

## EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN MELONES (*Cucumis melo* L., var. *cantaloupe*) CORTADOS Y ALMACENADOS EN REFRIGERACIÓN

### EVALUATION OF THE EFFECT OF APPLYING A EDIBLE COATING IN MELONS (*Cucumis melo* L., var. *cantaloupe*) CUT AND STORED IN REFRIGERATION

CARLOS ÁLVAREZ ARENAS, NAYIVE FERMÍN, JOSÉ GARCÍA, EUDELYS PEÑA, ANA MARTÍNEZ

Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, Departamento de Tecnología de Alimentos,  
Departamento de Estadística, Boca del Río, Isla de Margarita, Venezuela  
E-mail: carlosudo@hotmail.com

#### RESUMEN

Se evaluó el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible con base en gelatina, en melones (*Cucumis melo* L., variedad *cantaloupe*) cortados y almacenados en refrigeración. Para ello se caracterizó la materia prima, evaluándose físico-química y microbiológicamente las muestras, así como también se determinó su tiempo de vida útil microbiológico (TVU). Los melones se desinfectaron y caracterizaron, determinando pH, acidez y sólidos solubles siguiendo las metodologías de las normas COVENIN. Los frutos se cortaron en rebanadas y se dividieron en dos grupos: un control y otro recubierto con una solución de 4,5% de gelatina, ácido ascórbico al 0,5%, glicerol al 10%, y sorbato de potasio al 0,01%; luego se envasaron en recipientes plásticos de 48 oz y almacenaron en refrigeración a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ . Se evaluaron a los 0, 4, 8, 10, 12, 14 y 16 días, escogiendo cuatro paquetes al azar de cada tratamiento. Los datos se analizaron mediante ANCOVA multifactorial con nivel de significancia del 5%. Se obtuvieron valores iniciales promedios de sólidos solubles de  $9,0 \pm 0,9$  °Brix, acidez de  $0,10 \pm 0,02\%$ , pH de  $5,96 \pm 0,21$  e índice de madurez de  $96,24 \pm 27,68$ . Las muestras con recubrimiento difirieron significativamente ( $p < 0,05$ ) del control en las evaluaciones físico-químicas. El melón recubierto presentó menor crecimiento de microorganismos al compararlo con el control. El TVU de las muestras recubiertas y control fue de 16,12 y 15,02 días para el grupo de microorganismos psicrófilos, y de 25,75 y 18,86 días para levaduras, respectivamente.

**PALABRAS CLAVE:** Melón, recubrimiento comestible, gelatina, tiempo de vida útil.

#### ABSTRACT

There was evaluated the effect of the application of an eatable covering based on gelatin in melons (*Cucumis melo* L., *cantaloupe* variety) cut and stored in refrigeration. The raw material was characterized, being evaluated physical-chemistry and microbiologically the samples, as well as also was determined his microbiological useful lifetime. The melons they were desinfected and characterized, determining his pH, soluble solids and acidity following the methodologies of COVENIN norms. The fruits were cut in slices and they were divided in 2 groups: control and one covered with a solution of 4,5% of gelatin, ascorbic acid to 0.5%, glicerol to 10%, and Potassium sorbate to 0.01%; Then were packed in plastic containers of 48 oz and stored in refrigeration to  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ . They were evaluated to 0, 4, 8, 10, 12, 14 and 16 days, taking four packages at random of every treatment; The data were analyzed using a multifactorial ANCOVA with a significance level of 5%. There were obtained initial average values of soluble solids of  $9.0 \pm 0.9$  °Brix, acidity of  $0.10 \pm 0.02\%$ , pH of  $5.96 \pm 0.21$  and index of maturity of  $96.24 \pm 27.68$ . The coated samples were significantly different ( $p < 0.05$ ) of the control in the assessments physical-chemical. The melon with edible coating presented a lower growth of microorganisms when compared with the control. The useful lifetime of the coated samples and control was 16.12 and 15.02 days for microorganisms psicofilos, and 25.75 and 18.86 days for yeast, respectively.

**KEY WORDS:** Melon, eatable covering, gelatine, useful lifetime.

#### INTRODUCCIÓN

Los melones *cantaloupe* se cosechan por madurez y no por tamaño. Idealmente, la madurez comercial corresponde al estado firme-maduro o “3/4 desprendido”. Los melones *cantaloupe* maduran después de la cosecha, pero su contenido de azúcar no aumenta. Generalmente, se pueden esperar, según criterios microbiológicos, de 12 a 15 días como vida poscosecha normal a temperaturas de almacenamiento entre  $2,2$  a  $5,0^\circ\text{C}$  (Infoagro 2007).

