

EMPLEO DE COBERTURAS DE ALGINATO DE SODIO ENRIQUECIDAS CON *ALOE VERA* EN EL TRATAMIENTO POSCOSECHA DE TOMATES

Marisabel Ventosa^{1}, Mario A. García², Raúl Díaz¹ y Alicia Casariego¹*

¹*Empresa Productora de Alimentos (PRODAL), Regla, C.P. 11 200. La Habana, Cuba.*

²*Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, Ave. 23, No. 21425, C.P. 13 600. La Habana, Cuba.*

**E-mail: mary.ventosa@gmail.com*

RESUMEN

Se evaluó el efecto de coberturas a partir de disoluciones de alginato de sodio y extracto acuoso de *Aloe vera* en la calidad poscosecha de tomates. Las coberturas se aplicaron por doble inmersión de las unidades en las disoluciones formadoras de cobertura de alginato de sodio a 2 % (m/v) con adición de 5 % (v/v) de extracto acuoso de *A. vera* y glicerol, según los tratamientos. Se evaluaron durante el almacenamiento a temperatura y humedad relativa ambientales durante 17 días: estado de madurez, pérdidas de peso, deterioro por arrugamiento, porcentaje de sólidos solubles, porcentaje de acidez valorable, valor de pH y grado de penetración. La cobertura de alginato de sodio a 2 % (m/v) con adición de 5 % (v/v) de *A. vera* mejoró la calidad global de los tomates, retardando el proceso de maduración, minimizando las pérdidas de peso y ejerciendo un efecto positivo en el mantenimiento de la firmeza de los frutos y fue el tratamiento con menor porcentaje de tomates dañados por arrugamiento.

Palabras clave: envasado activo, tomate, alginato de sodio, *Aloe vera*, conservación.

ABSTRACT

Use of sodium alginate coatings enriched with *Aloe vera* in postharvest treatment of tomatoes

The effect of sodium alginate coatings and aqueous extract of *Aloe vera* in postharvest treatment of tomatoes was evaluated. The coatings were applied by double immersion of samples in the film-forming solution of sodium alginate at 2% (m/v) with 5% (v/v) aqueous extract of *A. vera* and glycerol, depending on the treatments. Some parameters of quality were evaluated during the storage at ambient conditions during 17 days: ripening degree, weight loss, crumpling, soluble solids content, titrable acidity, pH and penetration distance. The coatings of sodium alginate at 2% (m/v) with 5% (v/v) of *A. vera* improved the global quality of tomatoes, delaying the ripening, decreasing weight losses and exercising a positive effect in the maintenance of fruits stability and it was the treatment with smaller percentage of crumpled tomatoes.

Key words: active packaging, tomato, sodium alginate, *Aloe vera*, preservation.

INTRODUCCIÓN

El manejo de los cultivos confiere a la cosecha una serie de aspectos importantes que van desde la manera de retirar el fruto de la planta, su acondicionamiento y selección, hasta el empaque (1), siendo importante establecer tratamientos poscosecha adecuados, ya que durante esta última fase, la calidad no podrá mejorarse, sino a lo sumo mantenerse en cierto grado.

***Marisabel Ventosa Fernández:** *Licenciada en Ciencias Alimentarias (2004). Máster en Ciencia y Tecnología de Alimentos (2011). Se desempeñó como reserva científica en el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia en investigaciones relacionadas con el análisis físico-químico de frutas y hortalizas. Actualmente labora en PRODAL como Especialista C en Gestión Documental.*

Un método alternativo para extender la vida útil y minimizar los cambios en la calidad es la aplicación de películas y recubrimientos biodegradables que proporcionen una capa protectora y originen una atmósfera modificada en el vegetal (2).

Entre los compuestos empleados en la generación de coberturas en la conservación de productos hortofrutícolas se encuentra el alginato de sodio, polisacárido derivado de algas marinas (*Phaeophyceae*), que por sus propiedades coloidales y su habilidad para formar fuertes geles (3), ha sido ampliamente utilizado en la industria alimentaria como agente texturizante y gelificante (4, 5). También ha sido reportada la utilización de *Aloe vera* para formar recubrimientos de frutas y hortalizas (6) y para el mantenimiento de la calidad poscosecha de uvas y cerezas (7, 8).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de coberturas a partir de disoluciones de alginato de sodio y extracto acuoso de *Aloe vera* en la calidad poscosecha de tomates.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron a escala de laboratorio con tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) var. Charleston cosechados en La Habana, en enero de 2011, en la etapa de rompimiento (9) y seleccionados teniendo en cuenta que todos presentaran, de manera general, las mismas características de tamaño, ausencia de defectos visibles y estado de madurez uniforme.

