

**APLICACIÓN DE PELÍCULAS COMESTIBLES A BASE DE QUITOSANO Y
ALMIDÓN PARA MANTENER LA CALIDAD SENSORIAL Y MICROBIOLÓGICA DE
MELÓN FRESCO CORTADO**

***APPLICATION OF EDIBLE COATING OF CHITOSAN AND STARCH TO MAINTAIN
THE SENSORY AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF FRESH-CUT MELON***

Ruiz-Cruz S*, Guevara-Gálvez CL, Estrada-Alvarado I, Cira-Chavéz LA, Gassós-Ortega LE y
Llanez-Samaniego AL

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, CP 85000
Cd. Obregón, Sonora, México, Tel. 01(644) 410-9000 ext. 2106
Autor de correspondencia: sruiz@itson.mx

Se evaluó la eficacia de diferentes películas comestibles (PC) a base de quitosano y almidón en la reducción microbiana y calidad de melón fresco cortado (MFC). Los melones fueron desinfectados, pelados y cortados en cuadros de 2 x 2 cm, seguido se lavaron por 2 min en diferentes soluciones de las PC (Trat 1: Quitosano 1% + ácido cítrico 1%; Trat. 2: Quitosano 1% + almidón 1%; Trat. 3: Quitosano 2.5% + almidón 0.5%, Trat. 4: Quitosano 1.5%, control: lavado con agua), se centrifugaron, envasaron en charolas de poliestireno y almacenaron por 13 días a 5°C. A intervalos de 3 días se tomaron muestras para evaluar la aceptabilidad general y deterioro microbiano (mesófilos, coliformes totales y hongos-levaduras). Todos los tratamientos redujeron significativamente la población microbiana con respecto al control. El tratamiento 3 redujo en general, en mayor magnitud el crecimiento de los diferentes microorganismos sin afectar la calidad del producto después de 11 días a 5°C, seguida del tratamiento 1 y 4 con 10 días de vida útil. El tratamiento 2 y el control presentaron una vida útil de 9 y 7 días, respectivamente. Estos resultados indican que las PC a base de quitosano podrían ser una alternativa en el lavado de MFC, para reducir el crecimiento microbiano y mantener su calidad.

Palabras clave: Quitosano, microorganismos, películas comestibles, melón, almidón

The effectiveness of different edible coating (EC) of chitosan and starch in the microbial reduction and quality on fresh-cut melon (FCM) was evaluated. Melon were disinfected, peeled and cutting in cubes of 2 x 2 cm, washed for 2 min in the different solutions containing the EC (Trat 1: chitosan 1% + citric acid 1%; Trat. 2: chitosan 1% + starch 1%; Trat. 3: chitosan 2.5% + starch 0.5%, Trat. 4: chitosan 1.5%, control: water washed), centrifuged and packaged in polypropylene trays and stored by 13 days at 5°C. At 3 days intervals, samples were taken to evaluate the general acceptability and microbial growth (aerobic total counts, total coliforms and molds-yeast). All treatment reduced significantly the microbial population with respect to control. The treatment 3 reduced, in general, in higher extends the microbial growth and maintained overall quality of FCM by 11 days at 5°C, followed by the treatments 1 and 4 with 10 days of shelf-life. The treatment 2 and control had a shelf-life of 9 and 7 days, respectively. These results indicated that the chitosan-based EC could be an alternative to FCM washing to reduce microbial growth and maintain the quality of fresh-cut melon.

Index words: Chitosan, microorganisms, edible coating, melon, starch

Recibido: Abril 25 de 2010. Aceptado: Junio 1 de 2010

INTRODUCCIÓN

El consumo de frutas y hortalizas en la dieta diaria tiene un efecto benéfico para la salud, ya que son ricas en fibra, vitaminas y minerales, además de poseer fitonutrientes que ofrecen protección frente a enfermedades degenerativas, dando lugar a una menor mortalidad y a una mayor expectativa y calidad de vida. La introducción en los mercados de vegetales frescos cortados (VFC) es una forma de incrementar el consumo de frutas y hortalizas hasta los niveles recomendables en una dieta saludable. Asimismo, la fuerte demanda de este tipo de productos listos para consumir, abre un nuevo mercado a dicha industria de VFC. Por lo que, dicha industria, está en constante cambio para ofrecerle al consumidor productos con los más altos estándares de calidad.¹ Wiley² define a los vegetales frescos cortados como los obtenidos mediante la aplicación de una o varias operaciones unitarias apropiadas, tales como pelado, cortado y envasado, y que además mantienen sus características naturales. Martín-Belloso y Rojas-Graü³ consideran que un producto fresco cortado de buena calidad es aquel que presenta apariencia fresca, textura aceptable, buen sabor y olor, así como una seguridad microbiológica y vida útil suficientemente larga que permita incluir al producto dentro de un sistema de distribución.