El melón es un fruto que se caracteriza por su alto

contenido en agua, y al cortarlo, queda expuesto al ataque microbiano, acción enzimática y pérdida de su calidad sensorial. El uso de recubrimientos comestibles sería una opción que permitiría incrementar la vida útil de esta fruta, minimizando su deterioro y preservando sus características sensoriales, teniéndose reportados algunos resultados preliminares sobre su empleo.

Trejo *et al.* (2007) señalan que los recubrimientos comestibles son capas delgadas, formadas a partir de biopolímeros (proteínas o polisacáridos), que son aplicadas sobre la superficie del fruto y que se comportan

principalmente como barreras que reducen la difusión de gases ( $O_2$ ,  $CO_2$ , vapor de agua), permitiendo extender la vida útil del alimento fresco.

En este estudio se evaluó la adición de un recubrimiento comestible como método alternativo de conservación en melones cortados, con el fin de proponer un producto listo para consumir que satisfaga las necesidades de un mercado que exige cada vez mayor calidad. Para ello se evaluó el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible con base en gelatina, en melones (*Cucumis melo* L., variedad *cantaloupe*) cortados y almacenados en refrigeración, determinando las características físico-químicas y microbiológicas de las muestras, así como también, su tiempo de vida útil desde el punto de vista microbiológico en los frutos cortados sin recubrir y recubiertos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Selección de la materia prima

Para este estudio se emplearon melones (*Cucumis melo* L. variedad *cantaloupe*), obtenidos de un local comercial de la Isla de Margarita, tomando como criterio de selección la apariencia externa, el tamaño, color, ausencia de daños mecánicos, deterioro y suciedad, con peso promedio entre 1,2 y 1,5 kg.

Los frutos fueron tratados con agua clorada (hipoclorito de sodio) a 200 ppm por un lapso de 2 min, se secaron a temperatura ambiente por un periodo de 5 min y almacenaron en refrigeración a 10°C por 24 h, según recomendaciones de Cordeiro *et al.* (2007).

### Determinación de las características físico-químicas de la materia prima

Para determinar las características físico-químicas en la fruta, se consideraron los parámetros: sólidos solubles, pH y acidez. El índice de madurez obtenido por el cociente entre los sólidos solubles y el porcentaje de acidez según metodología propuesta por Mohsenin (1986).

### Preparación de las muestras de melones cortados y de las soluciones de los recubrimientos

Cada melón se dividió en cuatro secciones mediante cortes longitudinales y con la ayuda de un rebanador eléctrico se obtuvieron muestras de  $5 \pm 1$  cm de largo por  $2,3 \pm 0,1$  cm de ancho y  $1,0 \pm 0,1$  cm de espesor, con un peso promedio de  $13 \pm 1$  g.

Para la obtención de las bases de las soluciones de los recubrimientos se utilizó gelatina en polvo grado analítico, ácido ascórbico al 0,5% en p/v, glicerol al 10% v/v y sorbato de potasio al 0,01%, para lo cual se diluyó la gelatina en agua destilada a temperatura ambiente, posteriormente se calentó la solución hasta que alcanzó una temperatura de 60°C, para lograr una efectiva hidratación de las moléculas de proteína, después se dejó enfriar hasta 30°C, luego se adicionó el glicerol, el ácido ascórbico y el sorbato de potasio en las cantidades correspondientes, mezclando constantemente hasta obtener una solución homogénea y transparente; finalmente la mezcla se llevó a refrigeración hasta 25°C, quedando lista para su aplicación.

### Selección de la formulación de recubrimiento comestible

Un panel sensorial entrenado conformado por nueve personas de ambos géneros, evaluaron seis formulaciones, tomadas como referencia del trabajo realizado por Herrera *et al.* (2005), utilizando concentraciones de gelatina de 0,5 a 5,5%, sin variar el resto de los aditivos. Se utilizó una prueba de comparación pareada direccional, en donde se evaluaron globalmente las características de deterioro (olor, apariencia, textura y sabor) presentes en cada muestra durante tres semanas, con la finalidad de seleccionar la que presentara menor nivel de deterioro. Los resultados de esta prueba fueron analizados estadísticamente a través de la tabla de la probabilidad exacta para pruebas de comparación pareada de una cola. Esta evaluación fue realizada en cubículos separados debidamente acondicionados y las muestras fueron balanceadas e identificadas con códigos de tres dígitos seleccionados aleatoriamente.

Con la formulación seleccionada se evaluó el efecto del recubrimiento comestible en las rebanadas de melones.

### Aplicación de los tratamientos

El recubrimiento se aplicó sumergiendo las secciones cortadas de los melones en la formulación establecida, por un periodo de 5 min. Después, éstas se envasaron en recipientes plásticos de 48 oz elaborados con base en polietileno de tereftalato (PET), los cuales fueron codificados y almacenados a temperatura de  $5 \pm 1^\circ C$ .

