

Uso de recubrimiento a base de alginato y su efecto en la calidad de la fresa (*fragaria ananasa*) cv. Camarosa

Used of an edible coating on alginate based and effect on the quality of strawberry (*Fragaria ananasa*) cv. Camarosa

Ayola C. Yoicelin, Hernández O. Mariela

Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Programa Ingeniería de Alimentos, Grupo de investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos (GINTAL), Universidad de Pamplona, Km 1 Vía Bucaramanga, Pamplona, Norte de Santander, Colombia

Recibido 15 de Noviembre 2010; aceptado 20 de Diciembre de 2010

RESUMEN

El objetivo del estudio es evaluar el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de alginato sobre la calidad de la fresa almacenada en refrigeración, con el fin de extender su vida comercial. Se seleccionaron las fresas de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana 4103, se higienizaron, a las fresas se le realizaron pruebas fisicoquímicas y fisiológicas inicialmente tales como: peso, color, firmeza, ph, acidez titulable, °brix, % de humedad e índice de respiración, posteriormente se distribuyeron lotes y se recubrieron con 4 tratamientos en los cuales solo hubo variación en el porcentaje de alginato con valores de 0.5, 0.7, 0.85, y 1 %, manteniéndose constante el CaCl₂, el glicerol y el ácido ascórbico con porcentajes de 1, 2 y 2 % respectivamente comparados con la muestra control. Se analizaron para determinar sus efectos en las características fisicoquímicas y fisiológicas de la fruta durante 4 semanas. A partir de los resultados obtenidos se concluye que la utilización de revestimientos comestibles para la fresa Cv camarosa es: 0.85 % alginato, 2% cloruro de calcio, 2% de ácido ascórbico y 1% de glicerol, la cual conservo mejor las características en por lo menos 25 día de almacenamiento disminuyendo las pérdidas

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia. E-mail: mhernandez@unipamplona.edu.co

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 clave: alginato de sodio, cloruro de calcio, fresa, recubrimiento comestible.

ABSTRACT

The aim of the study is to evaluate the effect of the application of an edible coating alginate based on the quality of the strawberry stored in refrigeration with the purpose of extending its commercial life. Strawberries were selected according to the Colombian Technical Standard 4103, they were sanitized, initially strawberries were physicochemical and physiological tested such as weight, color, firmness, pH, titratable acidity, ° Brix, % of moisture and breathing rate, subsequently lots were distributed and coated with 4 treatments in which there was only variation in the percentage of alginate values 0.5, 0.7, 0.85, and 1%, keeping constant the CaCl₂, glycerol and the percentages of ascorbic acid with 1, 2 and 2% respectively compared to the control sample. They were analyzed to determine their effects on the physicochemical and physiological characteristics of the fruit for 4 weeks. From the results obtained it is concluded that the use of edible coatings for the Cvcamarosa strawberry is: 0.85% alginate, 2% calcium chloride, 2% ascorbic acid and 1% of glycerol, which retained the best characteristics at least to the 25 day of storage decreasing moisture losses, respiration rate, maintaining firmness and delaying the color changes compared to the fruit used as a control treatment.

Keywords: sodium alginate, calcium chloride, strawberry, edible coating.

INTRODUCCIÓN

Los recubrimientos comestibles se definen como una o varias capas delgadas de un material que puede ser consumido por los seres vivos y que a la vez pueden actuar como barrera a la transferencia de agua y solutos de alimentos Guilbert, (1986). Krochta *et al.*, (1997) definen las películas comestibles como capas continuas y delgadas, de material comestible formada sobre (como cubierta) o colocada entre los componentes de los alimentos y proveen un medio para acarrear ingredientes de los alimentos o aditivos y mejoran el manejo de los mismos.

Algunas de las funciones de las películas comestibles son: reducir la pérdida de humedad, reducir el transporte de gases (CO₂ y O₂), reducir la migración de aceites y grasas, reducir el transporte de solutos, mejorar las propiedades mecánica y de manejo de los alimentos, proveer integridad estructural a los alimentos, retener los componentes volátiles y contener aditivos (Kester y Fennema, 1986).

Los principales componentes de las películas comestibles pueden dividirse en tres grupos: Hidrocoloides: Estos incluyen proteínas y polisacáridos como la celulosa, alginatos, pectinas almidones y otros. Lípidos: incluye ceras, acilgliceroles y ácidos grasos. Mezclas: contienen componentes lipídicos e hidrocoloides. Las propiedades de cada película dependerán del tipo de componente (s) de que este elaborada (Krochta *et al.*, 1994).

