

## Determination of the sensory shelf-life in chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) of exportation with four commercial coatings stored at room temperature and refrigeration

### Determinación de la vida útil sensorial en chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) de exportación con cuatro recubrimientos comerciales almacenado a temperatura ambiente y refrigeración

Gutiérrez-Torres, Jorge A.<sup>1</sup>; Núñez-Pastrana, Rosalía<sup>2</sup>; Leyva-Ovalle, Otto R.<sup>2</sup>; Ortiz-Laurel, H.<sup>1</sup>; Contreras-Oliva, Adriana<sup>1</sup>; López-Espíndola, Mirna<sup>1</sup>; Herrera-Corredor, José A.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Postgrado en Innovación Agroalimentaria Sustentable; <sup>2</sup>Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Región Orizaba Córdoba.

\*Autor de correspondencia: [jandreshc@colpos.mx](mailto:jandreshc@colpos.mx)

#### ABSTRACT

**Objective:** To compare sensory shelf-life of chayote (*Sechium edule* var. *virens levis*) coated with four edible coatings stored at two temperature conditions.

**Design/methodology/approximation:** Chayote samples were obtained from Coscomatepec, Veracruz. Survival curves were modelled using survival analysis under the Kaplan-Meier, Cox Regression, Weibull, Exponential, Logist, LogLog, Log Normal and Gauss with 4 commercial edible coatings: Guar Gum Substitute, Lacquer Gum, Guar Gum and Comercial wax, in two storage temperatures: refrigeration (8 °C) and room temperature (27 °C). Critical attributes considered as limiting shelf-life were mold presence and viviparism. Degree of sensory liking was determined at week two and four evaluating visual characteristics of chayote samples: appearance, color, brightness, defects, freshness and overall liking.

**Results:** LogLog y Logistic models adjusted better to survival data. The results indicated shelf life of chayote stored at room temperature (27 °C) was four weeks with the exception of commercial wax which shelf life was reduced to two days. Under refrigerated storage conditions (8 °C), a sensory shelf life of eight weeks was obtained with the treatments of Guar Gum Substitute, Guar Gum and Lacquer Gum. At week two, lacquer gum treatment at room temperature was more liked in appearance, color, brightness, freshness and overall liking while under refrigeration storage, Commercial Wax and Guar Gum Substitute treatments had the highest liking values for the majority of attributes. At week four, only refrigerated treatments were evaluated. Lacquer Gum treatment had the highest liking values for all attributes.

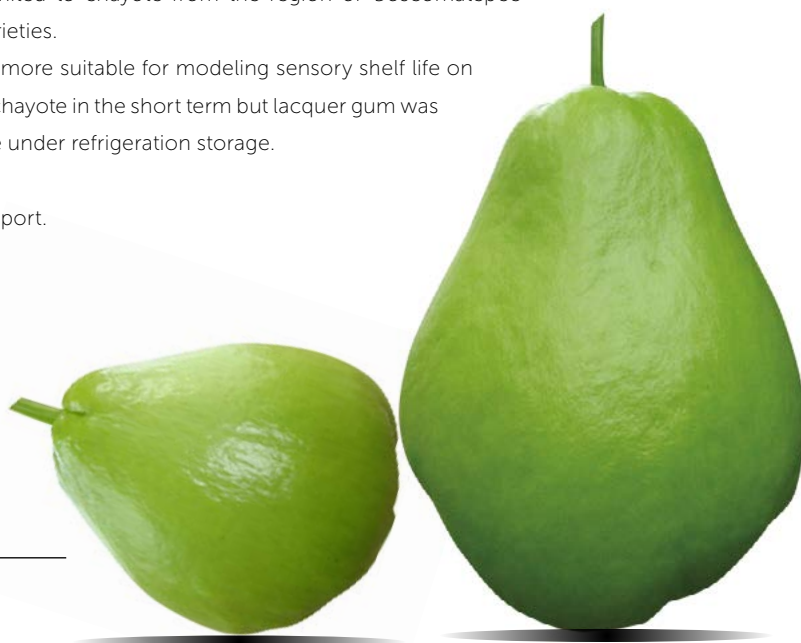
**Limitations on the study/implications:** The study is limited to chayote from the region of Coscomatepec variety smooth green. Results may not apply to other varieties.

