

## Evaluación de las características Físico-Químicas y Sensoriales de fresa con cubiertas comestibles de Quitosano

### Evaluation of the Physical-Chemical and Sensorial characteristics of strawberry with coating edible Chitosan

CASTAÑEDA-RAMÍREZ, José Cristóbal<sup>1†\*</sup>, ESPINOZA-ZAMORA, Jesús<sup>1</sup> y DE LA FUENTE-SALCIDO, Norma Margarita<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Departamento de Procesos Alimentarios, Carretera Valle-Huanímara km 1.2. Valle de Santiago, Guanajuato

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Coahuila. Dpto. de Posgrado. Escuela de Ciencias Biológicas, Ciudad Universitaria, Campus Torreón, Coahuila, México

ID 1<sup>er</sup> Autor: José Cristóbal, Castañeda-Ramírez

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Jesús, Espinoza-Zamora

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Norma Margarita, De La Fuente-Salcido

Recibido 20 de Enero, 2018; Aceptado 31 Marzo, 2018

#### Resumen

En años recientes ha surgido la necesidad de desarrollar nuevas metodologías de conservación de productos hortofrutícola; la fresa es un fruto con un alto contenido en antioxidantes y muy apreciada por sus características sensoriales. En el presente estudio se analizó el comportamiento de las características físico-químicas y sensoriales de fresas cubiertas con diferentes formulaciones de quitosano suplementadas con sorbitol y cloruro de calcio; determinando la respiración, sólidos solubles, pH, firmeza, color, percepción de sabor y aroma, calidad visual, a diferentes tiempos de almacenamiento. Se determinó que a los seis días de almacenamiento en refrigeración la fresa cubierta con una mezcla de quitosano-sorbitol (B) disminuye la tasa de respiración con respecto al control (68 contra 183 mL/Kg h de CO<sub>2</sub>), mientras que el pH, sólidos y color mantuvieron con valores similares al control; en cuanto a la percepción de sabor y aroma característicos de la fresa la recubierta con B fue la de mayor aceptación por los panelistas mencionando que se percibían con mayor intensidad, así mismo visualmente fue más llamativa. Con los resultados obtenidos, se demuestra que las cubiertas comestibles a base de quitosano mejoran las condiciones de almacenamiento de las fresas.

Cubiertas Comestibles, Quitosano, Fresa

#### Abstract

In recent years there has been a need to develop new methodologies for the conservation of fruit and vegetable products. The strawberry is a fruit with a high content of antioxidants and highly appreciated for its sensory characteristics. In the present study, the behavior of the physical-chemical and sensory characteristics of the covers with different formulations of chitosan supplemented with sorbitol and calcium chloride was analyzed; Determining respiration, soluble solids, pH, firmness, color, perception of taste and aroma, visual quality, at different storage times. It was determined that after six days of storage in refrigeration the coated strawberry with a mixture of chitosan-sorbitol (B) decreases the respiration rate with respect to the control (68 vs 183 ml / Kg h of CO<sub>2</sub>), while the pH, solids and color maintained with values similar to the control; Regarding the perception of flavor and aroma characteristic of the strawberry, the coverage with B was the greatest acceptance for the panelists that are perceived with greater intensity, likewise visually it was more striking. With the results obtained, it is demonstrated that the edible covers based on chitosan improve the storage conditions of the strawberries.

Coating Edible, Chitosan, Strawberry

**Citación:** CASTAÑEDA-RAMÍREZ, José Cristóbal, ESPINOZA-ZAMORA, Jesús y DE LA FUENTE-SALCIDO, Norma Margarita. Evaluación de las características Físico-Químicas y Sensoriales de fresa con cubiertas comestibles de Quitosano. Revista de Sistemas Experimentales 2018, 5-14: 1-6.

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jccastanedar@utsoe.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Se ha reportado que durante el manejo postcosecha de los productos vegetales se pueden estimar pérdidas hasta del 40% del total cosechado (Aular, 2006). La principal consecuencia de dichas pérdidas es la incidencia de microorganismos patógenos sobre los productos ya mencionados; estos pueden causar al consumidor graves padecimientos e incluso la muerte si no se tratan a tiempo.

