

# Calidad y vida de anaquel de mango (*Mangifera indica* L.) bajo tratamiento hidrotérmico: Efecto del tipo de cera de recubrimiento y el calibre del fruto

## Quality and shelf life of mango (*Mangifera indica* L.) under hydrothermal treatment: Effects of wax coating and the caliber of fruit

Walberto Alberca-Meza<sup>1</sup>; Carlos Enrique San Martín-Zapata<sup>2</sup>; Luis Conrado Guzmán-Farfán<sup>2</sup>  
Arturo Adolfo Arbulú-Zuazo<sup>3\*</sup>; Néstor Ramón Mogollón-Purizaga<sup>4</sup>

- 1 Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA). Zona Industrial, Mz. 217 lote 3, Intersección del Jr. D y Jr. 2. Piura. Piura. Perú. 20007
- 2 Facultad Agronomía. Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú. Ciudad Universitaria Urb. Miraflores S/N. Castilla. Piura. Perú
- 3 Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Agroindustrial Piura (CITE Agroindustrial Piura) Piura, Perú. Calle Ramón Mugica N°131. Of. Q 209. Urb. San Eduardo I Etapa. Piura. Piura. Perú
- 4 International Adventist Development Relief Agency (ADRA International, USA) 10310 College Square, Columbia MD 21044. USA.

\* Autor corresponsal: [arturo.arbulu@citeagropiura.org](mailto:arturo.arbulu@citeagropiura.org) (A. A. Arbulú-Zuazo).

ORCID de Autores:

W. Alberca-Meza: <https://orcid.org/0009-0008-4226-1504>

C. San Martín-Zapata: <https://orcid.org/0000-0002-3861-8119>

L. Guzmán-Farfán: <https://orcid.org/0000-0002-2780-571X>

A. Arbulú Zuazo: <https://orcid.org/0000-0002-5541-0416>

N. Mogollón-Purizaga: <https://orcid.org/0009-0000-7989-4841>

### RESUMEN

Extender la vida de anaquel y mantener la calidad del mango es de gran importancia para la exportación y para alcanzar mercados de Estados Unidos de Norteamérica, Europa o Asia. El objetivo principal de la investigación fue: Evaluar el efecto del encerado y el calibre sobre la calidad y vida de anaquel de frutos de mango "Kent". Los frutos se sometieron a tratamiento hidrotérmico a 46,1°C (115 °F) por 90 minutos. Se evaluó las ceras ECOWAX EXPORT MG UE, CITRASHINE EU 3, Cera DECCO LUSTR 631 y un control sin cera; y los calibres evaluados fueron: 6, 7, 8 y 9. Los frutos tratados y no tratados se almacenaron a 9°C. Se aplicó el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). En los resultados la aplicación de cera DECCO LUSTR 631 mantuvo la calidad de los frutos, la pérdida de peso fue menor con 4,34% y la firmeza de los frutos fue mayor con 8,06 kgf, a los 42 días del almacenamiento. La vida de anaquel de frutos encerados fue conservada y prolongada por 42 días a 9 °C.

**Palabras claves:** calibre; encerado; frutos de mango; tratamiento hidrotérmico.

### ABSTRACT

To extend the shelf life and maintain the quality of mango is the great importance for exportation to reach markets of USA, Europe or Asia hence the main objective was to evaluate the effects of waxing and caliber on the quality and shelf life of "Kent" mango fruits. The fruits were subjected to hydrothermal treatment at 46.1°C (115°F) for 90 minutes. Waxing factor with the levels ECOWAX export MG UE, CITRASHINE EU 3, DECCO LUSTR 631 and a control without wax; the calibers were: 6, 7, 8 and 9. The treated and not treated fruits were storage at 9°C. It was applied a Complete randomized block design (BCA). In the results the application of DECCO LUSTR 631 wax maintained the quality of fruits, since the weight loss was lower with 4.34%, and the firmness of the fruits was greater registering 8.06 kgf 42 days after storage. The shelf life of waxed fruits was conserved and prolonged by 42 days at 9 °C.

**Keywords:** Caliber; waxed; mango fruits; hydrothermal treatment.

Recibido: 04-11-2024.