**Findings/Conclusions:** LogLog y Logistic models were more suitable for modeling sensory shelf life on chayote. Commercial wax can enhance visual quality of chayote in the short term but lacquer gum was able to preserve the visual characteristics for longer time under refrigeration storage.

**Keywords:** Sensory shelf-life, chayote, edible coating, export.

#### RESUMEN

**Objetivo:** Comparar la vida de anaquel sensorial en chayote (*Sechium edule* var. *virens levis*) con cuatro recubrimientos comestibles almacenados en dos condiciones de temperatura.



**Agroproductividad:** Vol. 12, Núm. 6, junio. 2019. pp: 57-62.

**Recibido:** julio, 2018. **Aceptado:** junio, 2019.

**Diseño/metodología/aproximación:** Las muestras de chayote se obtuvieron de Coscomatepec, Veracruz. Las curvas de supervivencia se modelaron usando análisis de supervivencia con los modelos Kaplan-Meier, Cox, Weibull, Exponential, Logística, LogLog, Log Normal y Gaussiano con cuatro recubrimientos comerciales: sustituto de goma guar, goma laca, goma guar y cera comercial en dos temperaturas: refrigeración (8 °C) y temperatura ambiente (27 °C). Los atributos críticos considerados como limitantes para la vida de anaquel fueron presencia de moho y viviparismo. El nivel de agrado sensorial a las semanas dos y cuatro, se realizó evaluando características visuales en chayote: apariencia, color, brillo, defectos, frescura y agrado en general.

**Resultados:** Los modelos LogLogístico y Logístico se ajustaron mejor a los datos de supervivencia. Los resultados indicaron que la vida de anaquel del chayote almacenado a temperatura ambiente (27 °C) fue de cuatro semanas con la excepción de la cera comercial cuya vida de anaquel se redujo a dos días. En condiciones de refrigeración, se registró una vida de anaquel de ocho semanas en los tratamientos de Sustituto de goma guar, goma guar y goma laca. En la semana dos, el nivel de agrado del tratamiento con goma laca a temperatura ambiente fue mayor en apariencia, color, brillo, frescura y agrado en general, mientras que, en refrigeración, los tratamientos con cera comercial y sustituto de goma guar tuvieron los más altos valores de agrado para la mayoría de sus atributos. En la semana cuatro, solo se evaluaron los tratamientos en refrigeración. El tratamiento con goma laca tuvo los mayores valores de nivel de agrado en todos sus atributos.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** El estudio está limitado a chayote de la región de Coscomatepec, Veracruz de la variedad verde liso (var. *virens levis*). Los resultados podrían no aplicar para otras variedades.

**Hallazgos/conclusiones:** Los modelos LogLogístico y Logístico fueron más adecuados para modelar la vida de anaquel en chayote. La cera comercial puede mejorar la calidad visual de chayote en el corto plazo pero la goma laca fue capaz de extender las características visuales por mayor tiempo en condiciones de refrigeración.

**Palabras clave:** Vida útil sensorial, chayote, recubrimiento comestible, exportación

de la fruta no es el adecuado. (Alferez *et al.*, 2003). Las modificaciones pueden evaluarse mediante pruebas fisicoquímicas, microbiológicas, instrumentales o sensoriales. A pesar de los avances de la ciencia y la tecnología de los alimentos, los productos alimenticios tienen una vida útil finita. Por tanto, existen indicadores de que la vida útil de un producto ha llegado a su fin; entre éstos se encuentran: elevado número de microorganismos, oxidación de grasas y aceites, migración de humedad, pérdida de vitaminas y nutrientes, cambios de textura debido a actividades enzimáticas, degradación de proteínas, pérdida de sabor y color, disminución o aumento de la viscosidad. La importancia de los modelos para estimar la vida útil radica en el hecho que proporcionan vías objetivas para medir la calidad y determinar los límites de uso del alimento siempre y cuando se fundamenten en el conocimiento de los mecanismos de deterioro, así como en un análisis sistemático de los resultados (Salinas *et al.*, 2007). Los métodos probabilísticos de estimación de la vida útil de los frutos se utilizan principalmente en estudios de evaluaciones sensoriales, consistentes en considerar la vida útil o vida de anaquel como un variable aleatoria y describir su comportamiento mediante un modelo estadístico (Ocampo, 2003). Es por ello que el presente trabajo evaluó la vida útil sensorial del chayote almacenado en frío y temperatura ambiente con cuatro recubrimientos comestibles comerciales con el fin de establecer el mejor recubrimiento de acuerdo a la percepción de los consumidores.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Colegio de Postgraduados Campus