En relación a las bacterias, éstas pueden contaminar el producto durante la etapa precosecha principalmente por aguas contaminadas o durante la manipulación de los productos hortícolas. Una alternativa para la conservación de frutas y vegetales frescos es el uso de recubrimientos comestibles multicomponentes, los cuales pueden elaborarse con ingredientes básicos adecuados al producto para brindarle la protección de barrera deseada y además, sirven como vehículos para incorporar aditivos específicos que refuerzan su funcionalidad tales como antioxidantes, colorantes y antimicrobianos (Nussinovitch y Lurie, 1995; Cagri *et al.*, 2004; Martin-Belloso *et al.*, 2005).

El uso de películas con una base biológica a manera de embalaje antimicrobiano es muy prometedor para mantener la calidad de este tipo de productos alimenticios; ya las películas adheribles actúan como una barrera a la migración del vapor del agua, el oxígeno y el dióxido de carbono aunado a sustancias capaces de inhibir patógenos y la expansión microbiana (Dutta *et al.*, 2009); además las películas y los revestimientos comestibles protegen del deterioro a las frutas y verduras percederas retardando la deshidratación, suprimiendo la respiración, mejorando calidad de textura y ayudando a retener compuestos de aroma y sabor (Quirós-Sauceda *et al.*, 2014; Han *et al.*, 2004; Durango *et al.*, 2003).

Uno de los compuestos biológicos más importantes para la formación de películas y revestimientos naturales es el biodegradable, no tóxico, biocompatible, semipermeable, con propiedades filmogénicas y antimicrobianas, lo que lo convierte en un material versátil y con un gran potencial como empaque de alimentos.

Además presenta la habilidad de ligar lípidos y metales como cobre, zinc, plomo, vanadio y hierro, y puede extender la vida de anaquel de productos alimenticios frescos y con alta actividad de agua como frutas, verduras y carnes (Bautista-Baños y Bravo-Luna, 2004).

Con relación a la actividad antibacteriana del quitosano en combinación con otros polímeros, se demostró que soluciones de poliamida-quitosano ejerce actividad antibacteriana contra *Salmonella typhimurium* y *Staphylococcus aureus* (Rodríguez-Núñez *et al.*, 2012); una combinación de quitosano-almidón aplicado en zanahorias tuvo efecto contra bacterias ácido lácticas, coliformes y levaduras en almacenamiento a 10 °C (Durango *et al.*, 2003).

Por otro lado se ha demostrado que las cubiertas de quitosano son efectivas al incrementar la vida de anaquel de las fresas (*Fragaria*), al disminuir el oscurecimiento, mantienen su textura y evitando la deshidratación (Henández-Muñoz *et al.*, 2008). Por lo que el objetivo del presente estudio fue la evaluación de características físico-químicas y sensoriales de fresa tratada con diferentes cubiertas a base de quitosano.

## Materiales y métodos

### Formulación de las cubiertas

Se elaboraron cuatro diferentes tratamientos de quitosano de bajo peso molecular (Sigma-Aldrich, St. Louis MO. USA). En las 4 soluciones se disolvieron 2 g de quitosano en 100 mL de ácido acético al 1%, con las siguientes consideraciones. La solución 1 se preparó con 2 g de quitosano en 100 mL de ácido acético al 1% (**A**); la solución 2 se preparó de la misma manera que la 1 solo que se adicionó sorbitol al 20% (p/p) con respecto a la masa de quitosano (**B**); para la solución 3 primero se disolvieron 2 g de cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) en ácido acético al 1% y posteriormente se disolvieron 2 g de quitosano (**C**); la solución 4 se preparó de la misma manera que la 3, solo que se adicionó sorbitol al 20% (p/p) con respecto a la masa de quitosano (**D**).

## Aplicación de las cubiertas

Inicialmente las fresas (fueron lavadas con agua destilada durante 5 minutos y desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) 150 mg/L durante 2 minutos (Sanchis *et al.*, 2016) y posterior enjuague por 2 min con agua destilada estéril. Para la aplicación de las cubiertas la fresa fue separada en 5 grupos, primer grupo se aplicó el tratamiento 2% quitosano (**cubierta A**); al segundo grupo el tratamiento 2% quitosano-20% sorbitol (**cubierta B**), al tercer grupo el tratamiento 2% quitosano-2% CaCl<sub>2</sub> (**cubierta C**), al cuarto grupo, el tratamiento 2% quitosano-2% CaCl<sub>2</sub>- 20 % sorbitol (**cubierta D**) y el quinto grupo fue empleado como control sin tratamiento (**E**); todos los tratamientos se aplicaron por inmersión de la fresa en las soluciones durante 5 minutos, posteriormente se dejaron secar al aire durante 2 h y se almacenaron en charolas de polipropileno a 6 °C y 85-90 % HR.