Actualmente, los VFC más comunes en el mercado son piña, melón, sandía, manzana, pera y uva.⁴ Siendo el melón (*Cucumis Melo L.*) un fruto moderadamente susceptible, al deterioro físico y químico, que favorece la pérdida de agua por transpiración, así como la penetración y desarrollo de microorganismos; esta situación unida a la actividad metabólica del fruto, contribuye al rápido avance de la senescencia y por consiguiente el deterioro del vegetal.⁵ Una alternativa de conservación es la aplicación de películas comestibles (PC) que están siendo consideradas como una estrategia para reducir los efectos perjudiciales que inflige el procesado mínimo en los tejidos de VFC, ya que contribuye a la extensión de la vida útil del producto al reducir la migración de humedad y de solutos, el intercambio de gases, la respiración, y otras

reacciones oxidativas, disminuyendo así los desórdenes fisiológicos. Además, las PC pueden servir como soporte de algunos aditivos, tales como antioxidantes, antimicrobianos, colorantes, saborizantes y nutrientes.⁶ Por lo que, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes películas comestibles a base de quitosano en la reducción microbiana y retención de la calidad de melón fresco cortado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

En este estudio se utilizaron frutos de melón (*Cucumis melo L.*), los cuales se obtuvieron de un supermercado en Obregón, Sonora, México. Los frutos fueron trasladados al laboratorio de Inocuidad Alimentaria del ITSON. La selección del fruto se realizó en base a su apariencia como el color (madurez comercial) y tamaño.

Preparación y aplicación de los tratamientos

Una vez seleccionado los frutos fueron lavados con una solución clorada de 100 ppm. Posteriormente, se pelaron manualmente y se cortaron en cuadros de 2 x 2 cm de espesor aproximadamente. Los trozos de MFC fueron inmersos por 2 min en los diferentes tratamientos de PC (Trat 1: Quitosano 1% + ácido cítrico; Trat. 2: Quitosano 1% + almidón 1%; Trat. 3: Quitosano 2.5% + almidón 0.5%, Trat. 4: Quitosano 1.5%) con una relación 1:5 (peso/volumen). Posterior a los 2 min, los cuadros de melón se escurrieron para eliminar el exceso de líquido de la superficie del producto. Finalmente, se envasaron 15 charolas de poliestireno con 180 g de melón por tratamiento, en los bordes de las mismas se sellaron con una película autoadherible, una vez envasadas se almacenaron por 13 días a 5°C. Inmediatamente después de la aplicación de los tratamientos se tomaron muestras para el análisis inicial, y a intervalos de 3 días se tomaron 3 charolas por tratamiento en los que se evaluó la aceptabilidad general y los cambios microbiológicos (mesófilos, hongos-levaduras y coliformes).

Aceptabilidad

Se evaluó la aceptabilidad subjetivamente de acuerdo a una escala descrita por Mercado-Silva et al.⁷ Dichas evaluaciones fueron realizadas por un grupo de 4 panelistas que se encontraban en el laboratorio donde se realizó el estudio. Es importante señalar que para llevar a cabo las evaluaciones, previamente se ajustaron los valores de la escala para MFC. Se tomó una charola por tratamiento, a las cuales se les evaluó la aceptabilidad general (olor, textura y sabor) con una escala hedónica del 1-9, donde 9= excelente (melón fresco), 7= buena, defecto ligero (muy bueno), 5= mediana (límite de mercadeo, así como, fin de la vida útil del producto), 3= pobre (límite de consumo), 1= no consumible.

Evaluaciones microbiológicas

Las evaluaciones microbiológicas se llevaron a cabo de acuerdo a las normas oficiales mexicanas. Asépticamente se tomaron 10 g de muestra, se homogenizaron por 1 min en 90 mL de buffer de fosfatos y se realizaron diluciones seriadas en el mismo buffer. Posteriormente, se tomó 1 mL de la muestra por duplicado, con su respectiva dilución y se inoculó sobre los medios seleccionados (placas de agar). Para el recuento de mesófilos aerobios se inoculó en placas con agar para cuenta estándar y se incubaron por 24-36 h a 37°C.⁸ De la misma manera se inocularon placas con agar papa dextrosa acidificado con ácido tartárico al 10%, para hongos y levaduras, se incubaron por 3-5 días a 25°C.⁹ Para la determinación de coliformes totales se inoculó en placas de agar bilis rojo violeta y se incubaron por 24 h a 37°C.¹⁰