El alginato, un polisacárido derivado de algas marrones de origen marino (*Phaeophyceae*), se encuentra formando parte de la pared celular de las algas, de forma análoga a la celulosa y pectina en la pared celular de las

plantas terrestres (Mancini y McHugh, 2000) El ácido algínico es un co-polímero insoluble y de bajo peso molecular de los ácidos gulurónico (G) y manurónico (M), pero sus sales de metales alcalinos son solubles en agua y forman geles rápidamente en presencia de calcio, los cuales presentan buenas características para ser empleados como películas comestibles. Las propiedades gelificantes del alginato se deben a su capacidad de formar enlaces con iones divalentes como el calcio. Wong *et al.*, (1994) estudiaron el efecto de la combinación de alginato con un monoglicérido acetilado sobre trozos de manzana cortada, observando un ligero aumento de la resistencia al vapor de agua comparado con recubrimientos de naturaleza similar. Tapia *et al.*, (2005) emplearon un RC a base de alginato y cloruro cálcico para recubrir trozos de papaya, y evaluaron la resistencia al vapor de agua a medida que se incrementaba la concentración de glicerol y de ácido ascórbico en la formulación.

Se han aplicado recubrimientos comestibles a base de hidrocoloides, multicomponentes formulados a partir de porciones de metilcelulosa y quitosano en fresones almacenados en refrigeración observándose una ralentización del metabolismo de las muestras recubiertas, inducida por la modificación de la atmósfera interna de las mismas (Vargas, *et al.*, 2006). Por otro lado Ribeiro *et al.*, (2007) estudiaron la capacidad de recubrimientos a base de polisacáridos (almidón, carragenina y quitosano) para extender la vida de anaquel de frutos de fresa (*Fragaria ananasa* cv. Camarosa) y su posible aplicación industrial. La mínima pérdida de firmeza fue obtenida en frutos recubiertos con carragenina adicionada

con cloruro de calcio. Narváez, *et al.*, (2010) evaluaron la efectividad de tres RC a partir de mucílago de linaza (ML) (70, 80 y 100%), quitosano (1%), Tween80 (0.1%), Glicerol (0.3%) y ácido láctico (0.5%). al término del estudio se registró que la evaluación global de las fresas recubiertas con A, B y C presentaron un menor daño en el IDC con respecto a fresas testigo, en este estudio se logró un aumento significativo en la vida útil de fresas basado en los parámetros de color, textura y pérdida de peso.

Han *et al.*, (2004), observaron una reducción de la pérdida de peso y de la incidencia de podredumbre, así como una conservación del color, pH y acidez en fresas y frambuesas a las que se aplicó recubrimientos a base de quitosano. Otros trabajos muestran el efecto beneficioso de los recubrimientos de quitosano en estos frutos (Ghaouth *et al.*, 1991; García *et al.*, 1998; Zhang y Quantick, 1998, Hernández-Munoz *et al.*, 2006) y melocotones (Li y Yu, 2001). Vargas *et al.*, (2006) observaron una reducción de la deshidratación y de la pérdida de firmeza en fresas recubiertas con quitosano y ácido oleico. Sin embargo, observaron una pérdida de aroma y sabor en estos frutos. Tanada-Palmu y Grosso (2004) observaron una mejora en la retención de la firmeza, en el aspecto externo y en el sabor de fresas cv. ‘Oso Grande’ a las que se aplicó recubrimientos a base de gluten y glicerol.

El objetivo del estudio es evaluar el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de alginato sobre la calidad de la fresa (*fragaria ananassa cv. camarosa*) almacenada en refrigeración, con el fin de extender su vida comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Para la ejecución de la presente investigación se utilizó como material vegetal fresa (*Fragaria x ananassa* Duch *cv. Camarosa*) cultivadas en el municipio de Pamplona (Norte de Santander – Colombia), las cuales se obtuvieron en la plaza de mercado principal, con una cantidad aproximadamente de 100 Kg de fresa. Dicho fruto fue adquirido en estado N° 5 según la carta de colores de la NTC 4103.

toda la ejecución del proyecto se mencionan a continuación.