## Cromatografía de gases

La respiración de la fresa fue determinada, empleando un método estático (Hernández-Muñoz *et al.*, 2008). Las fresas fueron colocadas en un frasco hermético de 200 mL, a temperatura ambiente durante 1 h. Transcurrido el tiempo se colectó 1mL del espacio de cabeza y se analizó la producción de CO<sub>2</sub> usando un Cromatógrafo de gases (Perkin Elmer, modelo Auto System XL), con el detector de conductancia térmica (TCD). Se empleó como gas acarreador el helio; las condiciones del inyector, detector y del horno fueron 170 °C, 180°C y 35 °C respectivamente; con tiempo de corrida de 5min. Las fresas fueron almacenadas a 6 °C y 85-90% HR, por un periodo de 6 días; se monitoreo la producción de CO<sub>2</sub> cada 3 días, por triplicado. La producción de CO<sub>2</sub>, se reportó en mL Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

## Medida de color y firmeza

El color de la fresa con diferentes cubiertas fue medido en un colorímetro MiniScan EZ modelo 4500L HunterLab; empleando la escala CIELAB, para la medición de los parámetros L\*, a\* y b\*; evaluando el color a 20 muestras por cada tratamiento.

La firmeza de la fresa tratada con las diferentes cubiertas fue medida en un texturometro BROOK FIEL CT325K, en modo de TEST Normal (Trigger: 20 g; Deformation: 10.0 mm; Speed: 5 mm s<sup>-1</sup>), empleando una sonda de 2 mm de diámetro. Las lecturas se obtuvieron por triplicado para cada una de las fresas y se midieron en total 25 fresas para cada tratamiento.

## Medición de °Brix y Ph

Para la medición del pH y °Brix, se molieron 150 g de fresa de cada uno de los tratamientos, para la obtención del jugo, del cual se midió la cantidad de sólidos disueltos con un refractómetro (ATAGO MASTER 4T); el pH fue medido con un potenciómetro HANNA Instruments HI 4221.

## Análisis sensorial

La percepción de la calidad sensorial de la fresa tratada con las cubiertas de quitosano, fue realizada por 10 jueces no entrenados para cada uno de los tratamientos y días de prueba. Los atributos que se evaluaron fueron la calidad visual (principalmente presencia de daño), con una escala de 9= excelente, 7 muy bueno, 5 bueno (límite para mercado), 3 malo (límite para uso), 1 pobre (revisar) (Gorny *et al.*, 2002). Otro de los aspectos fue el sabor y aroma, empleando una escala de 5 puntos donde 5= aroma y sabor muy marcados y 1= ausencia de aroma y sabor. La firmeza fue evaluada también con una escala de 5 puntos, donde 5= muy firme y 1= muy suave (Sanchís *et al.*, 2016). Por último se evaluó la percepción general de la fruta por parte de los jueces, con una escala de 9 puntos, donde se consideró lo siguiente, 7-9 excelente calidad, 4-6 calidad aceptable y 1-3= calidad deficiente.

## Resultados y discusión

Durante el almacenamiento en refrigeración de la fresa, se observó de manera general que las cubiertas A y B (cubierta A 2 % quitosano; cubierta B 2% quitosano/20% sorbitol), disminuyen la tasa de respiración de la fresa, con respecto al control (E) y a las cubiertas C y D suplementadas con cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>), ejercen un efecto similar.