## INTRODUCCIÓN

**El chayote** (*Sechium edule* (Jacq. Sw.) registra en su composición un alto contenido de humedad en estado fresco y alta transpiración que provoca pérdida de peso y reducción de su vida de anaquel. Posee una semilla de testa suave no lignificada (Orea y Engleman, 1983) que favorece su fusión con el pericarpio y provoca viviparismo durante la madurez hortícola, reduciendo su calidad y el valor comercial de los frutos (Aung *et al.*, 1996), que se traduce en pérdidas físicas y económicas para todos los eslabones de la cadena productiva. Los componentes que normalmente se ven afectados al deteriorarse los alimentos son: humedad, proteínas, grasa, carbohidratos, vitaminas y minerales. La frecuencia de estas alteraciones se incrementa en la medida que el manejo

Córdoba en el laboratorio de Frutas y Hortalizas. El material biológico fue *S. edule* var. *virens levis*, conocido como verde liso, y se recolectó en madurez hortícola. Los recubrimientos aplicados fueron proporcionados por la empresa "Cytecsa" bajo los siguientes números de registro: Sustituto de Goma Guar: CT-50-SMG, Goma Laca: CT-50-TG y Goma Guar: CT-50-CAA. Adicionalmente se utilizó cera comercial (Hortiwax®). Para el estudio de vida útil sensorial se llevó un registro diario de manera visual de aquellos chayotes con presencia de hongos o que tuvieran viviparismo tanto en temperatura ambiente como en frío con la finalidad de tener un control estricto por cada tipo de tratamiento y contabilizando el número de semanas de supervivencia. Se clasificaron los siguientes estatus: 1) germinación; 2) sin daño al momento del muestreo; y 3) presencia de hongos u otras causas. El análisis se llevó a cabo mediante el software estadístico R versión 3.2.2, comparando diversos modelos paramétricos y no paramétricos como Kaplan-Meier, Regresión de Cox, Weibull, Exponencial, Logist, LogLog, Log Normal y Gauss.

Se llevaron a cabo dos evaluaciones de preferencia de chayote para evaluar la aceptación o rechazo de los diferentes recubrimientos en la segunda y cuarta semana de evaluación. Participaron consumidores de chayote del Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Para ello se codificó aleatoriamente cada uno de los chayotes de acuerdo al tipo de recubrimiento y condiciones de almacenamiento, quedando el primer estudio de la siguiente manera: CERA-F: Cera de la marca Hortiwax® almacenado en frío. GOMLACA-A: Goma Laca almacenado a temperatura ambiente. TESTIGO-F: Testigo sin recubrimiento almacenado en frío. TESTIGO-A: Testigo sin recubrimiento almacenado a temperatura ambiente. GOMGUAR-F: Goma Guar almacenado en frío. GOMGUAR-A: Goma Guar almacenado a temperatura ambiente. GOMLACA-F: Goma Laca almacenado en frío. SUSTGOMGUAR-F: Sustituto Goma Guar almacenado en frío. SUSTGOMGUAR-A: Sustituto Goma Guar almacenado a temperatura ambiente. Y para el segundo estudio la codificación quedó de la siguiente manera: TESTIGO-F: Testigo sin recubrimiento almacenado en frío. SUSTGOMGUAR-F: Sustituto de Goma Guar almacenado en frío. GOMGUAR-F: Goma Guar almacenado en frío. GOMLACA-F: Goma Laca almacenado en frío. A

cada consumidor se le pidió que hiciera una evaluación visual de cada chayote y anotara en la boleta su respuesta a cada atributo de acuerdo a las instrucciones. Para las diferencias significativas entre los atributos sensoriales de los chayotes se utilizó una prueba de diferencia de medias ANOVA y Tukey. Se utilizaron técnicas multivariadas para la interpretación de los datos como lo fue el Análisis de Componentes Principales (ACP) y el Análisis de Clústers. Ambos estudios fueron analizados mediante el software estadístico R versión 3.2.2.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Para el modelado de las curvas de supervivencia, el valor del criterio de información Akaike (AIC) registrado de los diferentes modelos paramétricos, permitió conocer qué modelo se ajustó más a los datos. En este caso los modelos LogLogístico y Logístico fueron los que presentaron mejor ajuste (Cuadro 1).