Determinación de las características fisicoquímicas, de firmeza y fisiológicas iniciales de la fresa variedad camarosa

Los métodos que se utilizaron para evaluar las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de la fresa variedad camarosa durante

Métodos

Las fresas fueron seleccionadas en cuanto a las características físicas de tamaño, peso y el color de acuerdo a la carta de colores de la norma técnica colombiana 4103, tomando la número 5. Se le realizó un proceso de limpieza y desinfección el cual se basó primero que todo en eliminar toda partícula visibles como la tierra contenida en el fruto, luego los frutos se llevaron a desinfección en una

solución de hipoclorito 10 ppm, durante 15 minutos, posteriormente se retiraron de la solución y fueron secadas con paños absorbentes, por último se les aplicó un proceso de pre-enfriamiento con aire frío con el fin de retirar el calor de campo del fruto, para esto se utilizó un refrigerador en el cual se guardaron las fresas por un tiempo de 30 minutos (MUÑOZ, 2008).

Peso

Se determinó por lectura directa en una balanza electrónica con una precisión de 0,001 g (Norma ICONTEC 756).

Color

Se realizó a partir del uso de un espectrofotómetro de esfera X-RITE, con un espacio de color CIE L*a*b* con un observador de 10° e iluminante D65. (Trujillo *et al.*, 2005).

Firmeza

Para esta evaluación, inicialmente se llevó a cabo la puesta a punto de la técnica de penetrometría empleándose las diferentes condiciones de trabajo con el fin de establecer los parámetros a emplear en la medida de la firmeza de la fresa cv Camarosa, donde se dejó constante los parámetros: Prelac 0.5N, %Ruptura 10 % y Detector de ruptura 5N, variando la velocidad de ensayo 1, 3 y 5 mm/s, y la fuerza trigger 0.01 y 0.1. Dando como resultado 12 ensayos. Para esto, se empleó un texturometro TA – Xplus Lloyd acoplado a un software NEXIGEN para la adquisición de datos, usándose como aditamento un punzón con terminación esférica. Esta medida se realizó por triplicado.

Los resultados obtenidos en la puesta a punto fueron evaluados estadísticamente con el fin de establecer las condiciones de trabajo en el texturometro para la medición de la firmeza en la fresa.

Porcentaje de humedad

Este contenido se determinó en una balanza “OHAUS MB-45” (Trujillo, 2010), para lo cual se tomó una muestra entre 3 a 5 gramos. La medida se efectuó a 110 °C por 55 minutos teniendo en cuenta el porcentaje de humedad transcurrido el tiempo.

pH

Este parámetro se determinó con una mezcla en relación 1:1 de agua destilada y materia prima se llevó a un vaso precipitado de 50ml, para tal fin se introdujo el electrodo del pH-metro SCHOTT (modelo CG840B) directamente en el vaso precipitado y se registró la lectura del dato al estar estable. La medida se realizó según lo descrito por la Norma AOAC (1990).

Sólidos solubles

Se midió con un refractómetro digital ABBE ATAGO 89553 de Zeiss calibrado a 20°C, colocando una pequeña muestra del fruto (fresa) en el prisma del refractómetro, y se realizó la lectura en una escala de grados Brix. La medida se realizó según lo descrito por la Norma A.O.A.C. (1990).

Acidez titulable

Esta medida se realizó según el método descrito en la Norma AOAC (1994). Se tomó un volumen de muestra (10ml) homogeneizada adicionando 3 gotas del indicador de fe-

nolftaleína. Se valoró adicionando lentamente hidróxido de sodio al 0.1N hasta pH=8,1. El resultado fue expresado en % de ácido cítrico.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(V_{NaOH}) \text{ ml} * N_{NaOH} * m_{equiv \text{ Acido}}}{\text{peso de la muestra} * 100}$$

Índice de respiración

Se se empleó un montaje, cuyo principio es atrapar el CO₂ formado, en un sistema cerrado (figura 1), empleándose como indicador fenoltaleína y ácido oxálico en la valoración. Se realizó la prueba por duplicado con una duración de 30 minutos cada una.