Aceptado: 02-03-2025.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## INTRODUCCIÓN

El mango es un fruto climatérico, que continúa sus procesos metabólicos aun después de haber sido cosechado; donde las enzimas y la temperatura de almacenamiento influyen en la vida de anaquel de esta fruta. Debido a los climas favorables una gran cantidad de mango es producido cada año, sin embargo, una gran proporción de esta fruta se malogra por la falta de una infraestructura de almacenamiento propia y de mercadeo. Por consiguiente, medidas adecuadas deben ser tomadas para prolongar la vida útil de anaquel del mango, siendo el almacenamiento esencial para extender el período de consumo de los frutos, regulando la provisión al mercado y también para el transporte a grandes distancias. La vida útil de anaquel puede ser extendida por pre enfriamiento, tratamientos químicos, bajas temperaturas, diferentes extractos vegetales, recubiertas de ceras y otros (Kumar et al., 2023; Nguyen et al., 2023; Javed et al., 2022; Abdel-Salam, 2021; Tavassoli-Kafrani, 2020). El uso de recubrimientos céreos los cuales existen en el mercado a disposición de los empacadores disminuye la tasa de respiración la cual es un indicador de la actividad metabólica y esta nos conduce a la madurez, por lo tanto, de utilizarse ceras y polímeros se mejorarán las condiciones de almacenaje y comercialización de este fruto (Wang et al., 2023; Weerasinghe et al., 2020; Hasan et al., 2020).

El encerado ha sido reportado por dilatar la maduración, reducir la pérdida de agua, como protector de heridas sobre la superficie del fruto, mejora la calidad y extiende la vida de anaquel del fruto. Además, el encerado y los materiales usados alteran significativamente la permeabilidad de la piel a los gases, se reduce el oxígeno y se incrementa el dióxido de carbono, generándose una atmósfera modificada y alcanzándose algunos beneficios (Kumar et al., 2023; Mohamed & Abu-Goukh, 2003). La eficacia del encerado para extender la vida de anaquel está basada en la modificación de las condiciones internas de la

atmósfera de los frutos durante el almacenamiento. El encerado es aplicado, ya sea por "spray", con brocha o inmersión de los frutos en soluciones. Las ceras una vez que se secan sobre la superficie forman una película fina, la cual crea un medio ambiente modificado, limitando la pérdida de vapor de agua al ambiente por el bloqueo de las lenticelas, provocando un medio ambiente interno saturado y regulando el intercambio gaseoso dentro y fuera del fruto (Maina et al., 2018).

En los últimos diecisiete años, según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2017) las exportaciones peruanas de mango muestran un comportamiento muy dinámico, con tasas anuales de un 12,6% al mundo, 17,6% a la Unión Europea, 22,3% a los Países Bajos y 7,2% a los Estados Unidos por lo cual el Perú se ha constituido en el cuarto país exportador en importancia en el mercado mundial desplazando a Brasil y esperando que al 2021 se deba igualar el volumen exportado por Tailandia y la India; se hace necesario realizar investigaciones en torno al manejo post cosecha de este producto con la finalidad de obtener nuevas alternativas que ayuden a mejorar la competitividad en el mercado; por lo que la información a obtener en esta investigación constituirá un aporte importante principalmente para las empresas agroexportadoras que desarrollan esta actividad dentro de la región Piura, así como para profesionales y técnicos.

Considerando las pérdidas de peso por deshidratación y demás pérdidas nutricionales, así como de apariencia a las que se enfrentan los frutos entre el momento de su recolección hasta su consumo final; se realizó esta investigación con el objetivo principal de determinar el efecto de tres recubiertas a base de ceras y cuatro calibres o tamaños de frutos de mango sobre el comportamiento de algunos parámetros de calidad tales como pérdida de peso, firmeza, grados brix, acidez y vitamina C, durante la vida de anaquel y sometidos previamente a tratamiento hidrotérmico durante 90 min.

## METODOLOGÍA

### Materia prima

Se obtuvieron frutos de mango (*Mangifera indica* L.) cv. "Kent" en estado de madurez fisiológica provenientes de una la parcela que recibe asistencia técnica de la empresa BIOFRUIT SA, ubicada en el sector Hualtaco III, Tambogrande, Piura. Los frutos tenían lenticelas amarillentas con hombros bien formados y 50% de chapa púrpura sin daños mecánicos.

### Actividades y procedimientos

Las principales actividades y procedimientos se muestran en la Figura 1.

### Recepción del mango

Luego de la cosecha en el campo, se seleccionaron 30 jabas que fueron transportados hasta el local de la empresa BIOFRUIT SA donde se hizo la recepción de los frutos de mango para iniciar los procedimientos de la investigación.