### Evaluación de los melones cortados con recubrimiento comestible

Para este análisis se contó con 82 unidades

experimentales, de las cuales 45 representaron las muestras recubiertas y 37 las muestras controles. Cada unidad contenía 12 rebanadas de melón.

Se realizaron evaluaciones físico-químicas y microbiológicas, tomando aleatoriamente 4 paquetes de las muestras controles en los tiempos (días) 0, 4, 8, 10, 12, 14 y 16, y en los tratamientos con recubrimiento comestible se tomó la misma cantidad de unidades muestrales en las frecuencias anteriormente mencionadas y, adicionalmente, se realizaron estas evaluaciones en los días 18 y 20.

### Análisis físico-químicos

Estos análisis se llevaron a cabo considerando las siguientes pruebas: sólidos solubles, pH y acidez, empleando las mismas metodologías descritas en la determinación de las características físico-químicas de la materia prima.

### Análisis microbiológicos

Se realizaron análisis microbiológicos para determinar bacterias psicrófilas, mohos y levaduras. Para el recuento de bacterias psicrófilas, se preparó previamente el medio de cultivo y se acondicionó la muestra, siguiéndose la metodología establecida en la norma COVENIN N° 902 (COVENIN 1987).

Para el recuento de mohos y levaduras, se utilizó el mismo medio de cultivo empleado en el recuento anterior, más la adición de oxitetraciclina hasta una concentración final de 0,1%, siguiendo los procedimientos descritos en la norma COVENIN N° 1337 (COVENIN 1990).

Los resultados de los valores de los microorganismos psicrófilos y levaduras obtenidos en UFC/g fueron transformados a logaritmos con base 10 y de esta manera se emplearon en los distintos análisis estadísticos.

### Determinación del tiempo de vida útil microbiológico

Para obtener los resultados del tiempo de vida útil microbiológico se ajustaron los datos a un modelo de cinética de primer orden de manera similar a lo

reportado por Piangentini *et al.* (2004); para analizar el comportamiento del crecimiento de microorganismos psicrófilos y de levaduras, se tomó en consideración la Ec. (1):

$$T_{vu} = \frac{\ln \frac{M_t}{M_0}}{K} \quad (1)$$

Donde:

$T_{vu}$  = tiempo de vida útil (días).

$M_0$  = recuento inicial de microorganismo.

$M_t$  = recuento de bacterias considerado como un riesgo alimentario.

K = constante aparente de reacción.

### Análisis de resultados

Los resultados fueron analizados empleando el paquete estadístico Statgraphics Centurión, mediante un análisis de Covarianza Multifactorial, tomando como covariable el índice de madurez, evaluando también la interacción de las variables días y tratamientos. En los casos donde hubo diferencias significativas se utilizó comparación de medias según Duncan, usando para todos los análisis un nivel de significancia del 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características físico-químicas de la materia prima

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos de la caracterización de los melones empleados en el estudio, observándose que el valor promedio obtenido de los sólidos solubles se encuentra dentro del rango reportado por La Molina (2000), quien toma como criterio para la cosecha de los melones aquellos que tengan un contenido de sólidos de 8 a 14 °Brix, y de Vargas *et al.* (2008) quienes mencionan que el valor de los sólidos solubles en los melones es usado como un índice de clasificación de acuerdo con su grado de dulzura, y si éste es de 9 a 12 °Brix, se puede considerar a esta fruta como comerciable.

Tabla 1. Caracterización de la materia prima.

Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez (g/100 g)	Índice de madurez
9,0 ± 0,8*	5,96 ± 0,21*	0,10 ± 0,02*	96,24 ± 27,68*

\* valores promedios de 30 mediciones.

Con respecto al valor de pH obtenido, éste se encuentra por debajo del reportado por la FDA (2003) que establece un rango de 6,13 a 6,53, sin embargo en un estudio realizado por Arruda *et al.* (2004) en melones de *Cantaloupe* se encontraron valores de 5,76 a 5,82, lo que permite deducir que la variación en el pH de esta fruta, entre otros factores, se puede relacionar con el tipo de suelo donde fue cultivado, la época del año y la zona de cultivo. En este sentido, Laínez y Krarup (2008) expresan que las variaciones en las condiciones físico-químicas de los melones se pueden asociar con factores ambientales y, especialmente, al manejo del cultivo.

En lo referente al contenido de acidez que presentó la materia prima éste se encuentra dentro de lo reportado por Cordeiro *et al.* (2007) quienes obtuvieron en melones *Cantaloupe* (*Cucumis melo* L. Híbrido hy-Mark) valores de acidez entre 0,06 y 0,11 g de ácido cítrico/100 g de producto. Promedios similares fueron encontrados por Mosca *et al.* (2001) donde evaluaron la maduración postcosecha en diferentes variedades de melón, obteniendo que todos los cultivares de esta fruta presentaron valores de acidez en un rango desde 0,09 hasta 0,15 g de ácido cítrico/100 g de pulpa.

