

EFFECTO DE COBERTURAS DE ALGINATO DE SODIO ENRIQUECIDAS CON *ALOE VERA* EN LA CALIDAD DE ZANAHORIA MÍNIMAMENTE PROCESADA

Mario A. García^{1*}, Marisabel Ventosa², Raúl Díaz¹ y Alicia Casariego¹

¹Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, Ave. 23, No. 21425, La Habana, Cuba.

C.P. 13 600. E-mail: marioifal@gmail.com

²Empresa Productora de Alimentos PRODAL, La Habana, Cuba.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de coberturas a partir de disoluciones de alginato de sodio y extracto acuoso de *Aloe vera* en la calidad de zanahoria mínimamente procesada. Las zanahorias se higienizaron y se cortaron en dados y rodajas, según los tratamientos realizados; se escaldaron y secaron. Las coberturas se aplicaron por inmersión de las muestras en las disoluciones formadoras de película de alginato de sodio a 2 % (m/v) con adición de 5 % (v/v) de extracto acuoso de *A. vera* y Tween 80 o glicerol. Se evaluaron durante el almacenamiento de 1 a 4 °C durante nueve días: acidez valorable, vitamina C, pH y deterioro visual. Las coberturas empleadas en el tratamiento de las zanahorias retardaron la degradación del ácido ascórbico y no existieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre estas.

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

ABSTRACT

Effect of sodium alginate coatings enriched with *Aloe vera* on minimally processed carrot quality

It was evaluated the effect of sodium alginate coatings and aqueous extract of *Aloe vera* on minimally processed carrot quality. The carrots were disinfected and cut in cubes and slices, depending on the treatments, scalded and dried. The coatings were applied by immersion of samples in the film-forming solution of sodium alginate at 2% (w/v) with 5% (v/v) aqueous extract of *A. vera* and Tween 80 or glycerol. Some parameters of quality were evaluated during the storage at 1 to 4°C during 9 days: titrable acidity, vitamin C, pH and visual decay. The application of coatings retarded the degradation of the ascorbic acid in cut carrots, without significant differences ($p \leq 0.05$) among the coatings.

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

INTRODUCCIÓN

Los cambios en los estilos de vida y un incremento en la necesidad por reducir el tiempo para preparar los alimentos, así como las nuevas costumbres de alimentación, han ocasionado un incremento en el consumo de alimentos listos para comer, en especial vegetales frescos mínimamente procesados (1).

Los vegetales mínimamente procesados se definen como aquellos que han sido seleccionados, pelados o cortados en el 100 % de sus partes utilizables y que posteriormente se han empaquetado o embalado para ofrecer a los consumidores un producto conveniente y que mantenga sus características de sabor, frescura y propiedades nutricionales originales (2) y más recién-

***Mario A. García Pérez:** Licenciado en Ciencias Alimentarias (IFAL, 2006). Máster en Ciencia y Tecnología de Alimentos (2009). Se desempeña como profesor de Principios de Ingeniería de Alimentos, Conservación de Alimentos y Ciencia y Tecnología de Frutas y Hortalizas en el IFAL. Su área de investigación está relacionada con el empleo de polímeros naturales en la industria alimentaria.

temente como los productos lavados, pelados, cortados y empacados sin tratamiento térmico, que se conservan mediante tratamientos no convencionales, entre los que se encuentran las atmósferas modificadas y empleo de películas y recubrimientos comestibles como método de envasado activo (3).

La producción de productos hortofrutícolas frescos cortados se ha convertido en un renglón importante en la industria alimentaria debido a sus características de conveniencia al considerarse como productos listos para el consumo, así como por las propiedades beneficiosas a la salud que estén asociadas con su consumo. Este tipo de productos están sujetos al pardeamiento enzimático, la contaminación microbiana y la pérdida de compuestos volátiles indeseables lo cual resulta en una limitada vida útil (4). 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 (5), ha sido ampliamente utilizado en la industria alimentaria como agente texturizante y gelificante (6, 7). También ha sido reportada la utilización de Aloe vera para formar recubrimientos de frutas y vegetales (8) y para el mantenimiento de la calidad poscosecha de uvas y cerezas (9, 10).

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 de zanahoria mínimamente procesada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron a escala de laboratorio con zanahorias (*Daucus carota* spp.) adquiridas en la red de Mercados Agropecuarios Estatales que se seleccionaron teniendo en cuenta que todas presentaran, de manera general, las mismas características de tamaño, ausencia de defectos visibles y estado de madurez uniforme y se dividieron en lotes según los tratamientos a realizar.