Se realizó la caracterización de los tomates seleccionados, para lo cual se determinaron el estado de madurez mediante una escala gráfica (10), pérdidas de peso, contenido de sólidos solubles refractométricos (11), humedad (12), acidez expresada como porcentaje de ácido cítrico (13), valor de pH (14) y grado de penetración (15).

Los materiales utilizados para preparar las disoluciones formadoras de coberturas comestibles fueron: extracto acuoso de *Aloe vera* (100 % de pureza), suministrado por los Laboratorios Farmacéuticos "Mario Muñoz" (16), alginato de sodio (Panreac, España), glicerol 87 % (Panreac, España), como plastificante, cloruro de calcio (Panreac, España) y agua destilada.

Los tomates se lavaron con agua potable, se secaron a temperatura y humedad relativa ambientales y se dividieron en lotes antes de aplicar las coberturas. La Tabla 1 muestra los tratamientos realizados.

Se realizó la doble inmersión de los tomates en las disoluciones formadoras de coberturas durante 1 min, con 30 min entre una inmersión y otra; se escurrieron para realizar una inmersión en la disolución de CaCl_2 a 2 % (m/v), según el tratamiento; finalmente, se secaron en parrillas de acero inoxidable sometidas a un flujo de aire forzado a temperatura y humedad relativa ambientales. Durante la realización del procedimiento se mantuvieron todas las condiciones higiénicas necesarias para evitar la contaminación del producto con microorganismos provenientes de manipuladores, utensilios y superficies. Los tomates se envasaron en cajas de cartón perforadas a temperatura y humedad relativa ambientales durante 17 días.

En cada caso se mantuvo un lote control (sin cobertura) al cual se le realizó la inmersión en agua destilada y se mantuvo bajo las mismas condiciones de almacenamiento para comparar las variaciones de los atributos físico-químicos de calidad evaluados (estado de madurez, pérdidas de peso, deterioro por arrugamiento, porcentaje de sólidos solubles, porcentaje de acidez valorable, valor de pH y grado de penetración). Las determinaciones se realizaron por triplicado.

El deterioro por arrugamiento se determinó de forma visual al final del almacenamiento. Se consideraron cuatro estados de arrugamiento: A1, hasta 10 % de superficie arrugada; A2, hasta 30 % de superficie arrugada; A3, mayor de 30 % de superficie arrugada; A4, exceso de maduración con deterioro fúngico visible. Los tomates que mostraron un grado de arrugamiento A3 se consideraron no aptos para su comercialización. Los resultados se expresaron como porcentaje de productos dañados.

Los indicadores medidos se sometieron a análisis de varianza factorial con el programa Statistica 5.1 (StatSoft Inc., Tulsa). La prueba de rangos múltiples de Duncan ($p \leq 0,05$) fue usada para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos.

Tabla 1. Tratamientos realizados

Tratamiento	Disoluciones formadoras de cobertura		
	Alginato de sodio (% m/v)	<i>Aloe vera</i> (% v/v)	Glicerol (% v/v)
Tomates control (TC)	0	0	0
Tratamiento 1 (T1)	2	0	0
Tratamiento 2 (T2)	2	5	0
Tratamiento 3 (T3)*	2	5	1,5

*Posterior inmersión en disolución de CaCl₂ al 2 % (m/v).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tomates frescos presentaron valores de sólidos solubles de 2,5 % (S = 0,1); pH de 4,4 (S = 0,1); humedad de 94,6 % (S = 0,6); distancia de penetración de 1,3 mm (S = 2) y acidez de 0,41 % (S = 0,07). Estos resultados fueron similares a los reportados en trabajos anteriores (17, 18), donde se evaluó el efecto de recubrimientos de quitosana durante el almacenamiento de tomates. La diferencia entre estos valores con los citados puede deberse a variaciones genotípicas propias de las variedades en estudio, así como a las condiciones agrológicas durante la pre y poscosecha de estos productos.