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, donde los bloques fueron los días de muestreo y los factores los tratamientos (Control, Trat. 1, 2, 3 y 4). Para el análisis estadístico se aplicó un análisis de varianza con el paquete estadístico NCSS Statistical Software, ver. 6.0 Los tratamientos que mostraron

diferencias se sometieron a una comparación múltiple de medias mediante la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS

Aceptabilidad general

La calidad son un conjunto de propiedades que influyen en el grado de aceptación de un alimento, ya que el aspecto exterior representa uno de los parámetros cualitativos con mayor impacto sobre el consumidor y que determinan la decisión de compra, sobre todo en el caso de que se trate de un producto que está envasado y que por tanto debe ser evaluado a través de la vista.¹¹

En melón fresco cortado el sabor, la dulzura y la textura son factores que los consumidores toman en cuenta para evaluar su calidad y decidir su compra.¹² En este estudio la aceptabilidad general de MFC se evaluó por 4 panelistas considerando los siguientes aspectos (olor, textura y sabor). En la **Figura 1** se puede observar la aceptabilidad de MFC tratado con diferentes películas. Se puede ver claramente que los tratamientos 1, 3 y 4 obtuvieron los valores más altos de aceptación, seguidos por el tratamiento 2 y el control. Sin embargo, después del día 9 se observó una disminución paulatina en todos los tratamientos evaluados. El control y el tratamiento 2 presentaron un valor de 5 después del día 7 y 9, respectivamente, llegando con ello a su límite de mercadeo, lo cual representa para ambos el final de su vida útil. Seguidos de los tratamientos 1 y 4 los cuales alcanzaron un valor de 5 al día 10 de almacenamiento a 5°C. El tratamiento 3 presentó un valor de aceptabilidad más alto durante el periodo de almacenamiento, donde después de 11 días de almacenamiento alcanzó un valor de 5, llegando con ello al final de su vida útil.

Existen estudios sensoriales realizados en diversas frutas donde muestran como el producto no cumple los requisitos de calidad exigibles para su consumo tras una semana de almacenamiento. Chonhenchob et al.¹³ y Qi et al.¹⁴ reportaron que la vida útil de melón fresco

cortado almacenado a 5°C fue de 6 días debido al ablandamiento de los tejidos, desarrollo fúngico y olores desagradables. O'Connor et al.¹⁵ evaluaron el efecto de melón cantaloupe fresco cortado almacenado a 4°C y encontraron que el producto sensorialmente fue aceptable hasta el día 7. Aguayo et al.¹⁶ reportaron que en melón fresco cortado mantenía sus atributos sensoriales en una atmósfera modificada por 10 días a 5°C. Dong et al.¹⁷ reportaron que la aplicación de película de quitosano mejoro la calidad y amplió la vida útil de litchi fresco

cortado. La aplicación de películas comestibles debe poseer un sabor bastante suave o en su defecto no poseer ningún tipo de sabor, de forma que no pueda detectarse mientras se consuma dicho producto. Po-Jung et al.¹⁸ demostraron que la aplicación de 1 y 2 % de quitosano mantenían la calidad sensorial durante 7 días en MFC. En este estudio, la aplicación de películas comestibles a base de quitosano 2.5% y almidón 1% mantuvo la calidad sensorial durante 11 días a 5°C, 4 días más con respecto al control.