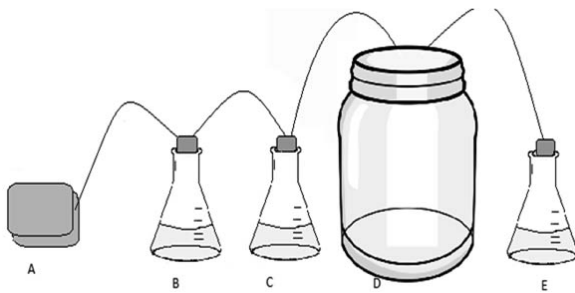


Figura 1. Montaje de arrastre para la evaluación de respiración.

La fórmula para determinar la tasa de respiración es:

$$\frac{mgCO_2}{Kg/hora} = \frac{(V_0 - V_1) \text{ ml} * 22g CO_2 * 30 \text{ min} * N_{\text{ácido oxálico}}}{\text{tiempo de barrido} * \text{peso de la muestra}}$$

Aplicación del recubrimiento comestible a base de alginato sobre la fresa variedad camarrosa

En la tabla 1, se presentan las formulaciones ensañadas.

Los recubrimientos comestibles a base de alginato se prepararon como lo describe Rojas-Grau *et al.*, (2008).

Se sumergieron lotes de 744 fresas en la solución de alginato la cual debía estar a una temperatura de 25 °C, por un tiempo de 2 minutos; luego se dejó escurrir durante 2 minutos y se sumergieron por otros 2 minutos en el baño de cloruro de calcio Rojas-Grau *et al.*, (2008). Posteriormente se depositaron en empaque termoformado. Los frutos se almacenaron a 5 °C y 85 % H.R. durante 30 días Trejo *et al.*, (2007).

Tabla 1
Formulaciones para los recubrimientos comestibles

Formulaciones	Alginato	Glicerol	CaCl ₂	Acido Ascórbico
1	0.5 %	1 %	2 %	2 %
2	0.7 %	1 %	2 %	2 %
3	1 %	1 %	2 %	2 %
4	1.5%	1 %	2 %	2 %
5	2	1 %	2 %	2 %
6	Muestra control			

Análisis estadístico

Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 13.0, realizando análisis de varianza (ANOVA), con un grado de significancia de 0.05, para establecer si existe diferencia significativa entre las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de la muestra control con las muestras con el recubrimiento comestibles.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos de las características fisicoquímicas y fisiológicas de la fresa variedad Camarosa con y sin el recubrimiento comestible almacenada en refrigeración (5 °C y 95 % HR) durante 30 días, analizados estadísticamente, se presentan en la tabla 2.

Tabla 2

Resultados estadísticos promedios de las características físicas de la fresa cv Camarosa con y sin recubrimiento comestible

	L*	a*	b*	Firmeza
Inicial	31,243 ± 2,237 ^{ab}	29,790 ± 2,949 ^{ab}	16,216 ± 3,307	11,069 ± 0,407
Control	29,694 ± 1,831 ^c	31,230 ± 2,614 ^{cdef}	18,723 ± 2,707 ^{abcd}	12,823 ± 3,271374
0.5 %	28,257 ± 1,499 ^{acde}	26,912 ± 2,167 ^{ac}	14,032 ± 2,551 ^a	13,235 ± 3,963339
0.7 %	29,143 ± 1,952 ^{df}	27,493 ± 1,575 ^d	14,346 ± 2,478 ^b	11,768 ± 3,071177
0,85 %	29,008 ± 1,723 ^{bg}	27,645 ± 2,148 ^e	13,960 ± 2,032 ^c	13,237 ± 2,635610
1 %	30,306 ± 1,786 ^{efg}	27,193 ± 1,919 ^{bf}	13,700 ± 2,060 ^d	13,094 ± 2,894641
p-valor	0,000	0,000	0,000	0,306

p- valor ≤ 0,05 existen diferencias significativas al 95 % de significancia. a,b,c,d,e,f,g letras iguales entre columnas existen diferencias mínimas significativas.

El color, en cuanto a la luminosidad del fruto, presenta diferencias estadísticas significativas con un nivel de significancia del 95 % (*p-valor*= 0,000). Estas diferencias son representativas al comparar con la muestra control y con la inicial, debido a que la pérdida de brillo se genera en el fruto a causa de la maduración y posterior senescencia de este, causada por los cambios que se originan en diferentes reacciones (tabla 2).

Tono a* y b* tanto para a* (rojo-verde) como para b* (amarillo) la muestra inicial y control difiere con todos los tratamientos a lo largo del periodo evolutivo de la fresa; disminuyendo su valor de manera significativa desde el día 0 hasta los 25 días, puesto que varía en su totalidad los tonos verdes a rojos, y con respecto a la muestra control todos los tratamientos indican valores menores que los representados por esta.