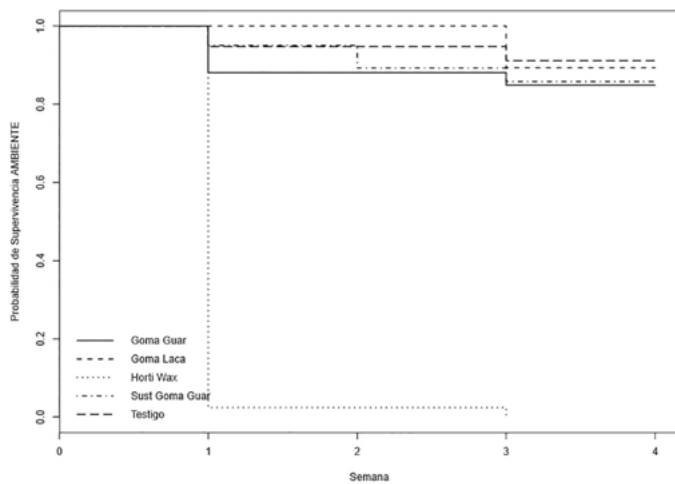
La Figura 1 muestra la probabilidad de supervivencia a temperatura ambiente, donde claramente se ve que el tratamiento Cera cae en la primera semana debido principalmente a la presencia de hongos. Los tratamientos, Sustituto de Goma Guar, Goma Laca y Goma Guar tuvieron un tiempo de vida útil de cuatro semanas y el testigo un tiempo de vida útil de tres semanas, después de este tiempo se registró presencia de viviparismo.

La Figura 2 indica la probabilidad de supervivencia en condiciones de frío (refrigeración), donde el tratamiento Cera tuvo un comportamiento similar al del tratamiento a temperatura ambiente, con una vida útil de dos semanas, tiempo en el cual cae súbitamente por presencia de hongos. Los demás tratamientos (Sustituto de Goma Guar, Goma Laca, Goma Guar y el Testigo) tuvieron un tiempo de vida útil de ocho semanas, teniendo mayor probabilidad de supervivencia el tratamiento de Goma Laca. Cabe destacar que en estas condiciones no se presentó viviparismo, y el principal motivo de baja es la presencia de hongos, que bien se pudo deber a las condiciones del equipo de almacenamiento o alteración en la temperatura de almacenamiento.

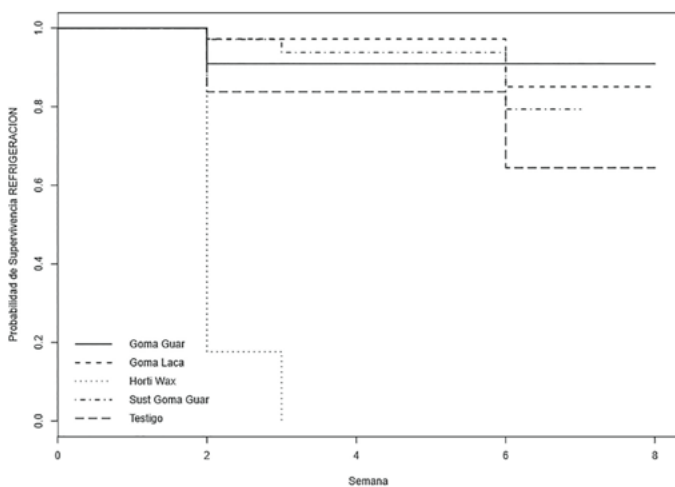
En la Figura 3 se puede apreciar el comportamiento de la curva de supervivencia comparando las dos

**Cuadro 1.** Criterio de información Akaike (AIC) de los diferentes modelos paramétricos de análisis de supervivencia aplicado a los cinco tratamientos