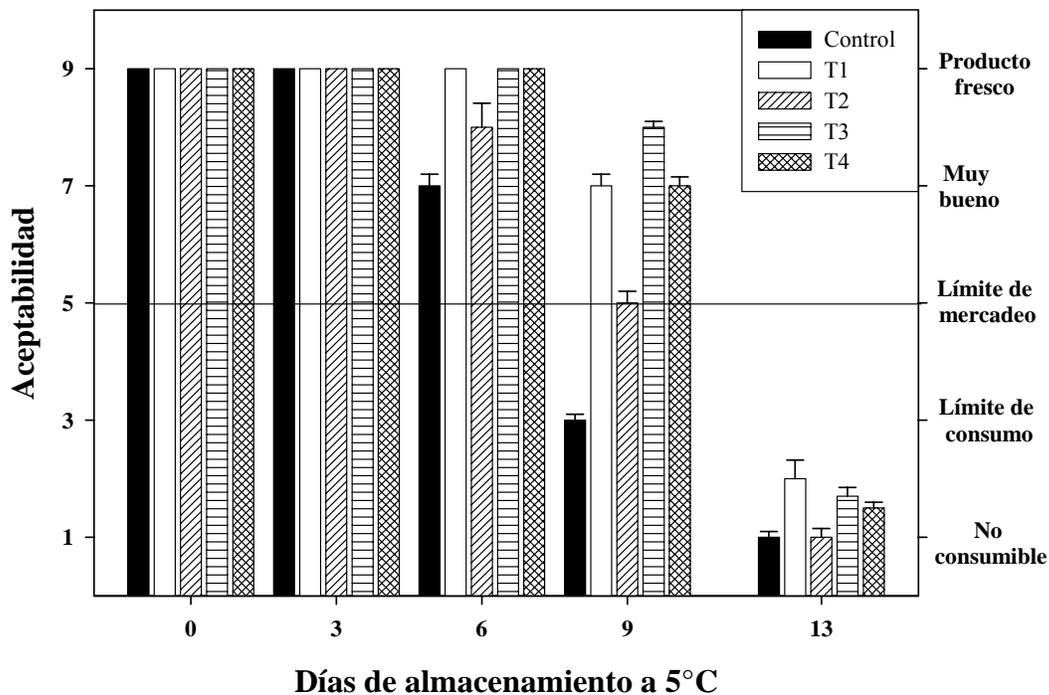


Figura 1. Efecto de la aplicación de PC de quitosano y almidón en la aceptabilidad de melón fresco cortado, almacenada durante 13 días a 5°C.

Análisis microbiológico. Cuenta aerobia

En este estudio la población inicial de bacterias aerobias (**Figura 2**) fue de 3.9 Log ufc/g. Estos valores iniciales encontrados en melón fresco cortado son similares con los reportados por Millán et al.¹⁹ Asimismo, de acuerdo con la norma de la Unión Europea y la NOM-093²⁰, los valores iniciales de bacterias aerobias aquí

observados, están dentro de los límites de tolerancia permitidos para productos frescos cortados, el día de producción (4.7 Log ufc/g y 5.2 Log ufc/g), respectivamente.^{21, 22}

Para el caso del análisis del efecto de las películas comestibles en la reducción de la población de la cuenta total aeróbica, el tratamiento 1 no causó una reducción en la cuenta total aeróbica. Los tratamientos 2, 3 y 4

causaron una reducción inicial de 0.7 Log ufc/g. Estos resultados coinciden con los observados en melón fresco cortado, aplicando 3% metil celulosa + 2% glicerol + 1.5 y 2% de quitosano, respectivamente.²³ Po-Jung et al.¹⁸ reportaron que la aplicación de una PC de 2% de quitosano redujo en 0.33 Log ufc/g de bacterias aerobias en mango fresco cortado. Asimismo, en estudios similares, aplicaron película a base de quitosano al 0.2, 0.5, 1% disminuyendo la población de bacterias aerobias en 0.76, 1.08, 1.15 Log ufc/g, respectivamente, en pitaya fresca.²⁴ La aplicación de quitosano al 1.5% + almidón

redujo 1.34 Log ufc/g en chiles pimiento morrón. A pesar que las bacterias aeróbicas tuvieron un aumento paulatino en el control y el tratamiento 1 durante el almacenamiento a 5°C, los tratamientos 2, 3 y 4 presentaron la mayor inhibición del crecimiento de las bacterias aeróbicas, durante el almacenamiento. Donde al final del mismo dichos tratamientos registraron la menor población de bacterias aeróbicas (2.7 Log ufc/g). El tratamiento 1 alcanzó una población de 4.4 Log ufc/g, seguido del control con 6.7 Log ufc/g.