#### **Evaluación de los melones cortados con y sin recubrimiento comestible**

Los valores del índice de madurez inicial de los melones se emplearon como una covariable estadística para el análisis de los diversos factores de estudio. Se observó que dichos resultados no tuvieron incidencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) en los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos, lo que indica que el índice de madurez de los melones fue homogéneo, es decir, no existieron diferencias entre los índices de madurez iniciales de todos los melones empleados en el estudio.

#### **Análisis físico-químicos**

En la Figura 1 se muestra el efecto de los días y los tratamientos sobre las determinaciones físico-químicas realizadas a las rebanadas de melones cortados recubiertos y control, almacenados en refrigeración a lo largo del tiempo. A partir del día 8 hay diferencias significativas entre ambos tratamientos, estando el valor promedio de los sólidos solubles en las muestras con recubrimiento por debajo del control, siendo este comportamiento notorio durante el resto del tiempo de almacenamiento.

Los °Brix en las muestras recubiertas disminuyeron

a través del tiempo, con excepción del día 16 donde se observó un aumento, aunque no significativo, con respecto a la frecuencia anterior. Adicionalmente se observó diferencias estadísticamente significativas en las tres primeras frecuencias del estudio (días 0, 4 y 8), con variaciones no significativas desde el día 8 hasta el día 16.

La disminución significativa de los °Brix en las rebanadas de melón controles al final del estudio se podría atribuir a la acción microbiana. A lo largo del tiempo de almacenamiento puede ocurrir alteraciones fisiológicas en los frutos con la liberación o exudación de nutrientes, que puede favorecer el crecimiento de hongos y bacterias sobre estos frutos utilizados como sustrato.

El comportamiento de los valores obtenidos de los sólidos solubles presentes en las rebanadas de melón con recubrimiento comestible muy probablemente sea producto del efecto de la cobertura de gelatina. En este sentido, Rojas *et al.* (2007) señalan que una de las funciones que tienen los recubrimientos comestibles, aplicados en frutas cortadas, es la de producir una atmósfera modificada en ellas, que reduce la pérdida de agua y controla el transporte de gases, lo cual hace más lento el metabolismo de las frutas y en consecuencia la síntesis de compuestos azucarados.

Los valores del pH de los dos tratamientos fueron similares hasta aproximadamente el día 8, ya que no hubo diferencias significativas en estas mediciones, no obstante, en el día 10 se nota diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los valores de pH de las muestras controles y las recubiertas hasta el final del estudio, siendo mayores éstos en las rebanas sin recubrir.

El incremento del pH en los controles posiblemente se fundamentó en la maduración de las frutas. Los ácidos orgánicos de reserva presentes en las vacuolas, son transformados por la célula a azúcares que serán utilizados para la respiración celular, lo que ocasiona una disminución de la acidez del medio y con ello un aumento del pH (Berbesí *et al.* 2006).

La tendencia de los valores de pH de las rebanadas recubiertas se puede atribuir al efecto de barrera del recubrimiento comestible, que se caracteriza por disminuir el metabolismo activo de la fruta, retardando el proceso de maduración lo que provoca una disminución en la tasa de respiración de la célula de los tejidos vegetales limitando la degradación de los ácidos orgánicos ocasionando poca variación del pH.