En la figura 2, se presentan la pérdida de peso de la fresa con y sin recubrimiento almacenada en refrigeración a 5°C y 95% de HR durante un periodo de 30 días.

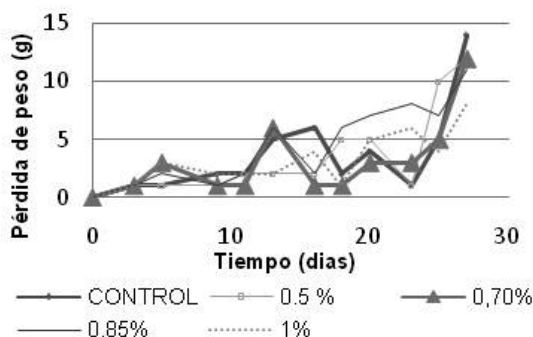


Figura 2. Evolución de la pérdida de peso de la fresa cv Camarosa con y sin recubrimiento comestible.

Los tratamientos con el 0.5 y 0.7 % de alginato fueron los que presentaron mayor pérdida de peso hasta los 27 días y el tratamiento con el 1 % de alginato fue el que el menos pérdida de peso. Esta pérdida ocurre cuando la presión de vapor de agua del medio externo es menor que la del fruto internamente y trae como consecuencia una disminución de peso a lo largo del tiempo. Los resultados muestra la pérdida significativa que tuvo cada uno de los tratamientos conforme pasó el tiempo de almacenamiento, esto debido a que el alginato presenta características pobres a la resistencia al vapor del agua.

En la figura 3 se muestran los resultados de la evolución de la humedad en la fresa cv Camarosa con y sin recubrimiento comestible.

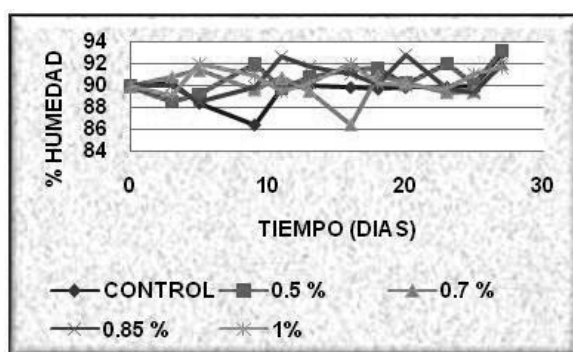


Figura 3. Evolución del porcentaje de humedad en la fresa cv Camarosa con y sin recubrimiento comestible.

Se observa mucha variabilidad en los resultados del porcentaje de humedad en los diferentes tratamientos con respecto a la muestra control. El tratamiento que presento mayor aumento en el contenido de humedad en la fresa cv Camarosa fue el de 0.5 % de alginato el cual alcanzo valores similares a los de la muestra control. Mientras que el tratamiento que mantuvo en mayor proporción esta propiedad fue el de 1 % de alginato seguido el de 0.85 % de alginato, notándose una leve diferencia entre estos, durante almacenamiento en refrigeración. ver figura 5.

Respecto a los resultados estadísticos y según el ANOVA no se presentan diferencias significativas (p -valor= 0,782) en el pH (p -valor= 0,106) en los sólidos solubles de la fresa en el proceso de maduración después de la aplicación del recubrimiento. Sin em-

bargo existe diferencia significativa (p -valor= 0,000) en la acidez de la fresa, debido a la concentración de cloruro de calcio en cada uno de los tratamientos. Ver tabla 9.

Se observó una relación entre el aumento en los valores de pH a lo largo del periodo de almacenamiento y el descenso en el porcentaje de acidez titulable. Esto puede ser atribuido a la degradación de los ácidos orgánicos del fruto durante su almacenamiento, utilizados como reservas de energías durante el metabolismo primario. Resultados similares fueron obtenidos por Mahmud *et al* .. (2008), quienes encontraron que los valores de pH en papaya tratada con cloruro de calcio se incrementaron durante 21 días de almacenamiento, y que los valores de acidez disminuyeron por efecto del descenso de ácido cítrico, pero en menor grado que la no tratada.