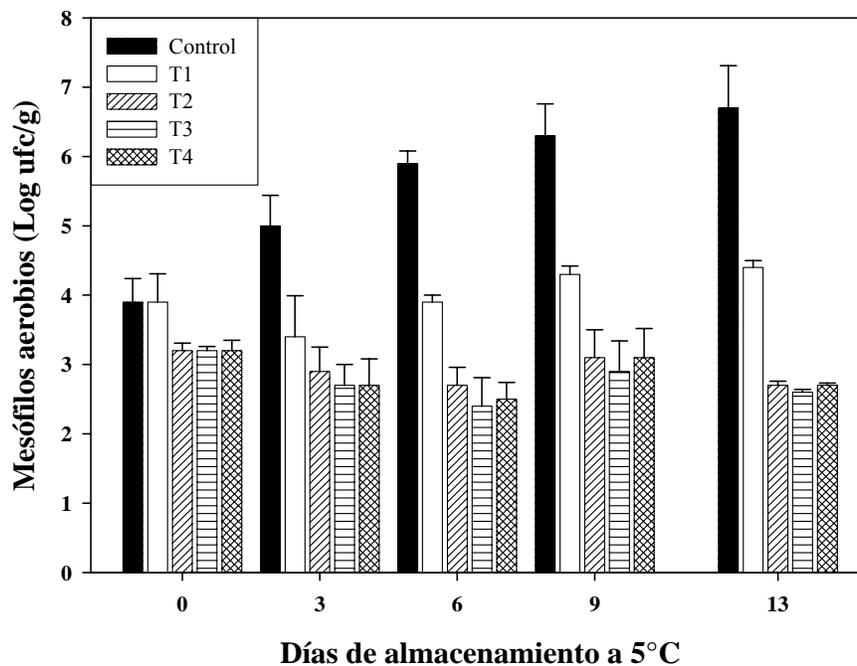


Figura 2. Efecto de la aplicación de PC en la reducción de mesófilos aerobios en melón fresco cortado, almacenado durante 13 días a 5°C.

Análisis microbiológico. Coliformes totales

En la **figura 3** se presentan los resultados obtenidos para la evaluación de la presencia de coliformes totales en melón fresco cortado almacenado a 5°C por 13 días. El valor inicial de coliformes totales fue de 2.5 Log ufc/g (control). Los tratamientos 3 y 4 causaron la mayor reducción de coliformes totales al día 0 en 2.5 Log ufc/g, seguidos de los tratamientos 1 y 2,

con valores de 0.3 y 1.05 Log ufc/g, respectivamente. Esta mayor reducción por los tratamientos 3 y 4 se mantuvo durante el almacenamiento a 5°C, aún cuando se observó un crecimiento significativo del día 3 al 6. Al final del almacenamiento el MFC lavado con los tratamientos 2, 3 y 4 presentaron la menor población de coliformes totales (1.9 Log ufc/g), seguidas del tratamiento 1 y control con valores de 2.5 y 5.7 Log ufc/g, respectivamente.

De acuerdo a la NOM-093²⁰ y norma de la unión europea (U.E.) los resultados de los tratamientos 2, 3 y 4 están dentro de los límites permisibles 2 y 2.02 Log ufc/g, respectivamente. Krasaekoopot y Mabumrung²³ reportaron una inhibición de 3.8 Log ufc/g en melón fresco cortado al aplicar una película comestible de quitosano 1.5 y 2% y metil celulosa. Asimismo, dichos autores reportan que una adecuada concentración de quitosano, inhibe completamente los coliformes totales. La actividad antimicrobiana del quitosano en vegetales frescos cortados ha sido efectiva contra

bacterias patógenas, es decir, *E. coli* O157:H7, *Staphylococcus*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *L. monocytogenes* y *B. cereus*.²⁵ Millan et al.¹⁹ estudiaron la estabilidad microbiológica en melón fresco cortado, por medio de impregnación al vacío, reduciendo 1.4 Log ufc/g en coliformes totales. Asimismo, la aplicación de quitosano al 1.5% + almidón al 4% + glicerol al 2% inhibió el crecimiento de coliformes totales durante todo el periodo de almacenamiento a 10°C por 15 días, en zanahoria fresca cortada.²⁶