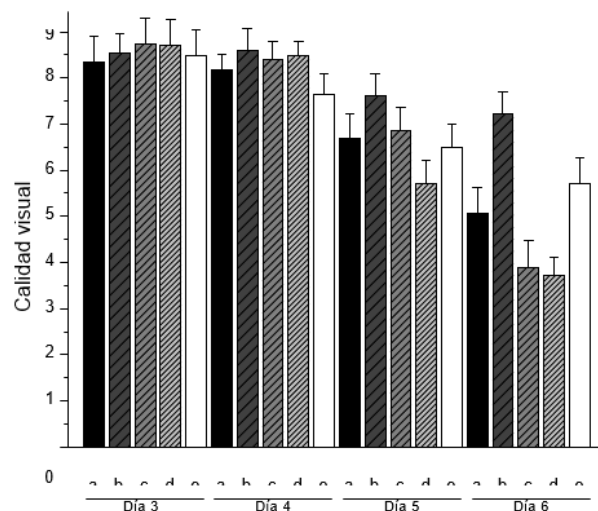
Dicho efecto se atribuye a que el quitosano combinado con sorbitol en forma de cubierta pudiera modificar la atmosfera interna de la fruta, como se ha reportado en jitomates y manzanas, productos, en los cuales se ve afectada la relación CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> (Gemma and Du, 1998), en el presente estudio la cubierta que mostró mayor disminución de la tasa de respiración de la fresa fue la B, en la que el quitosano se suplemento con sorbitol (agente plastificante), esto sugiere que la cubierta tuvo mayor adherencia a la epidermis de la fresa, provocando dicho fenómeno (Tabla 1). Con relación a la fresa tratada con las cubiertas B, C y D, entre los 3 y 6 días de almacenamiento presentan mayor firmeza tanto de la epidermis como de la pulpa; sobresaliendo entre ellas la cubierta D (suplementada con cloruro de calcio), con respecto a las cubiertas A y el control (E) (Tabla 1).

Este comportamiento fue el esperado ya que los compuestos de calcio se emplean como mejorantes de textura en varios productos hortofrutícolas, en el caso particular de la fresa la absorción de iones calcio, beneficia a la las uniones en los enlaces de las pectinas); lo que ayuda que la fruta mantenga su firmeza por un tiempo mayor (Lara-Garcia and Vendrell, 2004) Por otro lado en el parámetro de color, se observó que al inicio, las fresas con las cubiertas A y B, presentan mayor Luminosidad, lo cual indica que la fresa tiene una tonalidad de rojo más claro que el resto de las cubiertas, aunque con el paso de los días de almacenamiento, los valores de luminosidad tienen a igualarse. El pH y el porcentaje de sólidos disueltos se mantuvieron dentro de los valores esperados para la fresa de 3.5 a 4.5 y 7 a 11 % respectivamente; comportamiento que indica que las cubiertas comestibles de quitosano, no afecta a estos parámetros (Tabla 1).

Día	Cubierta	CO <sub>2</sub> (mL/Kg h)	Firmeza (N)	pH	Color L*
0	A	177 ± 26.3	4.67 ± 1.3	4	26 ± 5.6
	B	142 ± 21.4	4.9 ± 1.1	3.9	24.3 ± 4
	C	162 ± 18.6	4.85 ± 1.1	3.7	20. ± 3.5
	D	234 ± 35.5	5.02 ± 0.3	4.1	16. ± 5.6
	E	299 ± 24.6	5.39 ± 2.4	3.8	22 ± 7.4
3	A	97.5 ± 15.1	3.97 ± 1.5	3.7	26 ± 2.8
	B	69 ± 4.5	4.34 ± 0.1	3.8	23 ± 9.7
	C	87 ± 14.3	4.09 ± 0.8	3.8	28 ± 1.1
	D	93 ± 18.8	4.77 ± 0.4	3.7	28 ± 3.4
	E	179 ± 7.8	3.96 ± 1.8	3.8	26 ± 3.4
6	A	108 ± 5.3	3.48 ± 0.5	3.7	33 ± 3.3
	B	68 ± 4.4	4.1 ± 0.5	3.7	30 ± 1.7
	C	92 ± 16.2	4.18 ± 0.8	4	31 ± 2.5
	D	97 ± 8.5	4.45 ± 0.2	3.9	30 ± 4.7
	E	183 ± 23.2	3.76 ± 0.3	3.7	30 ± 2.5

