

# COBERTURAS DE QUITOSANA COMO MÉTODO DE ENVASADO ACTIVO EN VEGETALES ENTEROS Y CORTADOS

Raúl Díaz\*<sup>1</sup>, Alicia Casariego<sup>1</sup>, Jorge Rodríguez<sup>2</sup>, Anna L. Martínez<sup>3</sup> y Mario A. García<sup>1</sup>

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

C.P. 13600. E-mail: rauldt@ifal.uh.cu

<sup>2</sup>Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos, La Habana, Cuba.

<sup>3</sup>Facultad de Medicina Sofiel Riverón López, Matanzas, Cuba.

## RESUMEN

Se aplicaron coberturas de quitosana a 1 y 2 % (m/v) (grado de desacetilación medio) como método de envasado activo en vegetales enteros (dos variedades de tomate, HC-3880 y Lignon) y cortados (dados de papaya, variedad Maradol). La aplicación de coberturas de quitosana retarda tanto la maduración en ambas variedades de tomate como el crecimiento microbiano en los dados de papaya, indicando en el primer caso sus propiedades de barrera al oxígeno y en el segundo sus propiedades antimicrobianas. La cobertura de quitosana obtenida a partir de disoluciones a 2 % (m/v) en ácido láctico a 1 % (v/v) resultó más efectiva tanto para retardar el crecimiento microbiano como la maduración en ambas variedades de tomate.

**Palabras clave:** envasado activo, tomate, papaya, quitosana, conservación.

## ABSTRACT

### Chitosan coatings in active packaging of fruits and vegetables

Chitosan coatings at 1 and 2% (w/v) in lactic acid at 1% (v/v) were applied as method of active packing in two varieties of tomato (HC-3880 and Lignon) and chopped papaya var. Maradol. The application of chitosan coatings retards the ripening in both varieties of tomato as well as the microbial growth in chopped papaya, indicating, in first place, its properties of barrier to the oxygen, and in the second place, its antimicrobial properties. The chitosan coating obtained from solution at 2% (w/v) was more effective in order to retard the microbial growth and ripening of tomatoes.

**Key words:** active packaging, tomato, papaya, chitosan, preservation.

## INTRODUCCIÓN

Dado el papel que juegan en el equilibrio de la dieta humana las frutas y hortalizas, existe una gran tendencia a su consumo por parte de la población, con consumidores que demandan productos de alta calidad, consumo inmediato y que contengan solo ingredientes naturales. Una vía para preservar estas propiedades es el empleo de las coberturas comestibles que son definidas generalmente como una capa delgada formada sobre el alimento y aplicada en forma líquida sobre el mismo por aspersión, dejándolo rodar o sumergiéndolo (1). Al mismo tiempo, estas coberturas pueden constituir un sistema de envasado activo en función de las propiedades que posean. Por ejemplo, las coberturas de quitosana, poseen propiedades antimicrobianas y al mismo tiempo, son capaces de disminuir la velocidad de respiración de frutas enteras, por estas razones, se han aplicado en la conservación de tomates, mejorándose la calidad de los mismos con respecto a aquellos sin tratar (2); en la conservación de membrillos fres-

---

\***Raúl Díaz Torres:** Ingeniero Químico, ISPJAE (1970). Doctor en Ciencias de los Alimentos, UH (1998). Profesor Titular del Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana. Su principal línea de trabajo es el desarrollo de películas y coberturas aplicadas a la industria de alimentos.

cos, donde aumentó la vida útil de estos casi hasta la mitad (3) y como alternativa para prevenir el deterioro microbiano y conservar la calidad de papaya fresca cortada (4). Sin embargo, estas propiedades dependen de diferentes factores como pueden ser el origen de la quitosana, método de obtención empleado, grado de desacetilación y peso molecular que presente.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de las características de coberturas de quitosana cubana en la preservación de vegetales enteros y cortados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron papayas de la variedad Maradol con peso medio de 2,7 kg y estado de madurez verde-maduro, libre de grietas, manchas, hongos, golpes o daños mecánicos. Las frutas se lavaron, secaron, pelaron y cortaron en cubos de aproximadamente 2 cm de arista. Los cubos se dividieron aleatoriamente en tres grupos iguales, según los tratamientos a aplicar y se envasaron en platos de poliestireno recubiertos con una película retráctil de polietileno de 10  $\mu$ m y se almacenaron de 2 a 8 °C durante 15 días. Para la aplicación de las coberturas se prepararon disoluciones de quitosana de grado de desacetilación medio a 1 y 2 % (m/v) disueltas en ácido láctico a 1 % (v/v), obtenida en el Laboratorio de Química Básica del Instituto de Farmacia y Alimentos.

