

# EVALUACIÓN POSTCOSECHA DE NARANJAS ALMACENADAS CON AGENTES DE RECUBRIMIENTO

## POST-HARVEST EVALUATION OF ORANGES STORED WITH COATING AGENTS

Rosanna Katerine Loor Cusme<sup>1</sup>, Freddy Wilberto Mesías Gallo<sup>2</sup>, Ángel del Jesús Prado Cedeño<sup>1,3</sup>, María Alexandra Molina García<sup>1</sup>, Carmen María Montesdeoca Villavicencio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Carrera de Agroindustria. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico. El Limón, Km 2,7 vía Calceta-Morro-El Limón sector La Pastora.

<sup>2</sup>Carrera de Agrícola. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico. El Limón, Km 2,7 vía Calceta-Morro-El Limón

<sup>3</sup>Facultad Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Vía San Mateo S/N-Manta, Ecuador

Contacto: rosannaloor@hotmail.com

### RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo aumentar la vida útil de las naranjas criollas mediante el recubrimiento con hidrocoloides y el manejo de temperaturas de almacenamiento en postcosecha. Se consideraron tres formulaciones de recubrimientos y un testigo absoluto, combinados con dos temperaturas de almacenamiento ( $25^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$  y  $8^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ). Los recubrimientos se elaboraron usando distintas matrices hidrocoloides (carboximetilcelulosa, hidroxipropilmetilcelulosa, gelatina sin sabor), glicerol como plastificante y agua como solvente, aplicadas mediante proceso de inmersión. Las variantes se dispusieron siguiendo el esquema del Diseño Completamente al Azar. Se evaluaron variables físico-químicas tales como: sólidos solubles, acidez total, pH, índice de madurez, pérdida fisiológica de peso, daño por frío. Se concluye que el almacenamiento postcosecha de las naranjas a temperatura de  $8^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  influye favorablemente en la vida útil de las naranjas considerándola en buen estado hasta la octava semana. A temperatura ambiente, las naranjas se deterioraron completamente a la sexta semana de evaluación. Los recubrimientos tienen menos incidencia en la calidad organoléptica durante el almacenamiento de las naranjas.

**Palabras clave:** Vida útil, postcosecha, almacenamiento, recubrimiento, temperatura.

### ABSTRACT

The objective of this research was to increase the life span of local oranges through hydrocolloid coatings and control of postharvest storage temperatures. We considered three types of coating and a control treatment, in combination with two temperature levels for storage ( $25^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$  and  $8^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ). Coatings were made from various hydrocolloid matrixes (carboxymethylcellulose, hydroxypropylmethylcellulose and unflavored gelatin), glycerol (used as a plasticizer) and water (used as a solvent). All coatings were applied through immersion. Treatments were arranged in a Completely Randomized Design. We evaluated the following physical-chemical dependent variables: soluble solids, total acidity, pH, degree of ripeness, physiological weight loss and freeze damage. We concluded that post-harvest storage at  $8^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  temperature had a positive effect on the life span of oranges keeping them in good conditions for up to 8 weeks. At room temperature, the fruit completely decayed in the sixth week. Coatings had less effect on organoleptic quality during the storage process.

**Keywords:** Life span, post-harvest, storage, coating, temperature.



Recibido: 16 de enero de 2015  
Aceptado: 02 de mayo de 2016  
ESPAMCIENCIA 7(1): 59-65/2016

## INTRODUCCIÓN

La naranja, como fruta no climatérica, se debe cosechar oportunamente para evitar que se afecte su calidad organoléptica durante la fase postcosecha; en este sentido se han realizado un sinnúmero de investigaciones que minimizan estas pérdidas, tales como el uso de temperaturas de refrigeración, en la cual se ha considerado la sensibilidad que tiene esta fruta a temperaturas bajas, provocando daños por frío (picado y escaldado), tal como lo afirman Pérez-Aparicio *et al.* (2007); de la misma forma, se han utilizado películas y recubrimientos comestibles en diferentes frutas (mango, aguacate, naranjas, etc.).