El incremento en el estado de madurez durante el almacenamiento (Fig. 1) fue mayor en los tomates del lote control que en los recubiertos, lo que evidencia el efecto de las coberturas en el retraso de la maduración. Se observa que a los 12 días de almacenamiento el total de los tomates controles presentaron un estado de madurez 6, mientras que en los lotes tratados con coberturas solo 50 % aproximadamente de tomates alcanzaron este estado de madurez.

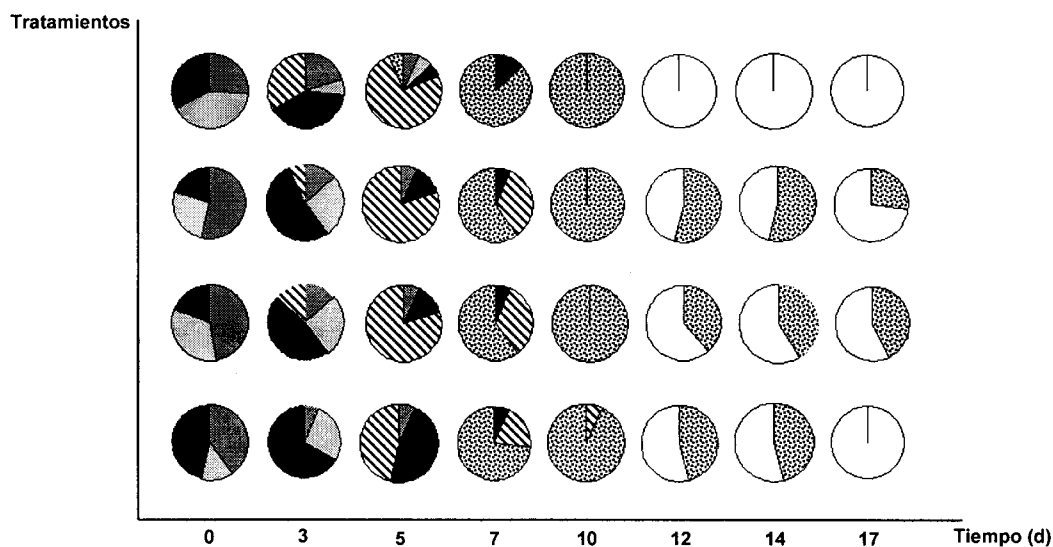


Fig. 1. Clasificación según el estado de madurez de los tomates.

A los cinco días de almacenamiento el tratamiento T3 resultó más efectivo en cuanto a retardar la maduración, aunque no difirió en gran medida del tratamiento T2 a partir de los siete días y se encontró que al final del almacenamiento, el tratamiento T2 retardó más la maduración que el resto de los tratamientos.

Este comportamiento pudo deberse a que el agente plastificante redujo las fuerzas de atracción entre las cadenas de polímero, lo que provoca una disminución de la energía de activación para la difusión de un gas o vapor a través de la película, lo cual está relacionado con la energía requerida para separar las cadenas de polímeros adyacentes, y por tanto, un incremento en la difusividad y en la permeabilidad de los gases y vapores a través de la película (19), lo que permite un metabolismo más activo de la hortaliza, posibilitando una mayor velocidad de respiración y de la maduración.

En un estudio para evaluar la influencia de los procesos de difusión sobre las propiedades de barrera de cuatro películas comestibles diferentes (zeína, alginato, caseína y quitosana), reportaron que las películas de alginato mostraron los coeficientes más altos de permeabilidad al oxígeno que el resto (20).

La Tabla 2 presenta el comportamiento de los sólidos solubles durante el almacenamiento. Tanto los tratamientos como el tiempo influyeron ($p \leq 0,05$) en los valores de este parámetro. Se observa que al final del almacenamiento existió correspondencia entre el contenido de sólidos solubles y estado de madurez (Fig. 1), al ser el tratamiento T2, con mayor proporción de tomates con menor estado de madurez, el que presentó menor porcentaje de sólidos solubles, sin que se diferenciara significativamente ($p \leq 0,05$) del tratamiento T1.

Tabla 2. Comportamiento de los sólidos solubles en su almacenamiento (n = 3)

Tiempo (d)	Sólidos solubles (°Brix)			
	TC2	T3	T4	T5
0	2,4 (0,0) a	2,4 (0,0) a	2,4 (0,0) a	2,4 (0,0) a
10	4,6 (0,0) e	4,4 (0,0) c	4,6 (0,0) e	4,3 (0,0) b
14	4,27 (0,05) b	4,8 (0,0) f	4,53 (0,05) d	4,50 (0,05) d
17	4,8 (0,0) f	4,5 (0,0) d	4,5 (0,0) d	4,67 (0,1) e

Media (Desviación estándar).

Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0,05$).

La longitud de penetración aumentó de manera significativa ($p \leq 0,05$) al transcurrir el tiempo (Fig. 2), lo que se atribuye al proceso de maduración. El análisis estadístico de los resultados mostró que, tanto el tiempo como los tratamientos, influyeron ($p \leq 0,05$) en la distancia de penetración.

Los tomates de los tratamientos T2 y T3 mostraron menor distancia de penetración, lo que se relaciona con tomates más firmes y corrobora los resultados obtenidos para el estado de madurez (Fig. 1) y el contenido de sólidos solubles (Tabla 2). Los tomates controles resultaron menos firmes que los tratados, en correspondencia con resultados de otros trabajos (18, 21, 22).

La Tabla 3 muestra los valores de los porcentajes de pérdida de peso durante el almacenamiento. Los resultados indicaron que ni los tratamientos ni el tiempo influyeron ($p \leq 0,05$) en los valores de pérdidas de peso. Los tomates del tratamiento T2 perdieron menos peso ($p \leq 0,05$) hacia el final del almacenamiento que el resto de los tomates controles y tratados. Asimismo se observa que el tratamiento T3 mostró mayores pérdidas de peso, aunque sin diferir significativamente ($p \leq 0,05$) del resto de los lotes. En este comportamiento influyó el agente plastificante al incrementar la difusividad y por ende, la permeabilidad de los gases y vapores a través de la película (19).

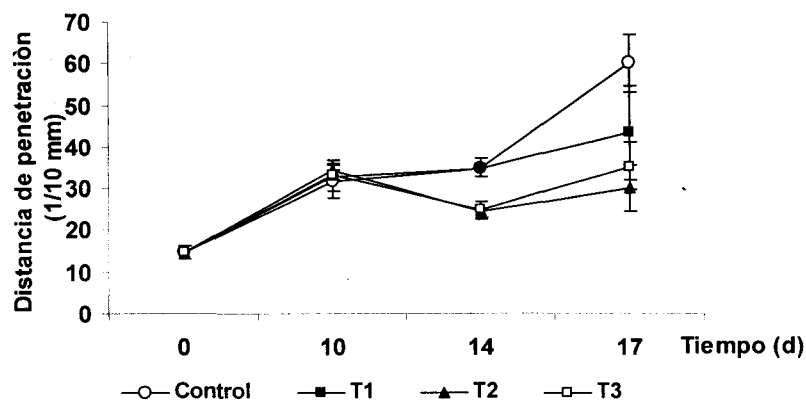


Fig. 2. Comportamiento de la distancia de penetración (1/10 mm) durante el almacenamiento.

Tabla 3. Comportamiento de las pérdidas de peso en tomates durante su almacenamiento

Tiempo (d)	Pérdidas de peso (% m/m)			
	TC2	T3	T4	T5
3	1,29 (0,1) ab	1,29 (0,1) ab	1,03 (0,1) a	1,30 (0,3) abc
5	2,58 (0,2) c	2,62 (0,2) c	2,16 (0,4) bc	2,60 (0,6) c
7	3,60 (0,3) d	3,70 (0,3) d	3,03 (0,5) d	3,60 (0,8) d
10	5,19 (0,5) e	5,31 (0,4) ef	4,45 (0,8) de	5,26 (1,0) e
12	6,27 (0,7) f	6,44 (0,5) fg	5,41 (0,9) ef	6,39 (1,0) fg
14	7,28 (1,0) g	7,42 (0,6) g	6,24 (1,0) f	7,38 (1,0) g
17	8,78 (1,0) h	8,78 (0,7) h	7,46 (1,0) g	8,83 (2,0) h

Media (Desviación estándar).

Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0,05$).

Las causas reales de este fenómeno no están esclarecidas, ya que el modelo de transporte de agua a través de películas hidrofílicas es extremadamente complejo debido a la naturaleza no lineal de las isoterms de absorción (23). En ningún caso se sobrepasó 10 % de pérdida de peso.