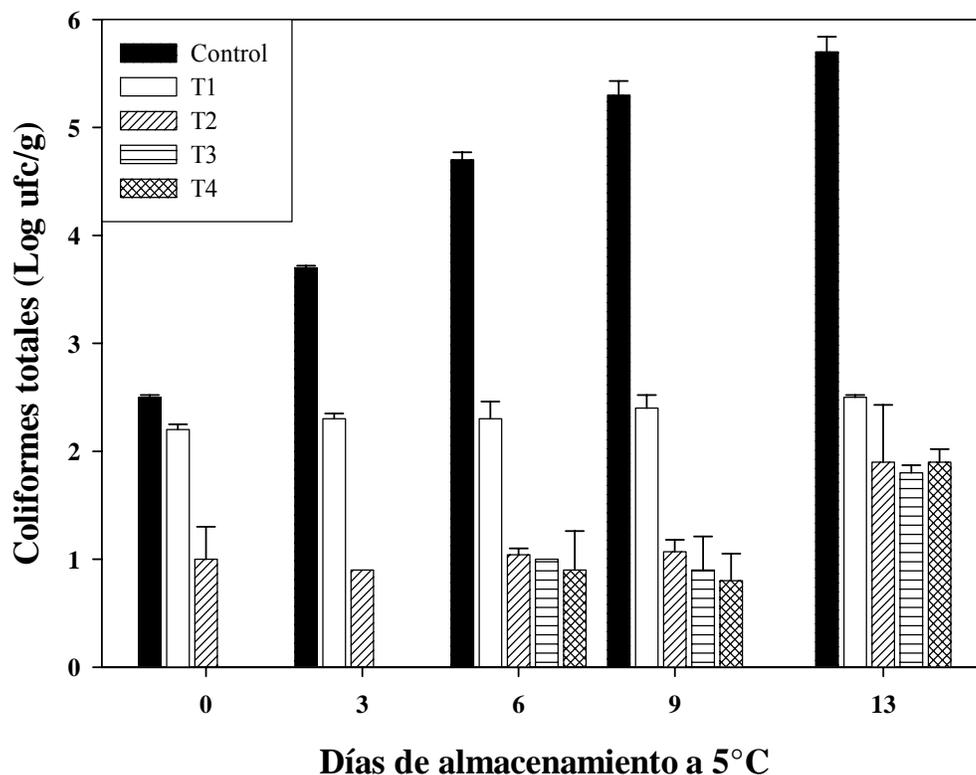


Figura 3. Efecto de la aplicación de PC de quitosano y almidón en la reducción de coliformes totales en melón fresco cortado, almacenada durante 13 días a 5°C.

Análisis microbiológico. Hongos y levaduras

El conteo inicial de hongos-levaduras (**Figura 4**), en MFC fue de 0.6 Log ufc/g (control). Los tratamientos 2, 3, y 4 presentaron una inhibición de 0,6 Log ufc/g, seguidos del tratamiento 1 al

causar solo una reducción de 0.1 Log ufc/g. Durango et al.²⁶ reportaron que en zanahorias frescas cortadas la aplicación de una película a base de quitosano al 0.5% + almidón al 4% redujo 0.11 Log ufc/g. En general la población de hongos-levaduras aumentó con el tiempo de

almacenamiento hasta alcanzar valores entre 5.8 y 2 Log ufc/g al final del almacenamiento. Como se puede observar los frutos control presentaron el incremento mayor de crecimiento de hongos-levaduras, hasta alcanzar la mayor población (5.8 Log ufc/g), seguidas del tratamiento 1 (2.5 Log ufc/g). Frutos tratados con los tratamientos 2, 3 y 4 presentaron la población de hongos-levaduras (2 Log ufc/g), al final del almacenamiento.

Estudios previos por Vargas et al.²⁷ reportaron que la aplicación de quitosano al 1% + ácido oleico al 4%, redujeron el crecimiento de hongos en fresa fresca. El desarrollo del hongo *Botrytis cinérea* en frutos como el kiwi, manzanas, peras, fresas, grosellas y litchi entre otros fue significativamente inhibido con aplicaciones de quitosano.²⁸⁻³¹ Muchos estudios sugieren que el quitosano puede tener efecto fungicida o fungistático dependiendo de la concentración a la que se utilice. Por ejemplo, el crecimiento micelial de *Colletotrichum gloesporioides* aislado de papaya, se inhibió totalmente con concentración de quitosano al 2.5 y 3% durante 7 días de incubación, mientras que a 0.5 y 1.5% el hongo comenzó a crecer al segundo y cuarto día, respectivamente.³² Chen et al.³³ demostraron que las películas de quitosano diluidas en soluciones de ácido acético son capaces de inhibir el crecimiento de *Rhodotorula rubra* y *Penicillium notatum*. Por otra parte, en un estudio por Oms-oliu et al.³⁴ demostraron que la aplicación de películas comestibles a base de alginato en melón fresco cortado envasado en atmósfera modificada no redujo la presencia de hongos-levaduras. Por lo que, el estudio del tecnologías adecuadas para inhibir el desarrollo de las poblaciones de bacterias aerobias, hongos-levaduras y coliformes totales, es necesario para garantizar la seguridad microbiológica de estos los productos frescos cortados.⁶ Por lo tanto, al

ser demostrado que el quitosano tiene buena actividad antimicrobiana, ya que inhibe el desarrollo de bacterias, hongos y levaduras,^{35, 36} promete ser una buena alternativa de conservación de dichos productos. Por lo que, en este estudio la mayor reducción de la población microbiana presentada probablemente se deba al mayor porcentaje de quitosano que se presentan en dichos tratamientos.