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. Se realizaron cada tres días análisis microbiológicos de recuento total de microorganismos aerobios mesófilos (5), de coliformes totales (6), de hongos y levaduras (7).

Los tomates de las variedades HC-3880 y Lignon se seleccionaron, enumeraron y dividieron aleatoriamente por lotes, teniendo en cuenta que todos tuvieran de manera general las mismas características: igual tamaño, estado de madurez uniforme (verde-maduro) y ausencia de golpes, manchas y grietas. Se clasificaron de acuerdo a su estado de madurez empleando una escala gráfica (8). Después de aplicadas las coberturas por el método de inmersión, los tomates se almace-

naron a 12 °C, según valores de temperaturas reportados para este estado de madurez (9). Se emplearon quitosanas obtenidas por diferentes métodos: quitosana 1, obtenida en los Laboratorios Farmacéuticos "Mario Muñoz" (grado de desacetilación medio), la cual se preparó a 1 y 2 % (m/v) en ácido láctico a 1 % (v/v) y quitosana 2, obtenida en el Centro de Biomateriales de la Universidad de La Habana (grado de desacetilación medio), la cual se preparó a 1 % (m/v) en ácido láctico a 1 % (v/v).

Se determinaron los sólidos solubles refractométricos (10) y acidez valorable (11) expresada como porcentaje de ácido cítrico. Las determinaciones se realizaron por triplicado, reportándose el valor promedio. Las pérdidas de peso se determinaron mediante el método gravimétrico con una balanza técnica y se expresaron en porcentaje respecto al peso inicial. Para evaluar la firmeza de los tomates se utilizó un penetrómetro de cono con ángulo de 30° (A. H. Thomas, Co., Filadelfia, EE.UU.) y un peso adicional de 150 g que se le aplicó al fruto durante 5 s en caída libre (12).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra el conteo total de microorganismos aerobios mesófilos, realizado para los tres tratamientos aplicados a la papaya cortada, en sus respectivas diluciones. Aunque se produce un aumento del crecimiento microbiano en el tiempo para todos los tratamientos debido al deterioro del producto, la cobertura de quitosana fue capaz de reducir este proceso. El control y el tratamiento con disolución de quitosana a 1 % presentaron conteos similares al inicio y a los tres días de almacenamiento, pero para el resto de los días, el conteo fue mayor para el control.

En el tratamiento con cobertura de quitosana a 2 % se observaron menores valores del recuento de unidades formadoras de colonias durante el almacenamiento con respecto al control y al tratamiento con cobertura de quitosana a 1 %. Estos resultados indicaron la eficiencia de la cobertura de quitosana en cuanto a la inhibición de microorganismos aerobios mesófilos y sugieren la influencia de la concentración de la quitosana en disolución sobre el efecto antimicrobiano.

**Tabla 1. Conteo total de microorganismos aerobios mesófilos en papaya**

| Tratamientos  | Tiempo (d)       |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|               | 0                |                  |                  | 3                |                  |                  | 6                |                  |                  | 9                |                  |                  | 12               |                  |                  | 15               |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Dilución      | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-5</sup> | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-5</sup> | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-5</sup> |
| Control       | <30              | <30              | 0                | 39               | <30              | <30              | 100              | 60               | <30              | 53               | 39               | <30              | *                | 82               | <30              | *                | 200              | 82               |                  |                  |                  |                  |
| 1 % Quitosana | <30              | 0                | 0                | <30              | 0                | 0                | <30              | 34               | <30              | 30               | <30              | <30              | *                | <30              | <30              | 109              | 80               | 48               |                  |                  |                  |                  |
| 2 % Quitosana | 0                | 0                | 0                | <30              | 0                | 0                | 150              | 38               | 100              | <30              | 0                | <30              | 51               | <30              | <30              | 79               | 50               | 34               |                  |                  |                  |                  |

Los resultados son similares a los reportados (4) donde la cobertura de quitosana a 2 % fue capaz de reducir el desarrollo microbiano. A resultados semejantes se ha llegado mediante la aplicación de coberturas de quitosana en otros alimentos como es el caso de salchichas (13), jurel (14) y alimentos en general (15).