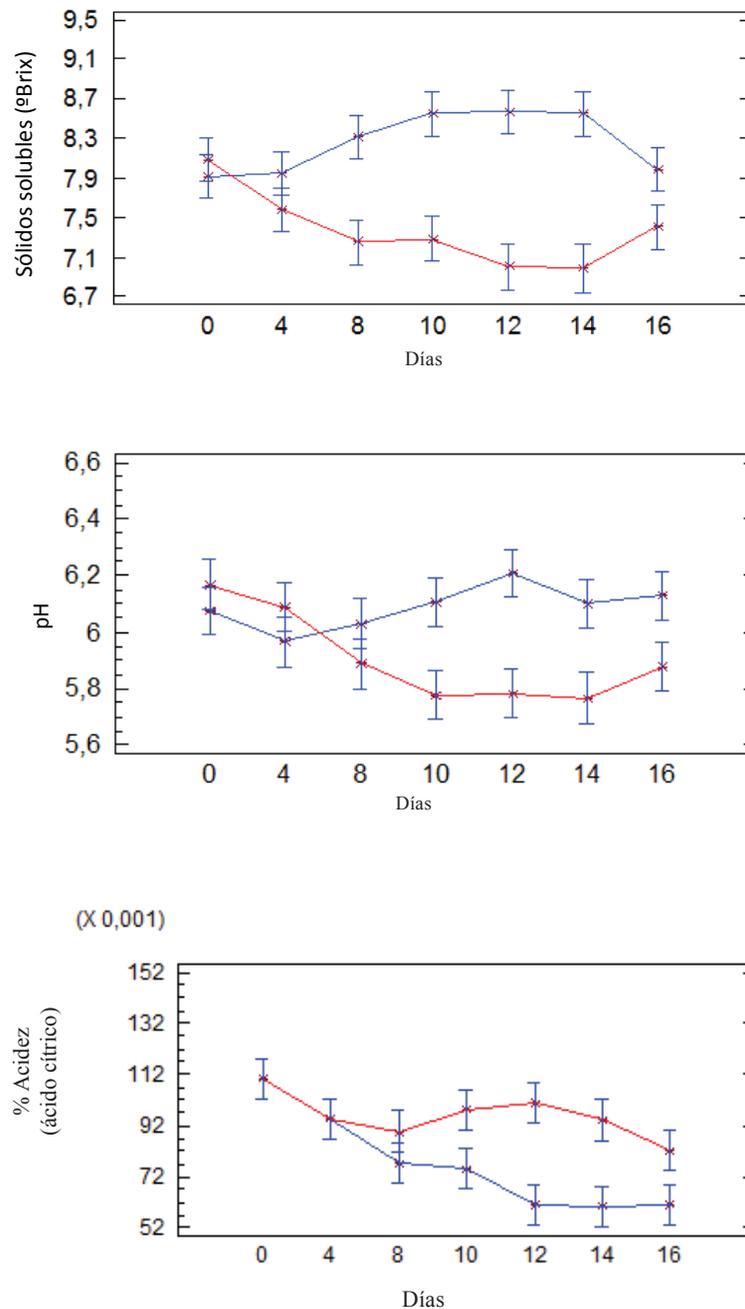


Figura. 1. Efecto de las variables días y tratamientos sobre los sólidos solubles, pH y acidez de los melones cortados recubiertos y control almacenados en refrigeración. Línea azul, control. Línea roja, recubrimiento.

El descenso de la acidez en los controles es debido a la actividad metabólica que experimentan las frutas durante la maduración, ya que en estas condiciones se originan actividades enzimáticas las cuales establecen una complicada red de cambios metabólicos que se traslapan y acoplan, lo que da origen a la conversión de los ácidos orgánicos de reserva de las frutas en azúcares que serán consumidos durante la respiración celular

(Baeza 2007).

Con respecto a las muestras recubiertas, el comportamiento del pH y la acidez durante el estudio fue casi proporcional, lo que permite inferir que el recubrimiento comestible al ralentizar la degradación de los ácidos orgánicos y disminuir la tasa de respiración generó poca variación en el porcentaje de acidez de las

muestras, provocando a su vez poca incidencia de este parámetro en los cambios de pH de las mismas.

### Análisis microbiológicos

En la Tabla 2 se muestran los resultados del recuento de bacterias psicrófilas para ambos tratamientos, teniéndose que estos fueron en persistente aumento desde el inicio hasta el final del estudio, observando diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en los días 4, 10, 12 y 16, siendo más altos los valores obtenidos en el control.

Tabla 2. Recuento de psicrófilos a través del tiempo, en melones cortados recubiertos y control almacenados en refrigeración.

Días	Media* y Desviación estándar	
	Control (log UFC/g)	Recubrimiento (log UFC/g)
0	0,10 ± 0,00 aA**	0,95 ± 0,00 aB**
4	3,26 ± 1,08 bA	2,14 ± 0,91 bB
8	4,04 ± 0,60 cA	4,29 ± 0,55 cdB
10	5,24 ± 0,09 dA	4,50 ± 0,28 cB
12	6,41 ± 0,16 eA	5,13 ± 0,25 dB
14	6,94 ± 0,49 eA	6,86 ± 0,76 eA
16	8,57 ± 0,02 fA	8,20 ± 0,26 fB

\* Media aritmética de cuatro recuentos. \*\* Letras minúsculas iguales en columna y mayúscula en fila, denotan diferencias estadísticamente no significativas ( $p > 0,05$ ).

Millán *et al.* (2001) al estudiar la estabilidad microbiológica del melón (*Cucumis melo* L.) mínimamente procesado por impregnación al vacío encontraron que no hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en el crecimiento de bacterias psicrófilas a los 16 días de estudio entre las muestras tratadas con una combinación de antimicrobianos y los testigos, a pesar que presentaron una variación de un ciclo logarítmico.

Raybaudi *et al.* (2006) indicaron que uno de los factores que gobierna el crecimiento de los microorganismos psicrófilos en los alimentos es el pH, ya que en general estos crecen en valores cercanos a la neutralidad (pH 6,0 a 7,5) de modo que el aumento del pH en las muestras controles pudo favorecer el crecimiento de este grupo de microorganismos en las mismas.