Estos resultados coinciden con los informados (20), en los que se aprecia que las películas de alginato mostraron los coeficientes más altos de permeabilidad al agua comparadas con las películas de zeína, caseína y quitosana, por lo que se debían esperar pérdidas de peso relativamente altas. La Tabla 4 muestra que los tratamientos T2 y T3 prolongaron la vida de anaquel de los tomates, al ser los lotes con menos unidades afectadas por arrugamiento y dañados fisiológicamente.

En el lote control la cantidad de tomates afectados (7,69%) fue superior al resto de los tratamientos, además de algunos tomates presentar olores no deseables y ruptura del tejido vegetal. Los tomates del tratamiento T4 resultaron los menos afectados en este sentido.

El patrón de evolución del pH durante el almacenamiento (Fig. 3) fue similar en todos los tratamientos con excepción del control en el cual se produjo un aumento significativo ($p \leq 0,05$) en los valores de este parámetro hacia el final del estudio, que superó los valores iniciales. El análisis de varianza indicó que tanto los tratamientos como el tiempo influyeron en el pH.

Tabla 4. Pérdidas por arrugamiento expresadas en porcentaje, al final del almacenamiento

Tratamiento	A1	A2	A3	A4	Total
TC	7,69	30,77	7,69	34,18	80,33
T1	23,08	15,38	0	0	38,46
T2	8,33	8,33	0	0	16,66
T3	7,69	15,38	0	0	23,07

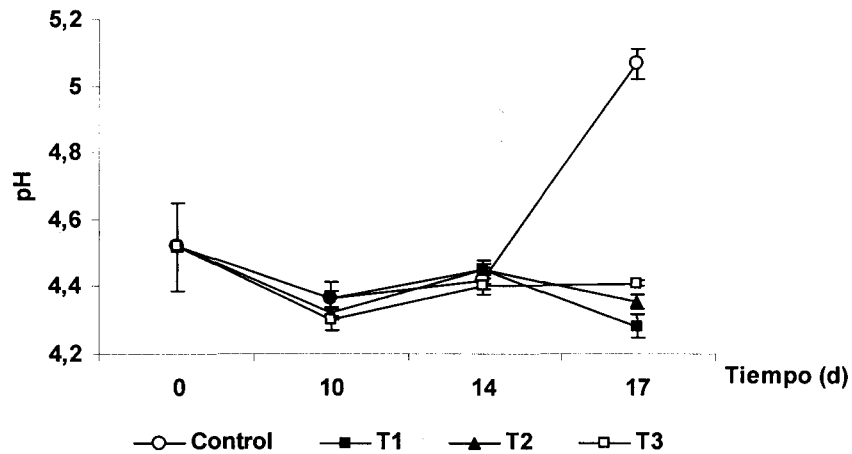


Fig. 3. Comportamiento del pH durante el almacenamiento (n = 3).

El comportamiento de la acidez (Fig. 4) se correspondió, de manera general, con la evolución del pH. Los resultados mostraron que tanto el tiempo como los tratamientos influyeron ($p \leq 0,05$) en el porcentaje de aci-

dez valorable. El lote control resultó ser el menos ácido, lo que se corresponde con el estado de madurez (Fig. 1) y valores de pH (Fig. 3) informados para este lote.

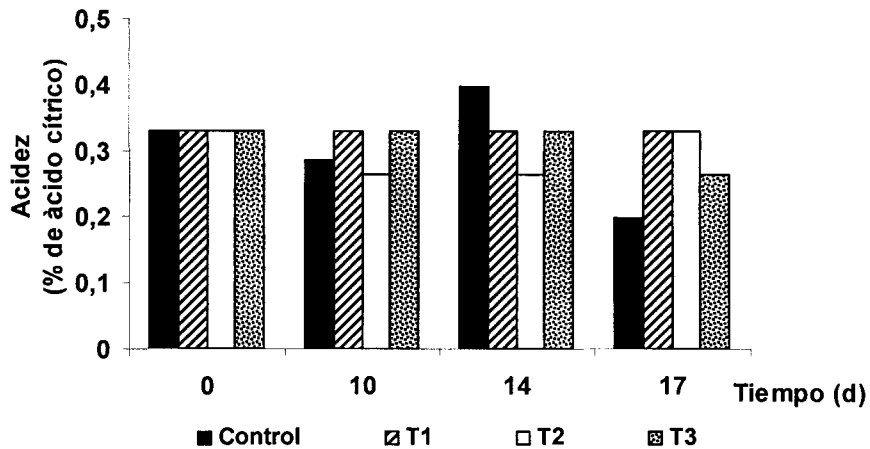


Fig. 4. Comportamiento del porcentaje de acidez durante el almacenamiento (n = 3).