Los fenómenos fisiológicos que se producen después de cosechado los frutos, crean espacios en la búsqueda de alternativas de conservación y la tecnología de los recubrimientos comestibles surge como una opción prometedora para mejorar la calidad y conservación de alimentos durante su procesado y almacenamiento, lo que permite prolongar la vida útil en anaquel (Quintero *et al.*, 2010). Este requerimiento es de vital importancia en zonas altamente productoras de cítricos y de baja accesibilidad a los mercados, como es el caso de la parroquia Membrillo del cantón Bolívar, Manabí-Ecuador, que es una de las principales localidades productoras de cítricos, dando lugar a que se desarrollen estudios sobre pérdidas postcosecha en naranjas.

Al respecto Moreira e Intriago (2014) afirman que las pérdidas de naranjas se originan desde la fase de desprendido del fruto hasta su traslado al centro de acopio en un 5,18%, mientras que el porcentaje de pérdidas de naranjas comercializadas en el mercado del cantón Bolívar es de 3,88%, esto repercute directamente en pérdidas económicas. Con estos antecedentes, el objetivo de este trabajo fue aumentar la vida útil de las naranjas criollas mediante el recubrimiento con hidrocoloides y temperaturas de almacenamiento en postcosecha.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material experimental

Las naranjas criollas (*Citrus sinensis* L.) utilizadas fueron cosechadas en junio del 2013 en el sitio El Arrastradero perteneciente a la parroquia Calceta del cantón Bolívar. Se seleccionaron naranjas de coloración amarilla, sin presencia de daños mecánicos ni magulladuras. Las frutas fueron lavadas con una solución de hipoclorito sódico en concentración de 100 ppm durante un minuto y se dejaron secar a temperatura ambiente (25°C±3°C).

### Formulaciones de los recubrimientos

Se elaboraron tres tipos de recubrimientos, cuyas formulaciones están compuestas por una matriz hidrocoloide, emulsificante, agente plastificante y un solvente (Cuadro 1).

Para el recubrimiento 1 se utilizó una plancha reverbero con agitación a 1150 rpm, donde se mantuvo temperaturas de 90°C durante 30 minutos para homogeneizar el solvente (agua destilada) con los demás componentes (previa hidratación de la carboximetilcelulosa y disolución de la goma arábiga en parte del solvente); este recubrimiento presentó consistencia viscosa y se mantuvo en reposo durante 24 horas antes de ser aplicado.

En el recubrimiento 2 se hidrató la hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) a 28°C con parte del solvente, mientras que el ácido esteárico y la cera de abeja fueron fundidos en una plancha reverbero, que en lo posterior se mezclaron con los demás componentes a 90°C durante 20 minutos y 1300 rpm; este recubrimiento presentó consistencia viscosa y se mantuvo en reposo durante 48 horas antes de ser aplicado.

En el recubrimiento 3 se disolvió la gelatina y se fundió el ácido esteárico antes de ser incorporados a la solución acuosa de ácido acético al 5%, se mantuvo en la plancha durante 20 minutos a 90°C, con agitación a 700 rpm, este recubrimiento presentó consistencia menos viscosa que los anteriores y se mantuvo en reposo durante 24 horas antes de ser aplicado.

**Cuadro 1.** Formulación de los recubrimientos aplicados a las naranjas

| Componentes                  | Aditivos                       | Peso-medida | %   |
|------------------------------|--------------------------------|-------------|-----|
| <b>Recubrimiento 1 (R1):</b> |                                |             |     |
| Matriz hidrocoloide          | Carboximetilcelulosa           | 30 g        | 3   |
| Emulsificante                | Goma arábiga                   | 10 g        | 1   |
| Agente plastificante         | Glicerol                       | 10 mL       | 1   |
| Solvente                     | Agua                           | 950 mL      | 95  |
| <b>Recubrimiento 2 (R2):</b> |                                |             |     |
| Matriz hidrocoloide          | Hidroxipropilmetilcelulosa     | 15 g        | 1,5 |
| Componente hidrofóbico       | Cera de abeja                  | 5 g         | 0,5 |
| Agente plastificante         | Glicerol                       | 6 mL        | 0,6 |
| Emulsificante                | Ácido esteárico                | 4 g         | 0,4 |
| Solvente                     | Agua                           | 970 mL      | 97  |
| <b>Recubrimiento 3 (R3):</b> |                                |             |     |
| Matriz hidrocoloide          | Gelatina sin sabor             | 28 g        | 2,8 |
| Agente plastificante         | Glicerol                       | 20 mL       | 2   |
| Emulsificante                | Ácido esteárico                | 2 g         | 0,2 |
| Solvente                     | Ácido acético (solución al 5%) | 950 mL      | 95  |