### Lavado, desinfección y calibrado de la fruta

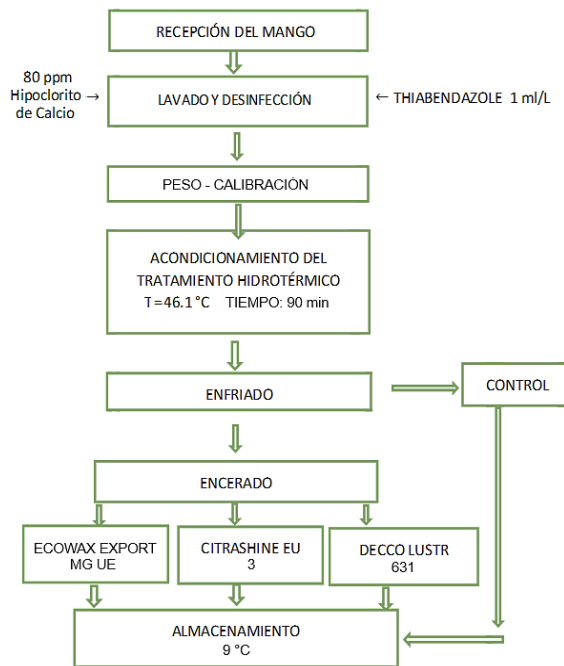
Se realizó este proceso utilizando la tina de lavado la cual estuvo dosificada con hipoclorito de calcio a una concentración de 80 ppm, continuándose el proceso pasando por el escobillado y un aspersor que aplicó el fungicida THIABENDAZOLE a una dosis de 1 ml/litro de agua.

El calibrado se realizó separando los frutos en función a su tamaño y su peso de acuerdo con la cartilla de pesos utilizada por BIOFRUIT SA durante la campaña 2015-2016.

### Tratamiento hidrotérmico

Con las muestras plenamente identificadas se procedió a la inmersión de la fruta en un tanque de acero inoxidable (construcción propia). La fruta debe estar sumergida al menos 4 pulgadas (10,2 cm) en agua caliente regulable a la temperatura de 46,1 °C (115 °F). El termómetro fue calibrado en

Estados Unidos con precisión a 0,1 °F (0 °C) y cubrirá un rango entre 113 °F y 118 °F (45 °C a 47,8 °C) aprobados por APHIS y con funcionamiento mediante el Software del proveedor CONTECH, en el área de tratamiento hidrotérmico de BIOFRUIT SA, certificada por SENASA y APHIS para exportación de mango fresco a Estados Unidos, el mismo que duró 90 minutos según lo exige el protocolo de cuarentena vegetal para exportar mango fresco a EE. UU (SENASA, 2010). Después de retirar la fruta del tratamiento hidrotérmico se dejó enfriar por un periodo de seis horas para aplicar luego el encerado.



**Figura 1.** Diagrama de flujo para tratamiento hidrotérmico y encerado de frutos de mango.

#### Aplicación del encerado

Se procedió a separar y colocar en una parihuela las unidades experimentales que corresponden al tratamiento testigo; al mismo que no se le aplicó

ningún tipo de cera dejando de esta manera lista esta fruta para ser llevada a la cámara de frío para su conservación, donde la temperatura se mantuvo a 9 °C en promedio.

Los tres tipos de cera utilizados son recubrimientos preparados y listos para ser aplicados sin necesidad de ser diluidos o mezclados con otros productos; por lo tanto se agregó la cera al 100% en un depósito el cual fue adaptado a la enceradora mecánica y eléctrica que utiliza BIOFRUIT SA. Seguidamente se empezó a introducir la fruta en la tina que finalmente mediante rodillos de escobillas giratorias hacen avanzar a la fruta de manera homogénea y fue pasando por el aspersor encargado de aplicar la cera que fue adicionada.

Se empezó la aplicación con el depósito que contenía la cera ECOWAX EXPORT MG UE; al terminar de encerar toda la fruta correspondiente a este tratamiento se recogió en jabs y se ubicaron en la misma parihuela en la que se colocó el testigo para ser llevada a cámara de almacenamiento. De esta forma se procedió a continuar con la cera CITRASHINE EU3 siguiendo el mismo procedimiento y finalmente con la cera DECCO LUSTR 631 de la misma manera.

#### Traslado a cámara de almacenamiento

Todos los tratamientos plenamente identificados se colocaron en una sola parihuela y llevados finalmente a la cámara de almacenamiento a 9 °C donde permanecieron para sus evaluaciones respectivas hasta el final del experimento.