Olivas y Barbosa (2005) señalaron que al aplicar un recubrimiento comestible en las frutas con algún antimicrobiano se modifica su atmósfera, lo que podría reducir el porcentaje de crecimiento de la población

de microorganismos psicrófilos, mesófilos, mohos y levaduras, durante el almacenamiento de frutas frescas cortadas. Con relación a esto, es importante mencionar que el comportamiento del crecimiento de bacterias psicrófilas en las muestras con recubrimiento, pudo ser atribuido a la acción que ejerció este conservante sobre las bacterias junto con la disminución del pH.

Por otro lado, en el caso de los mohos no se obtuvo un conteo de los mismos, que no necesariamente significa que no haya habido crecimiento, sino que con la dilución sembrada no se desarrolló ninguno de éstos ( $< 10$ ) y es por ello que se consideró como un estimado del recuento estándar, teniéndose similar tendencia en los dos tratamientos a lo largo del tiempo.

Millán *et al.* (2001) observaron que el recuento de mohos a los 16 días de almacenamiento de melones con distintos tratamientos fue entre 3 y 7 log UFC/g, además obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre las distintas concentraciones de agentes antimicrobianos utilizados y un efecto en el microorganismo mencionado.

El análisis de comparación de medias según Duncan para el recuento estándar de levaduras en los días de estudio de las muestras controles y recubiertas se observa en la Tabla 3, la cual muestra que la media del recuento a través del tiempo fue mayor en los melones control en comparación con las muestras tratadas, obteniéndose así un recuento final en el control de 5,66 log UFC/g y para las muestras de melones cortados recubiertos un valor de 5,30 log UFC/g.

Tabla 3. Comparación de medias según Duncan para el recuento de levaduras, en melones cortados recubiertos y control almacenados en refrigeración.

Días	Media* ± desviación estándar	
	Control (log UFC/g)	Recubrimiento (log UFC/g)
0	2,48 ± 0,44 aA**	1,26 ± 0,33 aB**
4	2,62 ± 0,28 aA	2,60 ± 0,62 bA
8	3,19 ± 0,36 bA	3,48 ± 0,36 cB
10	3,52 ± 0,24 bA	3,48 ± 0,83 cA
12	4,70 ± 0,70 cA	4,11 ± 0,84 cB
14	5,64 ± 0,41 dA	4,94 ± 0,38 dB
16	5,66 ± 0,47 dA	5,30 ± 0,00 dB

\* Media aritmética de cuatro recuentos. \*\* Letras minúsculas iguales en columna y mayúscula en fila, denotan diferencias estadísticamente no significativas ( $p > 0,05$ ).

Según Rojas *et al.* (2007) las diferencias encontradas en el crecimiento de levaduras en muestras recubiertas en comparación con los controles, se pueden deber a la capacidad de retención y transporte del antimicrobiano generada por el recubrimiento comestible.

Raybadui *et al.* (2006) señalaron que el pH de las frutas se debe tomar en cuenta al realizar análisis microbiológicos, asimismo indicaron que las levaduras toleran un amplio rango de pH para su crecimiento, ya que pueden desarrollarse a pH por debajo de 3,5. Las levaduras proliferan más comúnmente en frutas y vegetales debido a sus características inherentes como bajo pH y capacidad reguladora.

Cordeiro *et al.* (2007) al estudiar el efecto del tipo de corte en las características microbiológicas de melón *Cantaloupe* (*Cucumis melo* L. Híbrido hy-Mark) mínimamente procesado, observaron que el conteo de levaduras en los melones cortados manualmente se ubicó entre valores de  $< 100$  a  $2,5 \log$  UFC/g y en los cortados mecánicamente valores que variaron entre 2,9 y  $4,12 \log$  UFC/g.

#### Tiempo de vida útil

En la Tabla 4 se muestran los valores del tiempo de vida útil estimado de las rebanadas de melón con recubrimiento y control en cuanto al crecimiento de psicrófilos y levaduras observándose que en el caso de estos últimos, la proyección del TVU fue menor en el control por aproximadamente siete días en comparación con las muestras recubiertas, debido principalmente a la acción conjunta que ejercen el antimicrobiano y el recubrimiento en las rebanadas de melón.

Tabla 4. Tiempo de vida útil microbiológico del melón con y sin recubrimiento comestible.

Microorganismo	Control (días)	Recubrimiento (días)
Psicrófilos	15,02	16,12
Levaduras	18,86	25,75

Se cuantificó el valor de la constante de reacción empleándose un análisis de regresión lineal múltiple para el crecimiento de microorganismos psicrófilos en la muestra control durante los días de estudio, teniéndose que los datos se ajustaron al modelo matemático de cinética de orden 1 con un  $R^2$  de 98,60%, siendo el valor de la constante  $K = 1,02389$  (valor  $p = 0,0000$ ),

estimándose un TVU de 15,02 días.