Las naranjas se sumergieron, individualmente, en un recipiente que contenía un litro del recubrimiento formulado según los niveles de este factor (R1; R2; R3; R0, sin recubrimiento). El tiempo de inmersión fue de 30 segundos en temperatura ambiente; luego se secaron en la estufa a 45°C durante 30 minutos y se almacenaron de acuerdo a los niveles del factor temperatura: ambiente (25°C±3°C) T1 y de refrigeración (8°C±2°C) T2.

### Diseño y unidad experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial R\*T, donde R corresponde a recubrimientos (1, 2, 3, 0) y T temperaturas (25°C±3°C y 8°C±2°C). La combinación de los niveles de los factores dio lugar a ocho tratamientos: T1 (T1R1), T2 (T1R2), T3 (T1R3), T4 (T2R1), T5 (T2R2), T6 (T2R2), T7 (T1R0), T8 (T2R0). Como unidad experimental se consideró 9 naranjas criollas.

### Variables evaluadas

Las variables físico-químicas se evaluaron semanalmente hasta la octava semana de almacenamiento, tomando como punto de partida el día en que se sumergieron las naranjas en los recubrimientos. Se aplicó la técnica utilizada por Saavedra y Algecira (2010).

**Sólidos solubles (°Brix):** Se evaluó por el método refractométrico, donde se ubicó una gota del zumo de naranja en el brixómetro marca SPER SCIENTISIC, del que se tomó lectura directa de cada uno de los tratamientos.

**Porcentaje de acidez:** Se lo determinó como acidez titulable por el método volumétrico, la muestra medida y diluida se ubicó en un matraz erlenmeyer de 50 mL, se añadió fenolftaleína y desde bureta se adicionó hidróxido de sodio al 0,1N, hasta obtener el cambio de coloración.

**Índice de madurez:** Se calculó como el cociente entre sólidos solubles y la acidez total.

**pH:** Se introdujo los electrodos a la solución buffer, se estandarizó el potenciómetro (marca OAKTON), enjuagó y secó. Se introdujo directamente en la solución muestra, se tomó lectura directa con una aproximación de 0,01 unidades.

**Pérdida fisiológica de peso:** Se lo realizó por diferencia de peso, se utilizó una balanza marca SHIMADZU con una precisión de 0,1 g.

**Daño por frío:** La revisión visual de los frutos se realizó diariamente, registrándose aquellos que presentaron síntomas característicos de daños por frío tales como necrosis, picado de la cáscara o manchas café hundidas y de pu-

driciones. Los resultados se expresaron como porcentaje de frutos, con este tipo de daño, del total de los evaluados en cada tratamiento.

### Análisis estadístico

Para el procesamiento y presentación de los datos de las variables respuestas, se empleó técnicas descriptivas. Finalmente se presenta un análisis del efecto continuo para cada uno de los aspectos evaluados en la naranja durante las seis semanas que se mantuvieron todos los tratamientos, se realizó un análisis de varianza y prueba de Duncan en las fuentes de variación que tuvieron diferencias estadísticas. Se utilizó el Software INFOSTAT versión 2008.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Sólidos solubles (°Brix)

