RAMÍREZ, A. 2002. Sábila = salud = vida producción y comercialización de penca sábila. Tesis de Especialización. Universidad Católica de Oriente facultad de ciencias económicas y administrativas programa de comercio exterior Río negro, Antioquia. 77p.

RIBEIRO, C., VICENTE, A., TEIXEIRA, J., MIRANDA, C. 2007. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence, *Postharvest Biol. Technol.* 44: 63-70 .

SANZ, MARTÍNEZ, C. 2005. The control of the temperature and the quality of strawberry and citrus. Institute of the fat. Sevilla. España .

SCHESTIBRATOV, K.A., DOLGOV, SV. 2005. Transgenic strawberry plants expressing a thaumatin II gene demonstrate enhanced resistance to *Botrytis cinerea*. *Scientia Horticulturae*. 106: 177-189.

SERRANO, M., VALVERE, J.M., QUILLEN, F., CASTILLO, S., MARTINEZ, D., VALERO, D. 2006. Use of *Aloe vera* gel coating preserves the functional properties of table grapes, *J. Agri. food chem.* 54: 3882-3886.

SOMMER, N.F. 1995. Role of controlled environments en suppression of postharvest diseases. *Can. J. Plant Pathol*, 7: 331-339.

STANLEY, D. 1998. Keeping freshness in fresh-cut produce. Agricultural Research, Agricultural Research magazine. 46 (2): 12-14

TRACHTENBERG, S., MAYER, A. M. 1982 . Biophysical properties of *Opuntia Ficus-indica* mucilage. Phytochemistry, 21 (12): 2835–2843.

TREJO-MÁRQUEZ, A., RAMOS-LÓPEZ, K., PÉREZ, G. 2007. Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa (*Fragaria Vesca L.*) almacenada en refrigeración. V Congreso iberoamericano de tecnología postcosecha y agro exportaciones. Murcia, España.

VEGA, A., AMPUERO, C., NEVENKA,, D. N. L. 2005. El *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) como componente de alimentos funcionales. Rev. chil. nutr. 32: 208-214.

VISALAKSHI, K., SUNDARESAN, L, R., 2008. Molecular mobility and oxygen permeability in amorphous β -lactoglobulin films. Food Hydrocolloids. 22: 403 -413.

WEIR, A. 1996. Improvement of Post-harvest Fresh Fruits and Vegetables Handling-A Manual publicado por la "Regional Office for Asia and the Pacific FAO and the Association of Food Marketing Agencies in Asia and the Pacific (AFMA)" Bangkok, Thailand.