En el caso del crecimiento de microorganismos psicrófilos en las muestras con recubrimiento, bajo el mismo análisis se obtuvo un  $R^2$  del 98,10%, siendo el valor de la constante  $K = 0,965366$  (valor  $p = 0,0000$ ), teniéndose un TVU de 16,12 días.

Igualmente, mediante el análisis de regresión lineal múltiple se obtuvo el valor de la constante de reacción de las levaduras para la muestra control ( $K = 0,429525$ ) con un  $R^2$  del 90,70%, mientras que para los melones recubiertos el valor de  $K = 0,423776$  (valor  $p = 0,0000$ ) con un  $R^2$  del 91,60%, teniéndose que los TVU para ambos casos fueron de 18,86 y 25,75 respectivamente.

El *Official Journal of the European Union* (2005) fija un máximo de contaminación de  $5 \times 10^7$  UFC/g a la fecha de caducidad en productos preparados, siendo considerado este valor en el presente estudio como el parámetro de referencia límite en el crecimiento de microorganismos psicrófilos, mientras que según el Instituto de la Ciencia y Tecnología en Alimentos (según sus siglas en inglés, IFST 1999) el criterio microbiológico para considerar las frutas procesadas y refrigeradas como aceptables, es que el conteo de levaduras no debe ser mayor a  $6 \log$  UFC/g.

Valores similares del recuento inicial de bacterias psicrófilas determinadas en este trabajo, fueron reportados por Millán *et al.* (2001) en su estudio en melones, donde obtuvieron concentraciones en el orden de  $10^3$  UFC/g para levaduras, y concentraciones de  $10^2$  UFC/g para aerobios psicrófilos.

El TVU de este estudio realizado en melones con recubrimiento comestible, fue más alto que los reportados por algunos investigadores como Oms (2008) quien aplicando recubrimientos comestibles con base en polisacáridos en melones piel de sapo mínimamente procesados, concluyó que éstos no alargaron significativamente el tiempo de vida útil de las rebanadas de melón, observando un recuento de mohos y levaduras al cabo de la segunda semana de estudio de  $10^5$  UFC/g, además de un recuento de microorganismos psicrófilos que excedió de  $10^7$  UFC/g para el mismo tiempo, estableciendo de esta manera un tiempo de vida de 7 a 10 días.

Por su parte, Millán *et al.* (2001) en un estudio sobre el crecimiento de levaduras en el melón (*Cucumis melo* L), obtuvieron un recuento de estos microorganismos

en el grupo control de  $2,65 \times 10^6$  UFC/g al cabo de 12 días de almacenamiento a 5°C; mientras que O'Connor *et al.* (1994) obtuvieron que después de 11 días de almacenamiento a 4°C el recuento de levaduras aumentó notablemente hasta  $1,1 \times 10^6$  UFC/g considerando el producto no apto para su consumo.

Considerando los resultados obtenidos en esta investigación y en las reportadas anteriormente, es posible suponer que el recubrimiento comestible con base en gelatina empleado en las rebanadas de melón tuvo un efecto satisfactorio en la prolongación del tiempo de vida útil de esta fruta, a las condiciones experimentales establecidas.

### CONCLUSIONES

La caracterización de la materia prima permitió considerar, que los frutos analizados estuvieron fisiológicamente maduros. Hubo un efecto conjunto de los días y los tratamientos sobre el contenido de sólidos solubles y el pH de las muestras, observando que en los controles éstos aumentaron y en las muestras recubiertas disminuyeron durante el estudio. El tiempo de vida útil en cuanto al crecimiento de psicrófilos fue mayor para las muestras de melones cortados recubiertos (16,12 días) en comparación con las muestras controles (15,02 días), mientras que para el recuento de levaduras, el TVU fue mayor para las muestras de melones cortados recubiertos (25,75 días) en comparación con las muestras controles (18,86 días).