CONCLUSIONES

El presente estudio permitió evaluar la efectividad de las distintas concentraciones de películas comestibles a base de quitosano y almidón, para mantener la calidad sensorial y la reducción de bacterias aerobias, hongos-levaduras y coliformes totales en MFC. Los resultados obtenidos muestran una gran diferencia del control y los tratamientos aplicados, considerando al tratamiento 3 (Quitosano 2.5% + almidón 0.5%) ser el más efectivos, ya que aumento la vida de anaquel de MFC por 4 días más respecto al control en base a parámetros sensoriales y microbiológicos. Seguidos de los tratamientos 4, 1 y 2 con un aumento de 3, 3 y 2 días, respectivamente. Por lo que, en base a los resultados obtenidos se podría sugerir el uso de RC a base de quitosano y almidón para prolongar la vida de anaquel de MFC.

Agradecimientos

Se agradece a PROMEP por el apoyo financiero otorgado para la realización de este trabajo, especialmente al proyecto ITSON-PTC-056.

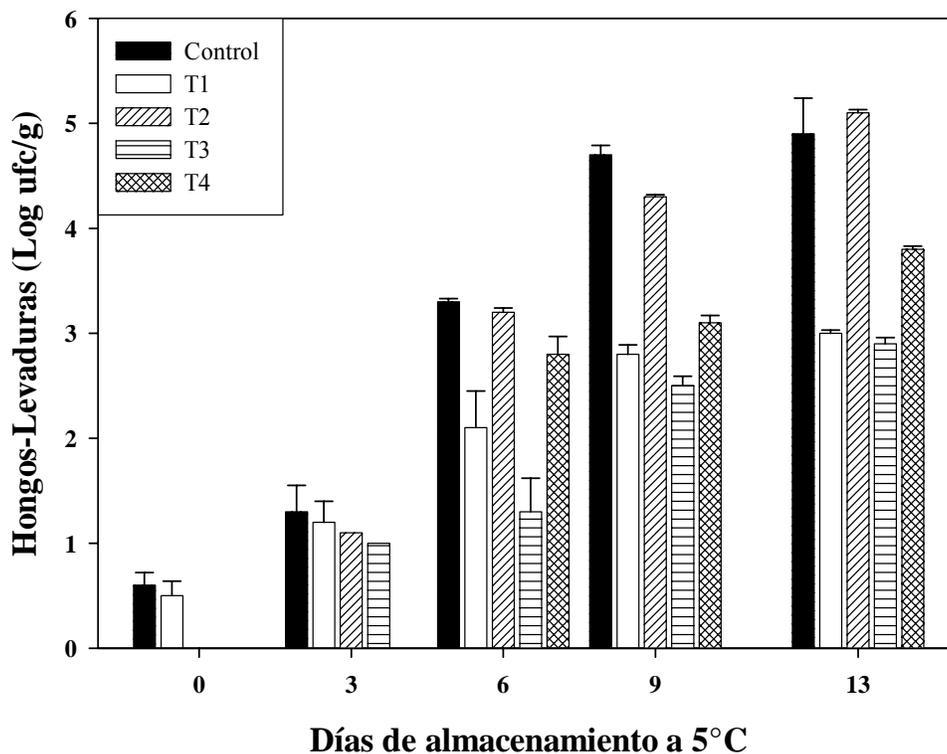


Figura 4. Efecto de la aplicación de diferentes PC en la reducción de hongos-levaduras en melón fresco cortado, almacenado durante 13 días a 5°C.

REFERENCIAS

- Oms-Oliu G. 2008. Alternativas de envasado de pera y melón frescos cortados en atmósfera modificada. Tesis Doctoral. Universidad de Lleida, España. pp 13
- Wiley RC. Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables. Chapman & Hall. New York. 1994. 368 p.
- Martín-Belloso O, Rojas-Graü MA. Factores que Afectan la Calidad. En: González-Aguilar GA, Gardea AA, Cuamea-Navarro F. Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados. CIAD AC. Hermosillo. 2005. /558 p.
- Cooperhouse HL. 2003. Innovations in fruit technology. Fresh cut magazine. February issue.
- Bolin R, Huxsoll C. 1991. Effect of preparation procedures and storage parameters on quality retention of salad-cut lettuce. *J Food Protec* 64:1244-1248.
- Olivas GI, Barbosa-Cánovas GV. 2005. Edible coating for fresh-cut fruits. *Crit Rev Food Sci Nutr* 45: 657-670.
- Mercado-Silva E, Rubatzky V, Heredia-Zepeda A, Catwell MI. 1998. Variation in chilling susceptibility of jicama roots. *Acta Hort* 467: 357-362.
- Norma Oficial Mexicana (NOM-092-SSA1-1994). Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
- Norma Oficial Mexicana (NOM-111-SSA1-1994). Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
- Norma Oficial Mexicana (NOM-113-SSA1-1994). Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
- Labuza TP. An integrated Approach to Food Chemistry. Illustrative Cases. En: Fennema