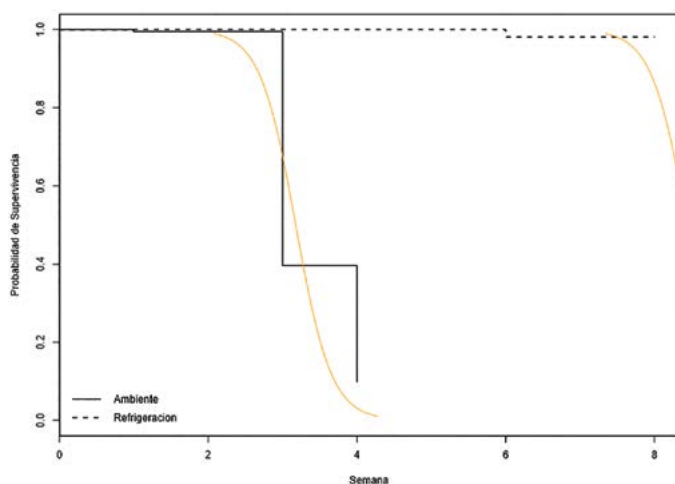
Modelo	AIC
Weibull	169.6203
Exponencial	449.6269
LogLogístico	151.6212
Logístico	141.6067
LogNormal	180.4942
Gauss	172.2982



**Figura 1.** Curva de supervivencia de los frutos de *Sechium edule* var. *virens levis* sometidos a cinco tratamientos almacenados a temperatura ambiente.



**Figura 2.** Curva de supervivencia de *Sechium edule* var. *virens levis* sometidos a cinco tratamientos almacenados en refrigeración (8 °C).



**Figura 3.** Curva de supervivencia de *Sechium edule* var. *virens levis* sometidos a cinco tratamientos almacenados a temperatura ambiente y en refrigeración con el modelo de ajuste Log Log.

temperaturas de almacenamiento (refrigeración de 8 °C y temperatura ambiente) donde en esta última se reduce al 50% la probabilidad de supervivencia. Cadena-Iñiguez *et al.* (2006) realizó un estudio similar sobre el almacenamiento y manejo postcosecha de frutos de chayote utilizando cera comercial Brimex20<sup>MR</sup>, cera de carnauba, película comestible y 1- Metilciclopropeno (1-MCP) a temperaturas de 7, 10 y 12 °C, donde el tratamiento que mejor éxito obtuvo fue el de Cera Brimex20<sup>MR</sup> más 300 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP con solo 20% de frutos con viviparismo, esto debido al sellado que se hace con la cera y a la acción inhibitoria del 1-MCP obteniendo una vida de anaquel de 28 d en promedio.

**Estudio de preferencia semana dos de evaluación**

De acuerdo al ANOVA realizado se registraron diferencias en los atributos: apariencia ( $P=6.66 e^{-16}$ ), color ( $P=1.66 e^{-11}$ ), brillo ( $P=3.93 e^{-12}$ ), defectos ( $P=4.22 e^{-15}$ ), frescura ( $P=1.71 e^{-15}$ ) y gusto general ( $P=1.97 e^{-12}$ ); por tanto, se puede inferir que estadísticamente los chayotes evaluados son diferentes en todos sus atributos. Se realizó una prueba de diferencia de medias Tukey (Cuadro 2). Asimismo, en el ACP en la Figura 4 que corresponde al gráfico de factores individuales, se puede observar que los tratamientos CERA-F y GOMLA-CA-A que corresponde al recubrimiento de cera de la marca Hortiwax<sup>®</sup> almacenado en frío y Goma Laca almacenado a temperatura ambiente son los más cercanos al CP 1, el cual muestra una varianza del 96.25% de los datos; caso contrario con los tratamientos TESTI-GO-A y SUSTGOMGUAR-A, que corresponden al testigo almacenado a temperatura ambiente y al tratamiento de Sustituto de Goma Guar almacenado a temperatura ambiente.