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA M, JACOMINO A, FILLET M, GALLO C, MORETTI C. 2004. Conservação de melão rendilhado minimamente processado sob atmosfera modificada ativa. *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas*. 24(1):53-58.
- BAEZA R. 2007. Comparison of technologies to control the physiological, biochemical and nutritional changes of fresh cut fruit. Master Work. College of Agriculture. Food Science Graduate Program. Manhattan, Kansas.
- BERBESÍ M, DÍAZ R, GUEVARA L, TAPIA, M. 2006. Calidad higiénica y patógenos asociados con melones mínimamente procesados expendidos en supermercados. Desarrollo de tecnologías para la conservación de vegetales frescos cortados. I Simpósio Ibero-Americano de Vegetais Frescos Cortados, San Pedro, SP Brazil.
- CORDEIRO A, WILANE R, ARRAES M, ELESBÃO A, MOREIRA M, MACHADO P. 2007. Efeito do tipo de corte nas características físico-químicas e microbiológicas do melão 'cantaloupe' (*Cucumis melo* L. Híbrido hy-Mark) minimamente processado. *Ciênc. Agrotec*. 31(4):1095-1101.
- COVENIN (COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES). 1987. Alimentos. Metodología para recuento de colonias de bacterias aerobias en placa de Petri. 2ª revisión. Norma N° 902. Fondo para la Normalización. Caracas, Venezuela.
- COVENIN (COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES). 1990. Método para el recuento de mohos y levaduras. Norma N° 1337. Fondo para la Normalización. Caracas, Venezuela.
- FDA. (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION) 2003. pH aproximado de los alimentos y productos alimenticios. Disponible en línea en: [www.digesa.minsa.gob.pe/fda/data/LacTraining/Approximate\\_pHSpanish.doc](http://www.digesa.minsa.gob.pe/fda/data/LacTraining/Approximate_pHSpanish.doc). [Acceso 11.06.2012].
- HERRERA R, VIERIA A, NICOLLETTI V, TELIS-ROMERO J, YAMASHITA F. 2005. Aplicação de revestimento comestível em abacaxis procesados por métodos combinados: isoterma de sorção e cinética de desidratação osmótica. *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas*. 25(2):285-290.
- IFST (INSTITUTE OF FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY). 1999. Microbiological criteria for foods. London: Institute of food science and technology. Disponible en línea en: [www.ifst.org/](http://www.ifst.org/). [Acceso 18.06.2012].
- INFOAGRO. 2007. Cultivo del melón. Disponible en línea en: [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/melon.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm). [Acceso 14.09.2012].
- LAÍNEZ D, KRARUP C. 2008. Caracterización en pre y poscosecha de dos cultivares de melón reticulado del tipo Oriental (*Cucumis melo* Grupo *Cantalupensis*). *Cienc. Inv. Agr*. 35(1):59-66.
- LA MOLINA (UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA). 2000. Programa de hortalizas. Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú. Disponible en línea en:

- www.lamolina.edu.pe/hortalizas/pdf/7p63%20a%20p80%20%20melon%20a%20pepino%20. [Acceso: 14.06.2012].
- MILLÁN F, LÓPEZ S, ROA V, TAPIA M, CAVA R. 2001. Estudio de la estabilidad microbiológica del melón (*Cucumis melo* L.) mínimamente procesado por impregnación al vacío. Arch. Latin. Nutr. 51(2):173-179.
- MOHSEIN N. 1986. Physical properties of plant and animal material. Vol.1. Edit. Gordon and Breach Science Publisher. New York. 734 p.
- MOSCA J, PIZA I, LIMA G. 2001. Marcadores bioquímicos de maduración em pós-colheita de três variedades de melão. Hort. Bras. 19(1):210-215.
- O'CONNOR R, ROBERTS R, FORD A, NOTTINGHAM S. 1994. Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, pineapple and cantaloupe. J. Food Sci. 59(6):1202-1215.
- OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION. 2005. Commission Regulation. (EC) N° 2073/2005. On microbiological criteria of foodstuffs. OJ 22/12/2005, L 338/1.
- OLIVAS G, BARBOSA G. 2005. Edible coating for fresh-cut fruits. Crit. Rev. Food Sci. Nutri. 45(7-8):657-670.
- OMS G. 2008. Alternativas de envasado de pera y melón frescos cortados en atmósfera modificada. Tesis Doctoral. Universitat Lleida. ETS d'Enginyeria Agrària. Lleid, España.
- PIAGENTINI A, PIROVANI M, GÜEMES D. 2004. Cinética de deterioro de repollo fresco cortado. Cienc. Tecnol. Aliment. 4(3):169-176.
- RAYBAUDI R, SOLIVA R, MARTÍN O. 2006. Uso de agentes antimicrobianos para la conservación de frutas frescas y frescas cortadas. Desarrollo de tecnologías para la conservación de vegetales frescos cortados. I Simposio Ibero-Americano de Vegetais Frescos Cortados, São Pedro. São Paulo, Brazil.
- ROJAS M, RAYBAUDI R, SOLIVA R, AVENA F, MCHUGH T, MARTÍN O. 2007. Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf life of fresh-cut apples. Postharvest Biol. Technol. 45 (2):254-264.
- TREJO M, RAMOS K, PÉREZ C. 2007. Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa (*Fragaria vesca* L) almacenada en refrigeración. Disponible en línea en: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/68/180/68180.pdf>. [Acceso: 16.09.2112].
- VARGAS P, CASTOLDI R, DE OLIVERA H, TREVIZAN L. 2008. Qualidade de melão Rendilhado (*Cucumis melo* L.) em função do sistema de cultivo. Ciên. Agrot. 32(1):137-142.