Como se aprecia en el cuadro 2, todos los tratamientos muestran una clara tendencia al incremento de los sólidos solubles, sin distinción de los recubrimientos o temperaturas de almacenamiento, iniciando con rangos entre 8,0-8,7°Brix, propios del período de cosecha, notándose un incremento lento en la etapa de evaluación en T2 (recubrimiento 1 a 8°C), el cual mantuvo un leve cambio entre la cuarta y sexta semana, culminando con 9,8°Brix (nivel más bajo) en la semana octava; situación similar ocurrió con T6 (recubrimiento 3 a 8°C) desde la semana uno a la tres, sin embargo fue el tratamiento que alcanzó mayor °Brix (11,4) en la última semana; esta concentración de sólidos solubles se debe a la utilización de temperaturas bajas (Pérez *et al.*, 2008), mientras que Wills *et al.* (1998) citado por Alvarado *et al.* (2004) atribuye la reducción de los sólidos solubles al aumento de la intensidad respiratoria, ya que una parte de los azúcares es utilizado en el proceso respiratorio. Por otro lado, los tratamientos T1, T3, T5 y T7 que estuvieron en temperatura ambiente presentaron deterioro antes de la octava semana.

**Cuadro 1.** Valores promedios de sólidos solubles en naranjas criollas durante ocho semanas de almacenamiento

| Semanas | Tratamientos |     |     |      |     |      |     |      |
|---------|--------------|-----|-----|------|-----|------|-----|------|
|         | T1           | T2  | T3  | T4   | T5  | T6   | T7  | T8   |
| 1       | 8,1          | 8,7 | 8,3 | 8,1  | 8,0 | 8,2  | 8,1 | 8,1  |
| 2       | 8,2          | 8,8 | 8,7 | 8,8  | 8,1 | 8,8  | 8,5 | 8,6  |
| 3       | 9,0          | 9,0 | 9,0 | 9,0  | 8,6 | 8,8  | 9,2 | 9,2  |
| 4       | 9,2          | 9,3 | 9,1 | 9,3  | 9,2 | 8,8  | 9,3 | 9,4  |
| 5       | 9,4          | 9,3 | 9,2 | 9,4  | 9,3 | 9,0  | 9,4 | 9,5  |
| 6       | 9,5          | 9,4 | 9,3 | 9,6  | 9,4 | 9,2  | 9,5 | 9,6  |
| 7       | 9,7          | 9,7 | 9,5 | 9,8  | *   | 9,4  | *   | 10,1 |
| 8       | *            | 9,8 | *   | 10,6 | *   | 11,4 | *   | 10,7 |

\*Naranjas deterioradas (eliminadas)

### Porcentaje de acidez y pH

Los rangos para acidez fueron de 1,8% (T4) y 3,0% (T7) en la primera semana (Cuadro 3), los cuáles son diferentes a las naranjas criolla (Macanillas) con porcentajes de 0,8 a 1,08 pero similares a la criolla (Caripe) con 1,61% a 3,08%, según datos obtenidos por Russián (2006). La acidez desciende debido al catabolismo del ácido cítrico, como principal ácido orgánico en el jugo de naranja que tiende a reducir por la maduración (Ramírez, 2009).

**Cuadro 2.** Porcentaje de acidez en naranjas criollas durante ocho semanas de almacenamiento

| Semanas | Tratamientos |     |     |     |     |     |     |     |
|---------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|         | T1           | T2  | T3  | T4  | T5  | T6  | T7  | T8  |
| 1       | 2,4          | 1,8 | 1,9 | 1,8 | 1,8 | 2,1 | 3,0 | 2,3 |
| 2       | 2,4          | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 2,0 | 2,1 |
| 3       | 1,9          | 1,7 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,6 | 1,5 | 1,7 |
| 4       | 1,6          | 1,7 | 1,7 | 1,6 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,7 |
| 5       | 1,6          | 1,6 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,5 | 1,4 | 1,6 |
| 6       | 1,4          | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,3 | 1,5 | 1,2 | 1,6 |
| 7       | 1,4          | 1,3 | 1,3 | 1,4 | *   | 1,4 | *   | 1,4 |
| 8       | *            | 1,2 | *   | 1,4 | *   | 1,3 | *   | 1,3 |

\*Naranjas deterioradas (eliminadas)