Durante el almacenamiento no se desarrollaron microorganismos coliformes, ni en el control ni en los productos tratados, lo cual indica que la manipulación fue correcta durante todo el proceso y que se cumplieron las normas sanitarias establecidas. Es importante señalar que la aplicación de las coberturas representa un paso adicional de manipulación y que por tanto, podría considerarse una fuente potencial de contaminación, pero el efecto inhibitorio de la quitosana sobre los microorganismos coliformes (16,17) reduce este peligro. Solamente a los 15 días de almacenamiento se

encontraron coliformes en el tratamiento control, lo que confirma la efectividad de la cobertura de quitosana frente a este grupo de microorganismos.

La papaya es una fruta muy susceptible a la infección por hongos y levaduras, siendo esta una de las principales causas de su deterioro. La Tabla 2 muestra los resultados de los recuentos de hongos y levaduras. Se observa que durante el almacenamiento se incrementó el conteo de levaduras, mostrándose un efecto netamente favorable en las muestras tratadas con cobertura de quitosana con relación al control. Entre los dos tratamientos con quitosana los mejores resultados se corresponden con la cobertura a 2 %. En el caso de los hongos se observó un comportamiento similar. Estos resultados se explican por el poder inhibitorio reportado para la quitosana sobre los hongos y levaduras (18).

**Tabla 2. Recuentos de hongos y levaduras en papaya**

| Tratamientos | Tiempo (d)       |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |   |
|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---|
|              | 0                |                  |                  | 3                |                  |                  | 6                |                  |                  | 9                |                  |                  | 12               |                  |                  | 15               |                  |                  |                  |                  |                  |   |
| Dilución     | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-5</sup> | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-5</sup> | 10 <sup>-1</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 1 |
| Hongos       | Control          | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | *                | *                | * |
|              | 1 % Q            | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | *                | *                | 1 |
|              | 2 % Q            | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | *                | 2                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | *                | 0                | 0 |
| Levaduras    | Control          | <30              | <30              | 0                | <30              | <30              | 0                | <30              | <30              | <30              | 117              | 60               | 42               | *                | 275              | <30              | *                | *                | *                |                  |                  |   |
|              | 1 % Q            | <30              | 0                | 0                | <30              | <30              | 0                | <30              | <30              | <30              | 40               | <30              | <30              | *                | 109              | <30              | *                | *                | 9                |                  |                  |   |
|              | 2 % Q            | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | <30              | <30              | 0                | <30              | <30              | <30              | 31               | <30              | 0                | *                | 40               | 2                |                  |                  |   |

\*: Incontables (mayor que 300 UFC/g).  
Q: Quitosana.

La Tabla 3 refleja que los tomates empleados fueron caracterizados en cuanto a peso, acidez y contenido de sólidos. La var. Lignon posee menor peso promedio, respecto a la var. HC-3880, pues los tomates de esta variedad son más pequeños y redondos, mientras que los otros son ovalados. La diferencia en el contenido de sólidos solubles puede deberse a la diferencia de variedad o los manejos culturales durante el cultivo.

La Fig. 1 muestra el comportamiento del estado de madurez de cada uno de los tratamientos realizados a las variedades de tomates estudiadas. El estado de madurez al comenzar el estudio para la var. Lignon respecto a la var. HC-3880 fue mayor, encontrándose en el estado de madurez 2, según la escala gráfica empleada y debido a la diferencia de tiempo de recolección entre ellas y al tiempo de transportación de la var. Lignon desde su lugar de origen. En el momento inicial del experimento, 50 % aproximadamente de esta variedad presentaba cierta tonalidad rosada, mientras que la var. HC-3880 permanecía completamente verde.

Durante el almacenamiento el estado de madurez aumentó para ambas variedades, observándose la aparición de tonalidades desde rosado hasta rojo.

El lote control presentó siempre igual o mayor estado de madurez respecto a los tratamientos con quitosana. Este retardo de la maduración se debe a las propiedades de barrera de las coberturas de quitosana al oxígeno y etileno, responsables de la maduración de los frutos (19). Otros factores que pudieron incidir en la permeabilidad de las coberturas de quitosana fueron su grado de desacetilación y espesor. Un alto grado de desacetilación de la quitosana, provoca un aumento en la permeabilidad de las membranas constituidas por este polímero, lo cual indica la importancia que tiene la cantidad de grupos aminos cargados a lo largo de la cadena polimérica (20). En el presente estudio existió una tendencia a la mayor protección por parte del tratamiento con quitosana 1 respecto al tratamiento con la quitosana 2. Asimismo, el tratamiento con 2 % de quitosana resultó más efectivo que el tratamiento con 1 % de quitosana. Lo anterior pudo deberse a la diferencia en el grado de desacetilación entre ambas quitosanas y a que un aumento en la concentración de la disolución formadora de la cobertura, puede implicar un aumento en el espesor de la cobertura obtenida.