CONCLUSIONES

La cobertura de alginato de sodio a 2 % (m/v) con adición de 5 % (v/v) de *Aloe vera* mejoró la calidad global de los tomates, retardando el proceso de maduración, minimizando las pérdidas de peso y ejerciendo un efecto positivo en el mantenimiento de la firmeza de los frutos y fue el tratamiento con menor porcentaje de tomates dañados por arrugamiento.

REFERENCIAS

1. Galvis, V. y Herrera, A. El tomate, manejo postcosecha, ED. Sección Publicaciones Sena, Universidad Nacional Bogotá, Colombia, 1995, 143 p.
2. García, M. Cienc. Tecnol. Alim. 18 (1): 71-76, 2008.
3. Rhim, J. W. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie 37: 323-330, 2004.
4. Mancini, F.; McHugh, T. H. Nahrung 44 (3): 152-157, 2000.
5. Yang, L. y Paulson, A. T. Food Res. Int. 33: 563-570, 2000.
6. Martínez-Romero, D.; Serrano, M.; Valero, D. y Castillo, S. Spain Patent 200302937, Aplicación de *Aloe vera* como recubrimiento sobre frutas y hortalizas, Madrid, 2003, 5 p.
7. Valverde, J. M.; Valero, D.; Martínez-Romero, D.; Guillén, F.; Castillo, S. y Serrano, M. J. Agric. Food Chem. 53: 7807-7813, 2005.
8. Martínez-Romero, D.; Albuquerque, N.; Valverde, J. M.; Guillén, F.; Castillo, S.; Valero, D. y Serrano, M. Postharvest Biol. Technol. 39: 93-100, 2006.
9. U.S.D.A. United States Standards for Grades of Fresh Tomatoes [en línea]. U.S. Dept. Agric./AMS, Washington, DC. Consultado 2007 en <http://www.ams.usda.gov/standards/vegfm.htm>. Fecha de actualización: 1991.
10. Wills, R.; McGlasson, B.; Graham, D. y Joyce, D. Postharvest: An Introduction to the Physiology & Handling of Fruit, Vegetables & Ornamentals, ED. University of Western Sydney, Australia, 1998, 212 p.
11. NC-ISO 2173. *Productos de frutas y vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico.* Cuba. 2001.
12. NC-77-22-8. *Conservas de frutas y vegetales. Métodos de ensayo. Determinación de la humedad.* Cuba. 1982.
13. NC-ISO 750. *Productos de frutas y vegetales. Determinación de la acidez valorable.* Cuba. 2001.
14. NC-ISO 1842. *Productos de frutas y vegetales. Determinación del pH.* Cuba. 2001.
15. Hayakawa, M. y Deman, J. J. Texture Studies 13: 201-210, 1982.
16. García, M.; Ventosa, M.; Díaz, R.; Casariego, A. Cienc. Tecnol. Alim. 21 (3): 62-67, 2011.
17. García, M. Empleo de coberturas de quitosana en la conservación de productos hortofrutícolas (tesis en opción al grado científico de Máster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad de La Habana) 2009, 90 p.
18. Rodríguez, J. L. Aplicación de una cobertura biodegradable de quitosana en la conservación de tomates (tesis en opción al título de Licenciado en Ciencias Alimentarias, Universidad de La Habana) 2004, 52 p.
19. Maté, J. I. y Krochta, J. M. J. Agric. Food Chem. 44 (10): 3001-3004, 1996.
20. Buonocore, G. G.; Conte, A. y Del Nobile, M. A. J. Food Sci. 70 (2): 142-147, 2005.
21. Amigo, P. Efectos del ozono sobre el tomate en postcosecha. Consultado 2009 en <http://www.cuencarural.com>. Fecha de actualización: 2006.
22. Devlieghere, F.; Vermeulen, A. y Debevere, J. Food Microbiol. 21: 703-714, 2004.
23. McHugh, T.; Avena-Bustillos, R. y Krochta, J. J. Food Sci. 58: 899-903, 1993.