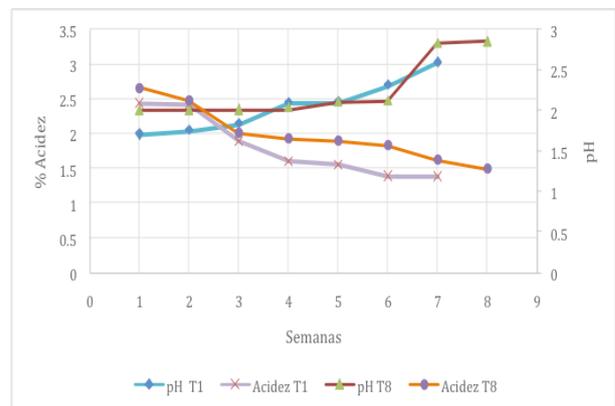
Por otro lado, el pH (Cuadro 4) inicia con rangos de 1,3 (T5) y 2,0 (T8) en la semana uno y en la semana ocho solo se reportan datos con temperaturas de refrigeración (8°C±2°C) con y sin recubrimientos T2, T6 y T4, T8, respectivamente, las cuales cumplen con parámetros de buena calidad del fruto de 1,29-2,10 (García, 2012).

**Cuadro 3.** pH en naranjas criollas durante ocho semanas de almacenamiento

| Semanas | Tratamientos |     |     |     |     |     |     |     |
|---------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|         | T1           | T2  | T3  | T4  | T5  | T6  | T7  | T8  |
| 1       | 2,0          | 1,7 | 2,0 | 1,9 | 1,3 | 1,8 | 1,8 | 2,0 |
| 2       | 2,1          | 1,8 | 2,1 | 1,9 | 1,7 | 1,9 | 1,9 | 2,0 |
| 3       | 2,1          | 1,9 | 2,2 | 2,0 | 1,9 | 2,1 | 2,0 | 2,0 |
| 4       | 2,5          | 2,2 | 2,4 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,3 | 2,0 |
| 5       | 2,5          | 2,4 | 2,4 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,1 |
| 6       | 2,7          | 2,4 | 2,7 | 2,3 | 2,5 | 2,2 | 2,5 | 2,1 |
| 7       | 3,0          | 2,8 | 2,8 | 2,9 | *   | 2,8 | *   | 2,8 |
| 8       | *            | 2,9 | *   | 2,9 | *   | 2,9 | *   | 2,9 |

\*Naranjas deterioradas (eliminadas)

El porcentaje de acidez y pH son inversamente proporcionales, mientras la acidez desciende el pH asciende, tal como se aprecia en el gráfico 1, a modo de ejemplo para T1 y T8.



**Gráfico 1.** Porcentaje de acidez y pH en naranjas criollas durante semanas de almacenamiento

### Índice de madurez

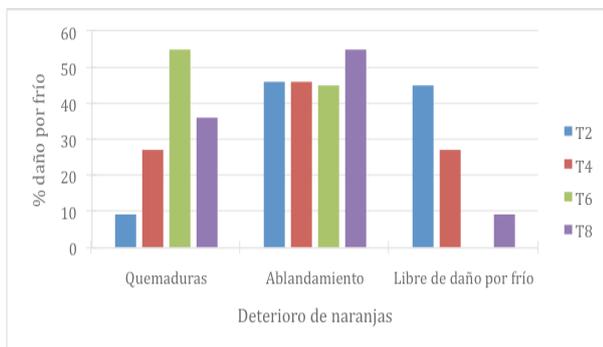
Los resultados en la semana uno fueron de 2,7 (T7) y 4,8 (T2), los cuáles se asemejan a los obtenidos por Rodríguez et al. (2001), quienes señalan que el índice de madurez inicial en naranjas están entre 2,66-4,48. En la semana ocho solo pudieron ser evaluados los tratamientos almacenados a 8°C ± 2°C (Cuadro 5), el mayor índice lo alcanzó T6 (9,1) y el menor T4 (7,9) que junto a T2 (8,2) mostraron un moderado incremento cada semana.