Se realizó la caracterización de las hortalizas seleccionadas, para lo cual se determinaron el contenido de humedad (11), acidez expresada como porcentaje de ácido cítrico (12), valor de pH (13) y contenido de vitamina C (14).

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", alginato de sodio (Panreac, España), glicerol 87 % (Panreac, España), como plastificante, Tween 80 (Acros Organics, Bélgica) como surfactante y agua destilada. La Tabla 1 muestra que al extracto acuoso de *A. vera* se le determinaron el valor de pH, densidad, sólidos solubles, polisacáridos totales sobre la base de manosa y antracenderivados (15) y análisis microbiológico (16).

Tabla 1. Características del extracto acuoso de *Aloe vera*

| Parámetros | Resultados |
|------------------------------|--|
| Descripción | Líquido desde color amarillo a pardo rojizo. Olor característico |
| pH | 4,8 |
| Sólidos solubles (%) | 0,732 |
| Polisacáridos totales (%) | 0,288 |
| Densidad (g/mL) | 1,004 |
| Conteo de bacterias (UFC/mL) | <10 (Gram + género <i>Bacillus</i>) |
| Conteo de hongos (UFC/mL) | 23 |

Las zanahorias se lavaron con agua de acueducto y se secaron a temperatura y humedad relativa ambientales. Posteriormente se higienizaron con una disolución de hipoclorito (80 mg/L) y se cortaron en cubos y rodajas de aproximadamente 1 cm³ y 0,5 cm de grosor, respectivamente. La Tabla 2 refleja que las zanahorias cortadas se escaldaron en una disolución de cloruro de calcio a 2 % a 60 °C durante 60 min en una relación fruta/disolución de 3/5 y se secaron con papel absorbente para eliminar el exceso de líquido en la superficie, antes de aplicar las coberturas según los tratamientos realizados.

Las zanahorias cortadas fueron sumergidas en las disoluciones formadoras de cobertura durante 1 min y secadas en bandejas de acero inoxidable sometidas a un flujo de aire forzado a temperatura y humedad relativa ambientales (27 °C y 80 % de HR) durante 30 min y se finalizó en una estufa a 40 °C durante 30 min. Durante la realización del procedimiento se mantuvieron todas las condiciones higiénicas necesarias para evitar una excesiva contaminación del producto con microorganismos provenientes de manipuladores, utensilios y superficies.

Tabla 2. Tratamientos realizados

| Tratamientos | Corte | Envase | Disoluciones formadoras de cobertura | | | |
|--------------------------|---------|--------------|--------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|
| | | | Alginato de sodio (% m/v) | A. vera (% v/v) | Glicerol (% v/v) | Tween 80 (% v/v) |
| Zanahorias control (ZC1) | | Bandeja | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tratamiento 1 (Z1) | Cubos | plástica | 2 | 5 | 1,5 | 0 |
| Tratamiento 2 (Z2) | | retractilada | 2 | 5 | 0 | 0,1 |
| Zanahorias control (ZC2) | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tratamiento 3 (Z3) | Rodajas | Bolsa de | 2 | 5 | 1,5 | 0 |
| Tratamiento 4 (Z4) | | polietileno | 2 | 5 | 0 | 0,1 |

Las zanahorias cortadas en cubos se envasaron en bandejas plásticas retractiladas con polietileno de baja densidad de 10 ì m de espesor, mientras que las cortadas en rodajas se envasaron en bolsas de polietileno de baja densidad de 50 ì m de espesor.

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 (1 a 4 °C durante 9 días) para comparar las variaciones de los atributos físico-químicos de calidad evaluados (acidez valorable, valor de pH, contenido de vitamina C y deterioro visible). Las determinaciones se realizaron por triplicado.

Los indicadores medidos se sometieron a análisis de varianza factorial con el programa STATISTICA (1998). La prueba de rangos múltiples de Duncan ($p \leq 0,05$) fue usada para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos. Se realizó la representación gráfica de los resultados, mediante el programa Excel Microsoft Co. (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las zanahorias frescas presentaron valores de pH de 6,1 ($S = 0,1$); humedad de 85,4 % ($S = 0,9$); ácido ascórbico de 9,3 mg/100 g ($S = 0,4$) y acidez de 0,06 % ($S = 0,03$). Estos resultados fueron similares a los reportados en trabajos anteriores (17), donde se evaluó el efecto de recubrimientos de quitosana con características hidrofóbicas en la vida de anaquel de zanahorias mínimamente procesadas.