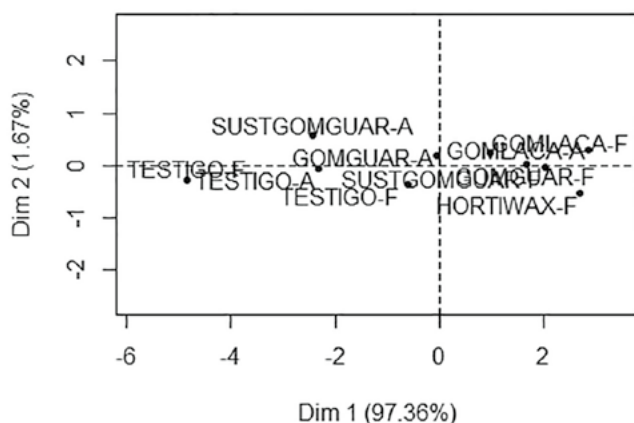
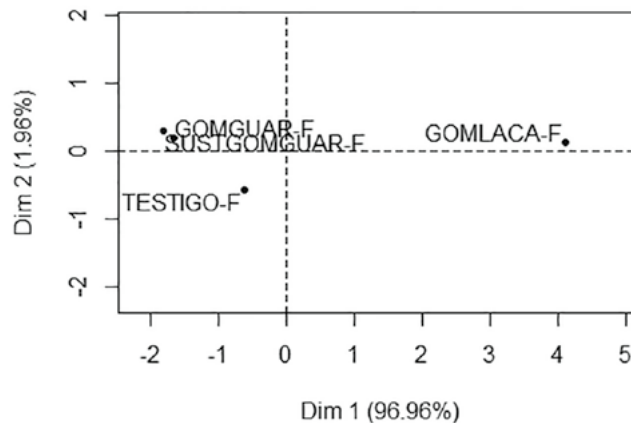
**Estudio de preferencia semana cuatro de evaluación**

De acuerdo al ANOVA realizado se encontró diferencia en los atributos: apariencia ( $P=4.14 e^{-13}$ ), color ( $P=1.58 e^{-8}$ ), brillo ( $P=1.21 e^{-6}$ ), defectos ( $P=1.38 e^{-6}$ ), frescura ( $P=1.38 e^{-6}$ ) y gusto general ( $P=1.62 e^{-10}$ ), por tanto, se pudo inferir que estadísticamente los chayotes evaluados son diferentes en todos sus atributos. Para determinar qué chayote es diferente a los demás o cuales son semejantes, se realizó una prueba de diferencia de medias Tukey (Cuadro 3). El ACP en la Figura 5 que corresponde al grafico de factores individuales mostró que el tratamiento GOMLACA-F (almacenado en refrigeración) es el que más distancia tiene entre los otros tres y más cercano al CP1, mostrando una varianza de 96.96 % de los datos.

**Cuadro 2.** Análisis de varianza y prueba de Tukey de frutos de *Sechium edule* var. *virens levis* con nueve tratamientos en la semana dos de evaluación

Tratamiento	Apariencia	Color	Brillo	Defectos	Frescura	Gusto General
CERA-FRIO	6.62±1.82a	6.64±1.79a	5.79±2.14ab	6.07±2.28a	6.43±2.07a	6.50±2.06a
GOMLACA-AMBIENTE	6.48±1.57a	6.43±1.71a	6.64±1.64a	5.79±2.02ab	6.48±1.77a	6.67±1.63a
TESTIGO-FRIO	5.12±1.53bc	5.14±1.79bcd	4.50±1.64cde	4.60±1.55bc	4.76±1.79cd	5.17±1.67bc
TESTIGO-AMBIENTE	4.19±1.95c	4.31±1.87d	4.05±1.67e	3.71±1.78cd	4.05±1.72d	4.26±1.96c
GOMGUAR-FRIO	5.76±1.61ab	6.21±1.52ab	5.81±1.76ab	5.40±1.84ab	6.07±1.60ab	6.02±1.57ab
GOMGUAR-AMBIENTE	5.10±1.82bc	5.48±1.92abcd	5.31±1.94bcd	4.62±1.61bc	5.00±1.74bcd	5.24±1.87bc
GOMLACA-FRIO	5.52±1.66ab	5.57±1.68abc	5.71±1.73abc	5.05±1.78ab	5.60±1.73abc	6.02±1.62ab
SUSTGOMGUAR-FRIO	6.24±1.83ab	5.93±1.96ab	6.10±1.94ab	5.69±1.83ab	6.14±1.97ab	6.17±2.02ab
SUSTGOMGUAR-AMBIENTE	3.98±1.75c	4.38±1.89cd	4.43±1.81de	3.19±1.66d	4.07±1.64d	4.43±1.76c

Valores promedio ± desviación estándar. Las medias con la misma letra en la misma columna, no tienen diferencia significativa (Tukey al 0.05 de significancia).