**Cuadro 4.** Índice de madurez en naranjas criollas durante semanas de almacenamiento

| Semanas | T1  | T2  | T3  | T4  | T5  | T6  | T7  | T8  |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1       | 3,3 | 4,8 | 4,3 | 4,5 | 4,4 | 3,9 | 2,7 | 3,6 |
| 2       | 3,4 | 5,2 | 4,7 | 4,9 | 4,5 | 5,0 | 4,3 | 4,1 |
| 3       | 4,8 | 5,4 | 5,0 | 5,4 | 5,3 | 5,5 | 6,3 | 5,4 |
| 4       | 5,7 | 5,6 | 5,4 | 5,9 | 5,8 | 6,0 | 6,4 | 5,7 |
| 5       | 6,1 | 6,0 | 5,9 | 6,1 | 6,5 | 6,2 | 6,9 | 5,8 |
| 6       | 6,8 | 6,7 | 6,3 | 6,6 | 7,5 | 6,3 | 7,9 | 6,1 |
| 7       | 7,1 | 7,6 | 7,2 | 7,2 | *   | 6,6 | *   | 7,2 |
| 8       | *   | 8,2 | *   | 7,9 | *   | 9,1 | *   | 8,4 |

### Daño por frío

La presencia del daño por frío en las naranjas fue evidenciado por presencia de quemaduras (mancha café) y ablandamiento, los cuales se presentaron a los 21 días de almacenamiento en las naranjas sin recubrimiento (T4 y T8) y 28 días en aquellas que tenían recubrimientos (T2 y T6), tal como se aprecia en el gráfico 2. Todos los tratamiento alcanzaron más del 40% de daño por ablandamiento, mientras que en daños por quemaduras los tratamientos están por debajo del 40%, a excepción de T6 que alcanzó el 55%.



**Gráfico 2.** Porcentaje de daño por frío en naranjas criollas almacenadas durante ocho semanas

Situación similar ocurrió en los trabajos realizados por Martínez (2003), quien experimentó temperaturas de 6°C, humedad relativa de 55 a 90% encontrando daños (ablandamiento, necrosis y mancha café) a los 15 días de evaluación; además, Salvador *et al.* (2007) sostiene que a bajas temperaturas (0-2°C) se observa a veces el “escalado” o “bronceado”, con oscurecimiento difuso de la piel de forma irregular que se extiende paulatinamente por la superficie del fruto, lo que implica una alta pérdida de calidad comercial.

### Pérdida fisiológica de peso

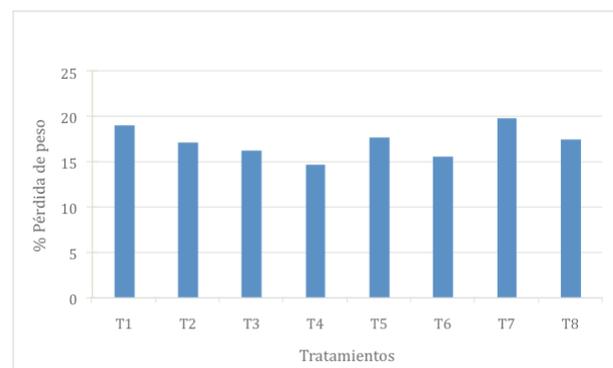
Las naranjas iniciaron (día 1) con un peso entre 223,7 (T5) y 245,1 g (T3) (Cuadro 6), los mismos que fueron disminuyendo durante el período de almacenamiento, obteniéndose a los 28 días 183,9 y 205,1 g, respectivamente. Todos los tratamientos experimentaron una mayor variabilidad de los pesos en el día 14.

**Cuadro 5.** Peso (g) de naranjas criollas durante ocho semanas de almacenamiento

| Tiempo de toma de peso (d) | Tratamientos |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                            | T1           | T2    | T3    | T4    | T5    | T6    | T7    | T8    |
| 1                          | 233,7        | 229,7 | 245,1 | 236,9 | 223,7 | 238,6 | 239,3 | 234,5 |
| 7                          | 225,7        | 222,7 | 236,4 | 230,4 | 213,8 | 233,4 | 230,3 | 226,8 |
| 14                         | 209,6        | 207,7 | 219,6 | 217,9 | 200,6 | 220,2 | 212,1 | 213,2 |
| 21                         | 197,6        | 197,0 | 209,9 | 208,4 | 188,6 | 209,8 | 199,6 | 202,5 |
| 28                         | 189,1        | 190,2 | 205,1 | 201,9 | 183,9 | 201,4 | 191,8 | 193,5 |