Los valores de vitamina C se corresponden con los reportados (18) en otros estudios para esta variedad, así como con los informados para otras variedades (19, 20). 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.

La Fig. 1 muestra que durante el almacenamiento, los valores de pH, de manera general, disminuyeron, aunque los resultados a partir del ANOVA, indicaron que no existieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos y sí en el tiempo. Estos resultados concuerdan con otra investigación (21) en la que se reportó una disminución de los valores de pH desde 6,91 hasta 5,62.

La Fig. 2 refleja que la acidez titulable se mantuvo constante hasta los primeros seis días de almacenamiento para las zanahorias cortadas en cubos y envasadas en bandejas retractiladas (tratamientos ZC1, Z1 y Z2), observándose un incremento de este parámetro en el tratamiento ZC1 al final del almacenamiento, lo cual pudo estar relacionado con la acumulación de un exudado viscoso de color amarillo observado dentro del envase, como signo de deterioro, el cual puede estar relacionado con desarrollo microbiano en el producto. Debe tenerse en cuenta que la baja permeabilidad del envase empleado pudo impedir la salida del agua hacia el medio, condensando la misma dentro del envase, humedeciendo así el producto. Los tratamientos Z1 y Z2 se mantuvieron en refrigeración hasta los 12 días, tiempo durante el cual no mostraron signos de deterioro.

Los valores de acidez de los tratamientos ZC2, Z3 y Z4 se mantuvieron constantes durante el almacenamiento, a excepción del día 2, donde se observó un incremento de estos valores.

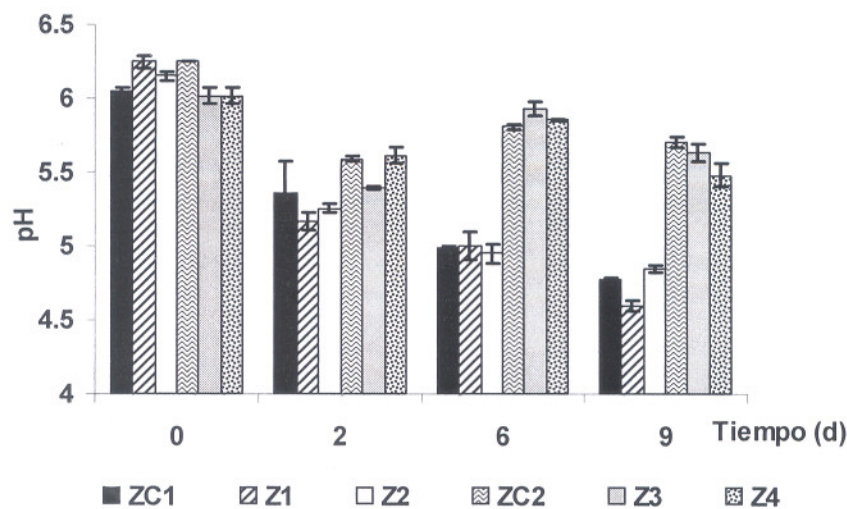


Fig. 1. Comportamiento del pH durante el almacenamiento (n=3).

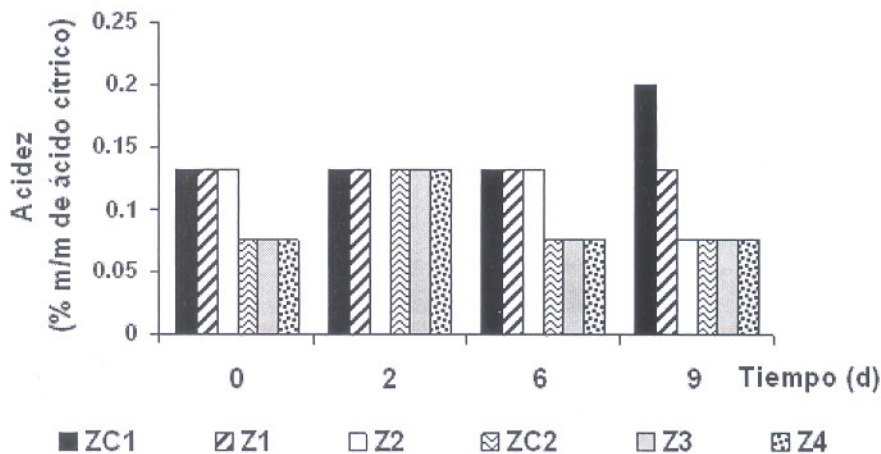


Fig. 2. Comportamiento del porcentaje de acidez durante el almacenamiento (n=3).