**Individuals factor map (PCA)****Individuals factor map (PCA)****Figura 4.** Mapa de factores individuales del análisis de componentes principales (PCA) de nueve tratamientos en la semana dos de evaluación.**Figura 5.** Mapa de factores individuales del Análisis de Componentes Principales (PCA) de cuatro tratamientos en la semana cuatro de evaluación.**Cuadro 3.** Análisis de varianza y prueba de Tukey de frutos de *Sechium edule* var. *virens levis* con cuatro tratamientos en la semana cuatro de evaluación.

Tratamiento	Apariencia	Color	Brillo	Defectos	Frescura	Gusto General
TESTIGO-FRIO	5.44±1.63b	5.66±1.62b	5.47±1.68b	4.81±1.47b	4.91±1.71b	5.72±1.53b
SUSTGOMGUAR-FRIO	4.50±1.34c	5.22±1.31b	5.16±1.39b	4.72±1.51b	4.97±1.40b	4.75±1.41c
GOMGUAR-FRIO	4.62±1.48bc	5.44±1.34b	5.25±1.34b	4.25±1.46b	5.12±1.66b	5.00±1.72bc
GOMLACA-FRIO	7.19±0.97a	7.22±0.87a	6.94±1.11a	6.38±1.77a	7.06±0.98a	7.25±0.95a

Valores promedio ± desviación estándar. Las medias con la misma letra en la misma columna, no tienen diferencia significativa (Tukey al 0.05 de significancia).

## CONCLUSIONES

**El análisis** de supervivencia mostró que, en el tiempo de evaluación de ocho semanas, la probabilidad de supervivencia se reduce en un 50% a temperatura ambiente, lo que nos indica que el almacenamiento en frío (8 °C) es una buena opción para mantener por lo menos al doble el tiempo de vida útil. El tratamiento que mayor probabilidad de supervivencia tuvo fue el tratamiento con Goma Laca, tratamiento que en la semana dos de evaluación se equiparaba con el tratamiento de Goma Guar, pero que en la semana cuatro de evaluación se pudo confirmar su aceptación por parte de los consumidores, y que además este recubrimiento fue preferido por sus atributos de apariencia, y número de defectos. El color del tratamiento con cera comercial fue bien aceptado por los consumidores dado que el color verde se acentuó con la cera, pero su vida de anaquel se redujo. Algo que es importante destacar son los comentarios de los consumidores respecto a la apariencia de los tratamientos de Sustituto de Goma Guar, Goma Laca y Goma Guar, que, aunque lo protegen, la apariencia después de la semana dos de evaluación de algunos de los chayotes no fue tan agradable debido al desprendimiento del recubrimiento de la superficie, aun a pesar de este detalle los consumidores lo consideraron aceptable e incluso lo comprarían si estuviera disponible en el mercado.

## LITERATURA CITADA

- Alfárez, F., Agusti, M. & Zacarías, L. (2003). Postharvest rind staining in Navel oranges is aggravated by changes in storage relative humidity: effect on respiration, ethylene production and water potential. *Postharvest Biology and Technology*, 28(1), 143-152.
- Aung, L.H., Harris, C.M., Rij, R.E. & Brown, J.W. (1996). Postharvest storage temperature and film wrap effects on quality of chayote, *Sechium edule* Sw. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 71(2), 297-304.
- Cadena-Iñiguez, J., Arévalo-Galarza, L., Ruiz-Posadas, L.M., Aguirre-Medina, J.F., Soto-Hernández, M., Luna-Cavazos, M. & Zavaleta-Mancera, H.A. (2006). Quality evaluation and influence of 1-MCP on *Sechium edule* (Jacq.) Sw. fruit during postharvest. *Postharvest Biology and Technology*, 40(2), 170-176.
- Ocampo, J. (2003). Determinación de la vida de anaquel del café soluble elaborado por la empresa de Café S.A. y evaluación del tipo de empaque en la conservación del producto. (Tesis de Grado), Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Orea, C.D. & Engleman, E.M. (1983). Anatomía de la Testa de *Sechium edule*. *Revista Chapingo*, 39, 27-30.
- Salinas, H.R.M, González, A.G.A, Pirovani, M.E. & Uñin, M.F. (2007). Modelación del deterioro de productos frescos cortados. *Universidad y Ciencia*, 23(2),183-196.