El porcentaje de pérdida fisiológica de peso estuvo en 14,8% para el T4 (sin recubrimiento y almacenado a 8°C±2°C) que presentó una pérdida de peso inferior al T7 (recubrimiento tres y almacenado a 25°C±3°C) con

19,8%. En el gráfico 3 se aprecia un descenso lineal en las naranjas que estuvieron almacenadas a temperatura ambiente; mientras que en refrigeración se dio una fluctuación en la pérdida de peso. La poca variabilidad entre tratamientos (alrededor del 5%) indica que la variable no está influenciada por la manipulación de temperaturas y recubrimientos, sino por lo que afirma Álvarez (2012) que estas pérdidas de peso durante el almacenamiento es una consecuencia de la transpiración del fruto, aunque Contreras-Oliva *et al.* (2012) aseguran que los polisacáridos forman compuestos capaces de controlar la pérdida de peso.



**Gráfico 3.** Porcentaje de pérdida fisiológica de peso a los 28 días de evaluación

Por otro lado, Vázquez *et al.* (2003), sostienen que la deshidratación se incrementa con el tiempo y señala Crisosto *et al.* (1994) citado por Seibert *et al.* (2006) que los síntomas comunes de exceso de deshidratación y marchitamiento son observadas cuando las pérdidas de masa exceden el 10%, lo cual fue evidente en esta investigación.

### Análisis estadístico del efecto continuo en las variables respuestas

Al analizar el efecto continuo en las variables respuestas, se encontró que los recubrimientos influyeron en los valores de °Brix y pH, precisamente el recubrimiento 1 se ubicó en el primer rango estadístico. En cambio la temperatura de almacenamiento incidió estadísticamente en los valores de pH, la temperatura de refrigeración a 8°C±2°C resultó favorable en esta variable (Cuadro 7). Se debe resaltar que con la temperatura de refrigeración fue posible la conservación de las frutas hasta la octava semana, a diferencia de la temperatura ambiente donde las naranjas fueron eliminadas por deterioro a la sexta semana.

**Cuadro 7.** Análisis continuo de las variables respuestas evaluadas en las naranjas hasta la sexta semana de almacenamiento

| Factores                                 | Grados Brix | pH      | Acidez titulable | Índice de madurez |
|--|-------------|---------|------------------|-------------------|
| <b>Recubrimientos (R)</b>                |             |         |                  |                   |
| R1                                       | 8,83 a      | 2,12 ab | 1,74 a           | 5,34 a            |
| R2                                       | 8,94 ab     | 2,05 a  | 1,64 a           | 5,54 a            |
| R3                                       | 8,97 ab     | 2,21 b  | 1,74 a           | 5,49 a            |
| R0                                       | 9,05 b      | 2,04 a  | 1,74 a           | 5,33 a            |
| Probabilidad                             | 0,0418      | 0,0046  | 0,6074           | 0,6365            |
| EE                                       | 0,05        | 0,03    | 0,06             | 0,14              |
| <b>Temperatura de almacenamiento (T)</b> |             |         |                  |                   |
| T1 (25°C±3°C)                            | 8,99 a      | 2,17 b  | 1,72 a           | 5,36 a            |
| T2 (8°C±2°C)                             | 8,91 a      | 2,03 a  | 1,70 a           | 5,49 a            |
| Probabilidad                             | 0,1314      | 0,003   | 0,8064           | 0,6365            |
| EE                                       | 0,04        | 0,02    | 0,04             | 0,1               |

## CONCLUSIONES

El recubrimiento 1 compuesto por: CMC (3%) + goma arábica (1%) + glicerol (1%) + agua (95%) es una opción a tomar en cuenta en futuros trabajos sobre almacenamiento de naranjas, sobre todo si se emplean temperaturas bajas, lo cual alarga la vida útil de la fruta en postcosecha.