**Tabla 1** Parámetros fisicoquímicos de fresa tratada con cubiertas a base de quitosano

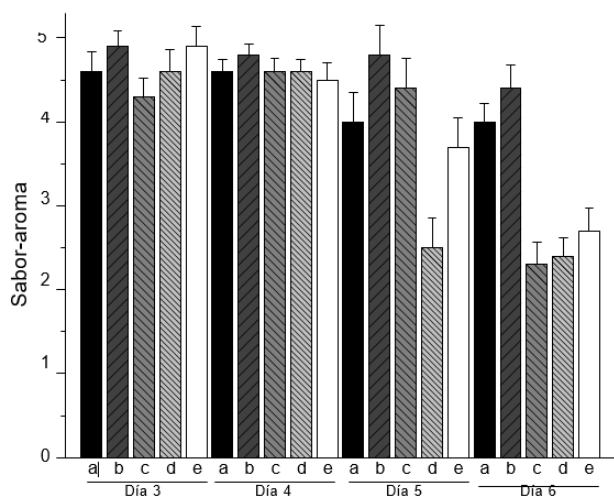
Para la evaluación de la percepción de Sabor y Aroma característicos y Firmeza de la fresa. La calidad visual fue evaluada dentro del rango excelente en todas las cubiertas y el control, durante los primeros 4 días de tratamiento; a los seis días la fruta con la cubierta b (2% quitosano-20 % sorbitol) es igualmente bien evaluado dentro de los rangos de excelente, sin embargo los tratamientos A, C, D y E perdieron atractivo visual (Gráfica 1).



**Gráfica 1** Resultados de la percepción de calidad visual de fresa tratada con cubiertas a base de quitosano

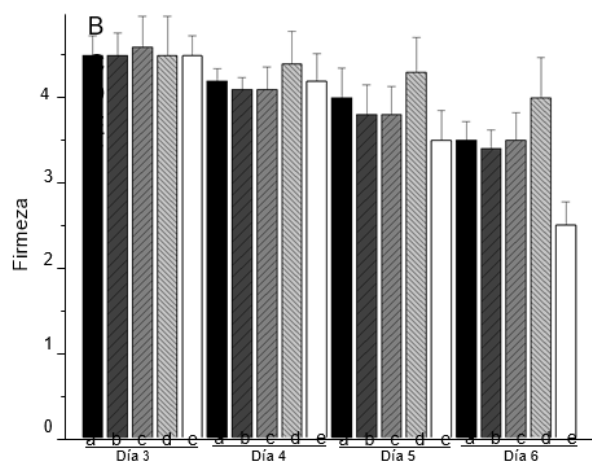
En la evaluación de Sabor-Aroma durante 3 y 4 días de almacenamiento se encuentran en muy cercanos a 5 (aroma y sabor muy marcados) en todos los tratamientos y el control, para el día 5 los valores disminuyen para el tratamiento D y el E (control positivo); para el día 6 de almacenamiento, los valores disminuyen para tratamientos C, D y E.

Durante el último día de esta evaluación el tratamiento A fue evaluado en los rangos de excelente; sin embargo, se mantiene por debajo de B (Gráfica 2), en el cual los encastados percibieron con mayor intensidad el coincidiendo con el patrón de respiración, presumiendo que al modificar la atmosfera interna de la fresa, la cubierta de quitosano-sorbitol mantiene la concentración de los compuestos responsables de aroma de las fresas.



**Gráfica 2** Resultados de la percepción de sabor y aroma de fresa tratada con cubiertas a base de quitosano.

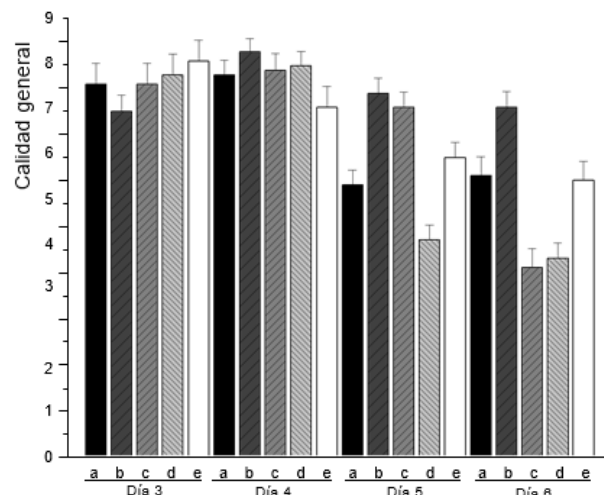
La firmeza de al igual que para el atributo de aroma y sabor, dentro de los primeros cuatro días de tratamiento fue evaluada dentro del rango muy firme (normal para fresa), notándose una disminución de la firmeza hacia el sexto día, donde el control (E), fue evaluado como poco firme, teniendo que las fresas tratadas con quitosano-sorbitol- $\text{CaCl}_2$  fueron las que presentaron mejor firmeza esto es un resultado esperado ya que el calcio se utiliza como mejorante de textura; sin embargo la fresa tratada con esta cubierta no resultó la más aceptada por los panelistas, ya que presentaba una coloración no tan atractiva, sabor y aroma deficiente