La Fig. 3 refleja que según el análisis estadístico existieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para la acidez entre las zanahorias cortadas en cubos y envasadas en bandejas retractiladas (tratamientos ZC1, Z1 y Z2) y las zanahorias cortadas en rodajas y envasadas en bolsas de polietileno (tratamientos ZC2, Z3 y Z4).

La Fig. 4 ilustra que, en general, existió una tendencia decreciente del contenido de ácido ascórbico para todos los tratamientos y un efecto protector de las coberturas al retardar la degradación del ácido ascórbico en todas las variantes hasta el final del almacenamien-

to, lo cual pudo deberse a la barrera al oxígeno de las coberturas y al efecto antioxidante reportado para el *A. vera* (22). En el caso del tratamiento ZC1, al noveno día de almacenamiento, no fueron detectables niveles de ácido ascórbico por el método analítico empleado, mientras que el tratamiento ZC2 sí presentó niveles de vitamina C detectables, lo cual pudo deberse a la diferencia de permeabilidad del material de envase utilizado en uno y otro caso, así como la superficie de contacto entre uno y otro tratamiento, factores que incidieron en la degradación de este compuesto.

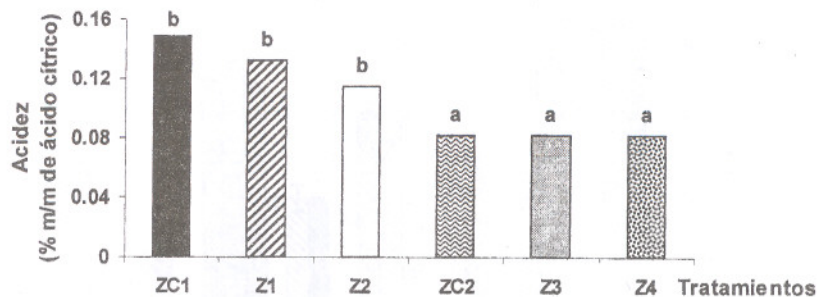


Fig. 3. Resultados para la acidez valorable.

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

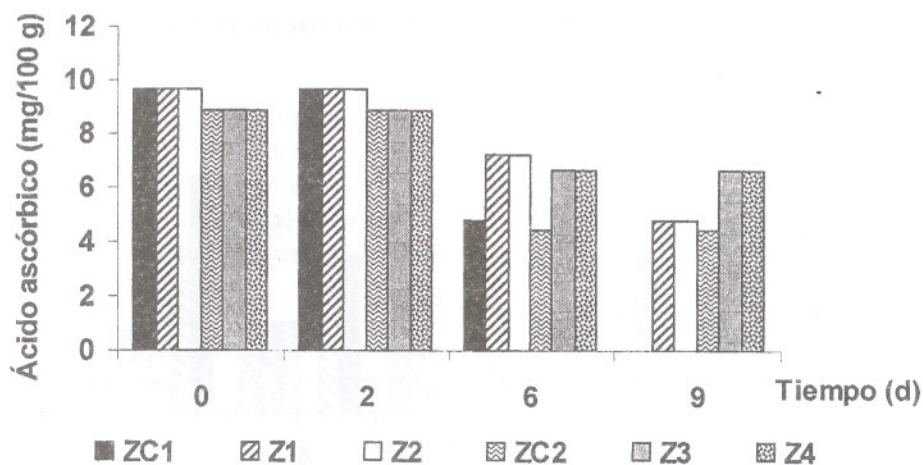


Fig. 4. Comportamiento de ácido ascórbico durante el almacenamiento (n=3).

La Tabla 3 muestra que los resultados a partir del ANOVA a esta determinación indicaron que no existieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos, aunque en el tiempo sí existieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en los valores de ácido ascórbico.

Tabla 3. Resultados para el contenido de ácido ascórbico

| Tiempo (d) | Ácido ascórbico (mg/100 g) |
|------------|----------------------------|
| 0 | 9,25 d |
| 2 | 9,25 d |
| 6 | 6,17 c |
| 9 | 4,56 b |
| 12 | 2,40 a |

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

Estos resultados difieren de los informados anteriormente (18), en los que se observó una disminución marcada del ácido ascórbico en zanahorias cortadas recubiertas con quitosana y envasadas en atmósfera modificada, con respecto a los controles, atribuible quizás a que la quitosana actúa como un elicitador abiótico y especies reactivas del oxígeno que son atrapados por compuestos antioxidantes como la vitamina C (23). Por otra parte, en papas frescas cortadas, el contenido de vitamina C fue también reducido durante el almacenamiento en atmósfera modificada (24).