## LITERATURA CITADA

- Alvarado, P; Berdugo, C; y Fischer, G. 2004. Efecto de un tratamiento de frío (a 1,5°C) y la humedad relativa sobre las características físico-químicas de frutos de uchuva *Physalis peruviana* L., durante el posterior transporte y almacenamiento. CO. Revista Agronomía Colombiana. 22(2):147-159
- Álvarez, Q. 2012. Formulación de un recubrimiento comestible para frutas cítricas, estudio de su impacto mediante aproximaciones metabólica y evaluación de la calidad poscosecha. Memoria de tesis doctoral. Universidad de Antioquia. Facultad de química farmacéutica. Medellín. Co. p 207
- Contreras-Oliva, A; Pérez-Gago, M; Salvador, A; Bermejo, A; y Rojas-Argudo, C. 2012. Calidad fisicoquímica, sensorial y nutricional de naranjas CV. Valencia recubiertas con quitosano. Agrociencia 46(5):441-453
- García, 2012. Evaluación de la maduración y calidad de la naranja (*Citrus sinensis*) bajo requerimiento de frío. Tesis doctoral Colombia. p 56. Consultado, 11 de oct. 2013. Ficha técnica. (En línea). Formato PDF. Disponible en <http://tesis.uson.mx>
- Martínez, A. 2003. Estudio de los Cambios Bioquímicos y Fisiológicos Inducidos por el Almacenamiento a Bajas Temperaturas en Frutos Cítricos. Tesis Doctoral. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. España. p 55.
- Moreira, G. e Intriago, V. 2014. Evaluación de pérdidas poscosecha de naranja (*Citrus sisensis*) producidas en la parroquia Membrillo y comercializadas en el mercado del cantón Bolívar. Tesis. Ing. Agroindustrial. ESPAM MFL. Calceta-Manabí, EC. p 21.
- Pérez-Aparicio, J; Zapata-Soberá, L; Lafuente-Rosales, V; y Toledano-Medina, M. 2007. Almacenamiento de naranjas cv. "Salustiana" y cv. "Valencia" y su influencia en la calidad del fruto (I). Rev. Iber. Tecnología Poscosecha. 8(2): 66-73
- Pérez-Aparicio, J; Zapata-Soberá, L; Lafuente-Rosales, V; y Toledano-Medina, M. 2008. Almacenamiento de naranjas cv. "Salustiana" y cv "Valencia" y su influencia en la calidad del zumo (III). Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha. 9(2): 113-120
- Quintero, C; Falguera, V; y Muñoz, A. 2010. Película y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. Revista Tumbaga. 5:93-118

- Ramírez, J. 2009. Variación estacional de la calidad y tamaño de fruta de naranja valencia en el valle del Yacui, Sonora. ME. Folleto técnico N.67
- Rodríguez, F; Martínez, T; Villegas, O; y Acedo, F. 2001. Evaluación de la calidad de naranja durante el almacenamiento refrigerado. Reporte Anual. Departamento de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Ecuador. Consultado, 30 de sept. 2015. Tesis de grado. (En línea). Formato PDF. Disponible en <http://www.bibliotecavirtual.com>
- Russián, T. 2006. Calidad del fruto en accesiones de naranja ‘criolla’ y ‘valencia’ en el sector Macanillas-Curimagua, Estado Falcón. *Agronomía Trop.* 56(3):415-432.
- Saavedra, N., y Algecira, N. 2010. Evaluación de películas comestibles de almidón de yuca y proteína aislada de soya en la conservación de fresas. *NOVA-Publicaciones científicas en ciencias biomédicas.* 8(14):171-182
- Salvador, A; Navarro, P; y Martínez-Jávega, J. 2007. Tecnología Postcosecha de Cítricos. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Centro de Tecnología Postcosecha. XI Simposios Internacional de Citricultura “La Citricultura Mexicana en el siglo XXI”. México.
- Seibert, E; González, S; Luchsinger, L; Orellana, A; y Bender, R. 2006. Efecto del almacenaje refrigerado sobre la calidad y el desarrollo de daños por frío en duraznos “Sweet September” *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha.* 7(2):131-141
- Vázquez, D; Meier, G; Ponte, D. 2003. “Comportamiento post-cosecha de frutos de mandarina nova en almacenamiento frigorífico prolongado”. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha.* 5 (1):16-25