Las Tablas 4-7 muestran que durante el almacenamiento los valores de sólidos solubles, acidez, pérdidas de peso y firmeza respectivamente, variaron en el tiempo, corroborando el avance de la maduración y las diferencias observadas entre los tratamientos.

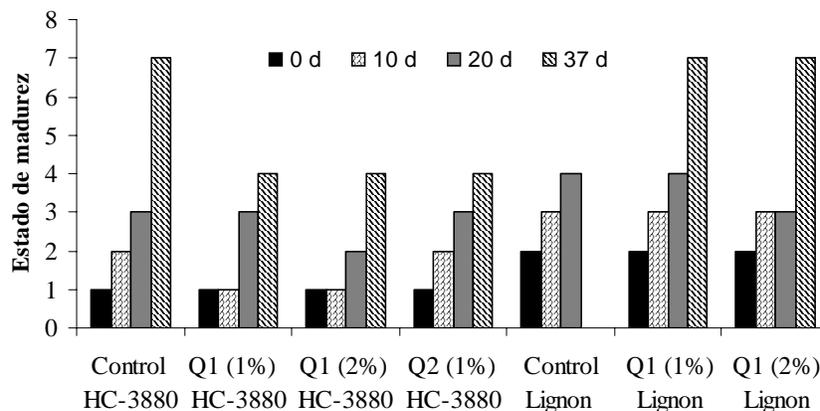


Fig. 1. Comportamiento del estado de madurez en ambas variedades de tomates.

**Tabla 3. Caracterización de ambas variedades de tomate**

| Variedad | Peso (g) | Acidez (% ácido cítrico) | Sólidos          |
|----------|----------|--------------------------|------------------|
|          |          |                          | solubles (°Brix) |
| Lignon   | 97 (11)  | 0,45 (0,03)              | 2,8 (0,6)        |
| HC-3880  | 127 (15) | 0,46 (0,02)              | 2,2 (0,6)        |

Media (desviación estándar).

**Tabla 5. Comportamiento de la acidez en ambas variedades de tomates**

| Variedad | Tratamientos | Tiempo (d) |      |      |      |
|----------|--------------|------------|------|------|------|
|          |              | 0          | 10   | 20   | 37   |
| HC-3880  | Control      | 0,48       | 0,49 | 0,50 | 0,49 |
|          | Q1 (1 %)     | 0,46       | 0,48 | 0,49 | 0,47 |
|          | Q1 (2 %)     | 0,45       | 0,47 | 0,47 | 0,48 |
|          | Q2 (1 %)     | 0,40       | 0,44 | 0,43 | 0,42 |
| Lignon   | Control      | 0,46       | 0,47 | 0,42 | -    |
|          | Q1 (1 %)     | 0,46       | 0,47 | 0,46 | 0,38 |
|          | Q1 (2 %)     | 0,47       | 0,48 | 0,45 | 0,39 |

-: Unidades deterioradas.

**Tabla 4. Comportamiento de los sólidos solubles en ambas variedades de tomates**

| Variedad | Tratamientos | Tiempo (d) |     |    |     |
|----------|--------------|------------|-----|----|-----|
|          |              | 0          | 10  | 20 | 37  |
| HC-3880  | Control      | 1,8        | 2,3 | 3  | 3,5 |
|          | Q1 (1 %)     | 1,8        | 1,8 | 2  | 3,0 |
|          | Q1 (2 %)     | 1,6        | 1,6 | 2  | 3,0 |
|          | Q2 (1 %)     | 1,8        | 2,0 | 2  | 2,8 |
| Lignon   | Control      | 2,0        | 2,9 | 4  | -   |
|          | Q1 (1 %)     | 2,0        | 2,5 | 3  | 3,1 |
|          | Q1 (2 %)     | 2,0        | 2,5 | 3  | 3,8 |

-: Unidades deterioradas.