- OR. Food Chemistry. Marcel Dekker, Inc. New York. 1985.
12. Lester G. 2006. Consumer preference quality attributes of melon fruits. *Acta Horticulture* 712:175-181.
 13. Chonhenchob V, Chantarasomboon Y, Singh P. 2007. Quality changes of treated fresh-cut tropical fruits in rigid modified atmosphere packaging containers. *Packaging Technol Sci* 20:27-37.
 14. Qi L, Wu T, Watada AE. 1999. Quality changes of fresh-cut honeydew melons Turing controlled atmosphere storage. *J Food Qual* 22:513-521.
 15. O'connor-Shaw RE, Roberts R, Ford AL, Nottingham SM. 1994. Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. *J Food Sci* 59:1202-1215.
 16. Aguayo E, Allende A, Artes F. 2003. Keeping quality and safety of minimally fresh processed melon. *Eur Food Res Technol* 216:494-499.
 17. Dong H, Cheng L, Tan J, Zheng K, Jiang Y. 2004. Effect of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. *J Food Eng* 64:355-358.
 18. Po-Jung C, Fuu S, Feng-Hsu Y. 2005. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *J Food Eng* 78:225-229.
 19. Millán Trujillo F, López Plá S, Roa Tavera V, Soledad Tapia M, Cava R. 2001. Estudio de la estabilidad microbiológica del melón (*Cucumis melo* L) mínimamente procesado por impregnación al vacío. *ALAN* 51:173-179.
 20. Norma Oficial Mexicana (NOM-093-SSA1-1994). Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos.
 21. Legnani O, Leoni E. 2004. Effect of processing and storage conditions on the microbiological quality of minimally processed vegetables. *Int J Food Sci Technol* 39:1061-1068.
 22. Erturk E, Picha H. 2005. Microbiological quality of fresh-cut sweet potatoes. *Int J Food Sci Technol* 40:1-9.
 23. Krasaekoopot W, Mabumrung J. 2008. Microbiological evaluation of edible coated fresh-cut cantaloupe. *Kasetsart J Nat Sci* 42:552-557.
 24. Po-Jung C, Fuu S, Feng-Hsu Y. 2006. Quality assessment of low molecular weight chitosan coating on sliced red pitayas. *J Food Eng* 79:736-740.
 25. Dutta K, Shipra T, Mehrotra G, Dutta J. 2009. Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications. *Food Chem* 114:1173-1182.
 26. Durango M, Soares F, Andrade J. 2006. Microbiological evaluation of an edible antimicrobial coating on minimally processed carrots. *Food Control* 17:336-341.
 27. Vargas M, Albors A, Chiralt A, Gonzalez-Martinez C. 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. *Postharv Biol Technol* 41:164-171.
 28. Du J, Gemma H, Iwahori S. 1997. Effects of chitosan coating on the storage of peach, japanese pear and kiwifruit. *J Hort Sci* 66:15-22.
 29. Li H, Yu T. 2000. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. *J Sci Food Agric* 81:269-274.
 30. El-Ghaouth A, Ponnampalam R, Boulet M. 1991. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *J Food Sci* 56:1618-1621.
 31. Zhang D, Quantick PC. 1998. Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. *J Hort Sci Biotechnol* 73:763-76.
 32. Bautista-Baños S, Hernandez M, Bosquez E, Wilson C. 2004. Growth inhibition of selected fungi by chitosan and plant extracts. *Revista Mex de Fitopatología* 22:178-186.
 33. Chen C, Yeh H, Chiang H. 1996. Antimicrobial and physicochemical properties

- of methylcellulose and chitosan films containing a preservative. *J Food Process Preserv* 20:379–390.
34. Oms-Oliu G, Soliva-Fortuny R, Martín-Belloso O. 2007. Effect of ripeness on the shelf-life of fresh-cut melon preserved by modified atmosphere packaging. *Eur Food Res Technol* 225:301-311.
35. Rhim JW, Hong SI, Park HM, Ng PK. 2006. Preparation and characterization of chitosan-based nanocomposite films with antimicrobial activity. *J Agric Food Chem* 54:5814-5822.
36. No HK, Meyers SP, Prinyawiwatkul W, Xu Z. 2007. Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: a review. *J Food Sci* 72:R87-R100.



“El abuelo” Retrato tarahumara a lápiz
Por Marco Antonio Juárez-Aguilar

Toctli – Revista Internacional de Ciencia y Tecnología Biomédica
Es una publicación de Red CIB

ISSN 2007-3437



Red de Comunicación e Integración Biomédica

<http://www.uacj.mx/ICB/RedCIB>

Cd. Juárez, Chih., México 2010