CONCLUSIONES

La formulación optima para el recubrimiento comestible para la fresa Cv camarosa

es: 0.85 % alginato, 2% cloruro de calcio, 2% de ácido ascórbico y 1% de glicerol

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ariel, R. (2004). Efecto de tratamientos térmicos de alta temperatura sobre la calidad y fisiología postcosecha de frutillas (*Fragaria x ananassa*) Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Exactas. Departamento de Química. Tesis Doctoral. Argentina.
- Association Of Official Analytical Chemistry. (1994). AOAC. Edición 15. Estados Unidos.
- Del Valle V, Hernández P, Guarda A, Galotto MJ. (2005). Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chem. Aug*; 91 (4): 751–756.
- Garcia M.A., Martino, M.N. y Zaritzky, N.E. (1998). Plasticized starch-based coatings to improve strawberry (*fragaria x ananassa*) quality and stability. *J. Agric. Food Chem.* 46: 3758 – 3767.
- Ghaouth , A., Azul, J., Ponnampalam, R. y Boulet , M. (1991). Chitosan coating effect on Storability and Quality of Fresh Strawberries. *Journal of Science* 56: 1618 – 1620.
- Guilbert, S. (1986). Technology and application of edible protective films. En *Food packaging and preservation: Theory and Praticce*. Ed. M. Mathlouthi, Elsevier Applied Science Publishers, New York, U.S.A., pp. 371-394.
- Hernandez-Munoz , P., Almenar, E., Ocio, M.J. y Gavara, R. (2006). Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*fragaria x ananassa*) postharvest biology and technology 39: 247 – 253.
- Instituto Colombiano De Normas Tecnicas Y Certificacion. (1978). *Frutas y hortalizas frescas toma de muestras*. Bogotá: ICONTEC, 5P: il. (ICONTEC 756).

- Instituto Colombiano De Normas Técnicas Y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4103. Frutas frescas. Fresa variedad *Chandler*. Especificaciones. Santafé de Bogotá, Colombia: ICONTEC; 1997. 14 p.
- Kester, J. J.; Fennema, O.R. (1986). Edible films and coatings: a review. *Food Technol.*, 40(12):47-59.
- King A.H. (1983) Brown seed extracts (Alginates). *Food Hydrocolloids*. 2: 115-188.
- Krochta, J.M.; De Mulder-Johnston, C. (1997). Edible and biodegradable polymer films: changes and opportunities. *Food Technol.*, 51:61-72.
- Mancini F, Mchugh T.H. (2000) Fruit-alginate interactions in novel restructured products. *Nahrung* 44: 152-157.
- Martínez-Soto, J. Mercado-Flores, M. López-Orozco Y B. Z. Prieto-Velásquez. Propiedades Fisicoquímicas de Seis Variedades de Fresa (*Fragaria ananassa*) que se Cultivan en Guanajuato. (2008). *Revista Salud Pública*. vol 1, p 1-7.
- Mchugh, T. And KROCHTA, J. (1994). Sorbitol vsGlycerol-Plasticized Whey rotein Edible Films: Integrated Oxygen Permeability and Tensile Property Evaluation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.*, 42(4), p. 841-845.
- Restrepo, J; D I; Aristizabal T. (2010), 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*) y cera de carnauba.vitae. volumen 17,pag 252-263.
- Ribeiro, C., Vicente, A., Eixeira, J., Miranda, C. (2007). Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence, *Postharvest Biol. Technol.* 44: 63-70
- Rojas-Graü, M.A., Tapia, M.S., Martín-Belloso, O., (2008). Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. *Lebensm-Wiss Technol.* 41, 139–147.
- Tanada PS, Grosso CRF. (2005). Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. *Postharvest Biol Tec.* May; 36 (2): 199–208.
- Tapia Ms, Rodríguez Fj, Rojas-Graü Ma, Martín-Belloso O. (2005). Formulation of alginate and gellan based edible coatings with antioxidants for fresh-cut apple and papaya. IFT Technical Program Abstracts, Paper 36E-43 - Annual Meeting, New Orleans, USA.
- Trejo-Márquez A, 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 Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. Cartagena, España: Grupo Postrecolección y Refrigeración UPCT; 2007. p. 978-984.
- Trujillo Y, Arroqui C Y Viserda P (2005). Mejora de la calidad y vida útil de las papas refrigeradas minimamente procesadas mediante el empleo de agentes conservantes. *Alimentech*. Vol. 2 N° 2. Pag. 1-7.