**Tabla 6. Porcentaje de pérdidas de peso en ambas variedades de tomates**

| Variedad | Tratamientos | Tiempo (d) |      |      |
|----------|--------------|------------|------|------|
|          |              | 10         | 20   | 37   |
| HC-3880  | Control      | 2,50       | 3,19 | 4,35 |
|          | Q1 (1 %)     | 0,94       | 1,74 | 2,21 |
|          | Q1 (2 %)     | 0,57       | 0,96 | 1,93 |
|          | Q2 (1 %)     | 1,23       | 2,08 | 3,29 |
| Lignon   | Control      | 1,43       | 3,84 | -    |
|          | Q1 (1 %)     | 0,85       | 2,80 | 4,87 |
|          | Q1 (2 %)     | 0,54       | 1,64 | 3,29 |

-: Unidades deterioradas.

**Tabla 7. Distancia de penetración (10<sup>-1</sup> mm) en ambas variedades de tomates**

| Variedad | Tratamientos | Tiempo (d) |        |        |          |
|----------|--------------|------------|--------|--------|----------|
|          |              | 0          | 10     | 20     | 37       |
| HC-3880  | Control      | 29 (6)     | 41 (1) | 60 (1) | 149 (6)  |
|          | Q1 (1 %)     | 35 (2)     | 35 (1) | 62 (2) | 86 (3)   |
|          | Q1 (2 %)     | 30 (2)     | 34 (1) | 58 (1) | 83 (3)   |
|          | Q2 (1 %)     | 32 (5)     | 40 (1) | 58 (3) | 93 (2)   |
| Lignon   | Control      | 30 (2)     | 65 (2) | 86 (2) | -        |
|          | Q1 (1 %)     | 32 (1)     | 66 (3) | 85 (3) | 153 (43) |
|          | Q1 (2 %)     | 34 (3)     | 63 (2) | 86 (1) | 175 (3)  |

Media (desviación estándar).

-: Unidades deterioradas.

## CONCLUSIONES

Las coberturas de quitosana se comportaron como un envase activo en la conservación de papaya cortada y tomates enteros, al inhibir el crecimiento microbiano y retardar la maduración, respectivamente.

## REFERENCIAS

1. Bosquez, E.; Vernon, E.; Pérez, L. y Guerrero, I. *Industria Alimentaria* 22 (1): 14-36, 2000.
2. Rodríguez, M.; Ramos, V.; Del Blanco, L. y Agulló, E. *Información Tecnológica* 11 (2): 25-31, 2000.
3. Rodríguez, M.; Ramos, V.; Pistonesi, M.; Del Blanco, L. y Agulló, E. *Información Tecnológica* 9 (3): 129-134, 1998.
4. González, G.; Monroy, I.; Goycoolea, F.; Díaz, M. y Ayala, F. Cubiertas comestibles de quitosano. Una alternativa para prevenir el deterioro microbiano y conservar la calidad de papaya fresca cortada [en línea]. Dirección de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal, Centro de Investigaciones de Alimentación y Desarrollo, México. Consultado Junio 2006 en [www.ciad.mx/dtaov/XI\\_22CYTED/fotos/files\\_pdf/cuba/gustavo.pdf](http://www.ciad.mx/dtaov/XI_22CYTED/fotos/files_pdf/cuba/gustavo.pdf)
5. NC-ISO 4833. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de microorganismos. Técnica de placa vertida a 30 °C*. Cuba, 2002.
6. NC-ISO 4832. *Microbiología de alimentos para consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de coliformes. Técnica de placa vertida*. Cuba, 2002.
7. NC-ISO 7954. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de levaduras y mohos. Técnica de placa vertida a 25 °C*. Cuba, 2002.
8. 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.
9. Galvis, V. y Herrera, A. *El tomate, manejo postcosecha*, ED. Sección Publicaciones Sena, Universidad Nacional Bogotá, Colombia, 1995, 143 p.
10. NC-ISO 2173. *Productos de frutas y vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico*. Cuba. 2001.
11. NC-ISO 750. *Productos de frutas y vegetales. Determinación de la acidez valorable*. Cuba. 2001.
12. Hayakawa, M. y Deman, J. J. *Texture Studies* 13: 201-210, 1982.
13. Sun-Mee, P.; Sun-Kyoung, Y.; Hyun-Jin, K. y Dong-Hyun, A. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28 (1): 167-171, 1999.
14. González, Y. Conservación de Jurel mediante la aplicación de coberturas de quitosana (tesis de diploma, Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana) 2005, 56 p.
15. Goycoolea, F.; Arguelles, W.; Peniche, C. e Higuera, I. *Series Developments in Food Science* 41: 265-307, 2000.
16. Roller, S. y Covill, N. J. *Food Protect.* 63 (2): 202-209, 2000.