Los tratamientos ZC2, Z3 y Z4, correspondientes a zanahorias envasadas en bolsas, no mostraron signos visibles de deterioro durante el tiempo de estudio.

CONCLUSIONES

Las coberturas empleadas en el tratamiento de las zanahorias retardaron la degradación del ácido ascórbico en todas las variantes evaluadas hasta el final del almacenamiento y no existieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre estas.

REFERENCIAS

1. Buck, J.; Walcott, R. y Beuchat, L. *Plant Health Progress* 2: 10-94, 2003.
2. Alexandria, V. *Fresh-cut Produce: Get the Facts [en línea]*. International Fresh Produce Association (IFPA), E.E.U.U. Consultado 12 de febrero de 2005 en www.fresh-cuts.org.
3. Geraldine, R.; Soares, N.; Alvarenga, D. y de Almeida, L. *Carbohydrate Polymers* 72: 403-409, 2008.
4. Bico, S.; Raposo, M.; Morais, R. y Morais, A. *Food Control* DOI:10.1016/j.foodcont.2008.07.017, 2008.
5. Rhim, J. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 37: 323-330, 2004.
6. Mancini, F. y McHugh, T. *Nahrung* 44 (3): 152-157, 2000.
7. Yang, L. y Paulson, A. *Food Res. Int.* 33: 563-570, 2000.
8. 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.
9. Valverde, J.; Valero, D.; Martínez-Romero, D.; Guillén, F.; Castillo, S. y Serrano, M. *J. Agric. Food Chem.* 53: 7807-7813, 2005.
10. Martínez-Romero, D.; Albuquerque, N.; Valverde, J.; Guillén, F.; Castillo, S.; Valero, D. y Serrano, M. *Postharvest Biol. Technol.* 39: 93-100, 2006.
11. NC-77-22-8. *Conservas de frutas y vegetales. Métodos de ensayo. Determinación de la humedad*. Cuba. 1982.
12. NC-ISO 750. *Productos de frutas y vegetales. Determinación de la acidez valorable*. Cuba. 2001.
13. NC-ISO 1842. *Productos de frutas y vegetales. Determinación del pH*. Cuba. 2001.
14. NC-ISO 6557-2. *Frutas, vegetales y productos derivados. Determinación del contenido de ácido ascórbico. Parte 2. Métodos de Rutina*. Cuba. 2002.
15. NRSP 312. *Norma Ramal de Salud Pública. Medicamentos de origen vegetal. Extractos fluidos y tinturas. Método de ensayo*. Cuba. 1992.
16. British Pharmacopoeia. Ed. Health Ministers, Londres. 2000. p. 1370.
17. Tawil, B. Efecto de cubiertas de quitosano con características hidrofóbicas en la vida de anaquel de zanahorias mínimamente procesadas (tesis en opción al título de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos, Cholula, Puebla, México) 2003, 97 p.
18. Simões, A.; Tudela, J.; Allende, A.; Puschmann, R. y Gil, M. *Postharvest Biol. Technol.* DOI: 10.1016/j.postharvbio.2008.08.012, 2008.
19. Hajare, S.; Dhokane, V.; Shashidhar, R.; Sharma, A. y Bandekar, J. *J. Food Sci.* 71: S198-S203, 2006.
20. Song, H.; Byun, M.; Jo, C.; Lee, C.; Kim, K.; Kim, D. *Food Control* 23: 372-378, 2006.
21. Reina, E. y Bonilla, J. Manejo postcosecha y evaluación de la calidad de la zanahoria que se comercializa en la ciudad de Neiva, Programa de Ingeniería Agrícola, Universidad Surcolombiana, Facultad de Ingeniería, 1997, 83 p.
22. Saibuatong, O. y Phisalaphong, M. *Carbohydrate Polymers* 79: 455-460, 2010.
23. Hodges, D.; Andrews, C.; Johnson, D. y Hamilton, R. *Physiol. Plant* 98: 685-692, 1996.
24. Tudela, J.; Espín, J. y Gil, M. *Postharvest Biol. Technol.* 26: 75-84, 2002.