**Gráfica 3** Resultados de la percepción firmeza de fresa tratada con cubiertas a base de quitosano

También fue evaluada la calidad general de la fresa, determinando que dentro de los primeros cuatro días, la percepción fue excelente, notándose un decremento hacia el día seis donde la mejor evaluada fue la fruta con la cubierta b (2% quitosano-20% sorbitol).

Lo que coincide con el resto de las percepciones sensoriales, donde la cubierta B, es la que otorga mejores condiciones para el almacenamiento en refrigeración (Gráfica 4)



**Gráfica 4** Resultados de la percepción de calidad general de fresa tratada con cubiertas a base de quitosano

## Conclusiones

Se evaluaron las características físico-químicas de la fresas (variedad San Andrés) tratadas con cubiertas comestibles de quitosano, encontrando que la cubierta quitosano-sorbitol (B) fue la que favoreció más en las propiedades físico-químicas al disminuir la tasa de respiración, color lo que repercutió en que presentara mayor aceptación por los panelistas en las características sensoriales como sabor y aroma, calidad visual y calidad general; por lo que estas cubiertas pudieran ser una opción para mejorar las condiciones de almacenamiento de la fresa, ya que conservan sus propiedades sensoriales, mismas que son de vital importancia para esta fruta.

## Referencias

Aular, J. (2006). Consideraciones sobre el manejo postcosecha de frutas en Venezuela. In: Salamanca, G. (Ed.) Anales del Seminario Hortofrutícola Colombiano y I Congreso Iberoamericano sobre Sistemas de Procesado. Ibaguè-Tolima: 59-62

Bravo-Luna, S. B. (2004). Evaluación del quitosano en el desarrollo de la pudrición blanda del tomate durante el almacenamiento. Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 6.

- Durango, A. M., Soares, N. F. F., & Andrade, N. J. (2006). Microbiological evaluation of an edible antimicrobial coating on minimally processed carrots. *Food Control*, 17, 336–341.
- Gemma, H. and Du, J. (1998). Effect of application of various chitosans with different molecular weights on the storability of jonagold apple. *Acta Horticulturae (ISHS)*.
- Gorny, J.R., Hess-Pierce B, Cifuentes, R.A., and Kader, A.A. (2002). Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. *Postharvest Biology and Technology* 24: 271–278.
- Han, C., Zhao, Y., Leonard, S. W., & Traber, M. G. (2004). Edible coating to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria x Ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). *Postharvest Biology and Technology*
- Hernandez - Muñoz P. (2006). Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). *Postharvest Biology and Technology*, 247, 253.
- Hernández-Muñoz, P., Eva-Almebar., V., Dinoraz-Velez, R.G. (2008). Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality during refrigerated storage. 110: 428-435. *Food Chemistry*.
- Lara, I., Garcia, P. and Vendrell, M. (2004). Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium-treated strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.). *Fruit postharvest Biology y Technology*.
- Martin-Belloso, O., Soliva-Fortuny, R., and Baldwin, A. (2005). Conservación mediante recubrimientos comestibles. In: *Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados*. González-Aguilar, G; Gardea, A.; Cuamea-Navarro, F. Editores. Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo A.C. Hermosillo, Sonora, México p. 558.
- Nussinovitch, A., and Lurie, S. 1995. Edible coatings for fruits and vegetables. *Postharvest News and Information* 6:53-57.
- Rodríguez-Núñez, J.R., López-Cervantes, J., Sánchez-Machado, D.I., Ramírez- Wong, B., Torres-Chávez, P., Cortez- Rocha, M.O. (2012). Antimicrobial activity of chitosan-based films against *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus*. 47: 2127-2133. *International Journal of Food Science and Technology*.
- Sanchís, E., Mateos, M., Pérez-Gago, M.B. (2016). Physicochemical, sensory, and nutritional quality of fresh-cut ‘‘Rojo Brillante’’ persimmon affected by maturity stage and antibrowning agents. *Food Science and Technology International*. 1-13. DOI: 10.1177/1082013216629262