#### Planeamiento estadístico

Los frutos seleccionados se estudiaron en dos factores y su interacción, correspondiendo un factor a tres tipos de cera a base de carnauba (E<sub>1</sub>) ECOWAX EXPORT MG UE, (E<sub>2</sub>) CITRASHINE EU 3 y (E<sub>3</sub>) DECCO LUSTR 631, mas (E<sub>0</sub>) Control sin cera. El otro factor fue el calibre de los frutos en cuatro tamaños: (C<sub>1</sub>) Calibre 6 (646 a 720 g), (C<sub>2</sub>) Calibre 7 (551 a 645 g), (C<sub>3</sub>) Calibre 8 (481 a 550 g) y (C<sub>4</sub>) Calibre 9 (426 a 480 g) (BIOFRUIT SA, 2015). Las características y composición de las ceras se observan en la Tabla 1.

**Tabla 1**

Características y Composición de las ceras empleadas

Características de las soluciones	Cera ECOWAX EXPORT MG UE (ECOWAX, 2024)	Cera DECCO LUSTR 631 (CORPORACIÓN LITEC, 2017)	Cera CITRASHINE EU 3 (CORPORACIÓN LITEC, 2017)
Ingrediente Activo	Carnauba (E-903)	Carnauba (E-903), Goma laca (E-904) ....21% p/v (180 g/L)	Ceras de Polietileno oxidado (E-914), Goma laca (E-904). 18% p/v (180 g/L)
Otros	Ácidos grasos, agentes humectantes de calidad alimentaria, hidróxido de amonio y antiespumante siliconado.		
Fisicoquímicas		pH: 10-11, Materia no volátil: 21,5%±0,5%(p/v), Viscosidad: 3-6 cps@ 21 °C	pH: 9-11, Materia no volátil: 17-18,9% (p/v)
Formulación	Emulsión orgánica	Emulsión orgánica	Emulsión aceite en agua (EW)
Control Deshidratación	SI	SI	SI
Brillo	Natural	Natural	Alto
Compatibilidad con fungicidas	SI	SI	SI
Certificación orgánica	SI	SI	SI

### Diseño experimental

Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), en arreglo factorial 4x4 con cuatro repeticiones, con un total de 16 tratamientos. Cada unidad experimental estuvo conformada por una jaba de 15 frutos de mango. De cada jaba se seleccionaron tres frutos, que fueron pesados todas las semanas por siete semanas, y en cada semana se tomó un fruto de mango al azar. Se tuvieron un total de 64 unidades experimentales de 15 frutos cada una, es decir 960 frutos en total, los cuales estuvieron plenamente identificados para sus respectivas evaluaciones.

### Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, se ha empleado InfoStat de la plataforma Windows, que realiza estadísticas descriptivas y gráficos para análisis exploratorios, como métodos avanzados de modelación estadística y análisis multivariado. Se realizó los análisis de varianza y la prueba comparativa de promedios de Duncan ( $p < 0,05$ ).

### Determinaciones experimentales

Las determinaciones se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Productos Agrícolas del Departamento de Agronomía y Fitotecnia de la Universidad Nacional de Piura. Las evaluaciones se efectuaron desde el inicio de la aplicación de los tratamientos, con una frecuencia de 7 días hasta completar 42 días después del encerado.

### Pérdida de peso de fruto

Los frutos se pesaron utilizando una Balanza digital industrial modelo CAS SW-II Certificada 3 kg Balanzas básculas Baxtran - España. Los resultados se expresaron como pérdida de peso en cada momento de evaluación con respecto al peso inicial del fruto.

### Grados brix (°Brix)

Los frutos fueron cortados para extraer de la pulpa dos gotas de jugo y colocarlas en el refractómetro modelo ATC (0-32 °Brix) USA y hacer las lecturas de contenido de °Brix.

### Porcentaje de acidez

Se utilizó el método de valoración colorimétrica (Toledo, 2025); a 10 g de pulpa licuada en 50 ml de agua destilada se le agregó 3 gotas de fenoltaleína como indicador, luego se tomó una alícuota de 10 ml de la mezcla para posteriormente hacer titulación con NaOH (0,1 N) hasta el viraje de color a rojo grosella. Se registró el gasto de NaOH (0,1 N). Los resultados se expresaron en % de acidez total.

$$\%acidez = (0,0064) (\text{gasto de NaOH } 0,1N) / (10 \text{ ml}) \times 100$$

### Vitamina C

Se determinó mediante titulación utilizando Iodo 0,1 N (Day & Underwood, 1989). Se tomó 10 ml de jugo del fruto y se mezcló con almidón; luego se añadió gota a gota Lugol (solución de yoduro potásico) y con el volumen gastado de lugol se calculó la vitamina C de la muestra. Los resultados se expresaron en mg de ácido ascórbico/100 cc de jugo de mango.

### Firmeza o dureza de la pulpa

Se determinó con el uso del penetrómetro modelo FT 327. USA, mediante medición directa y los resultados se expresaron en kgf.

### Estimación de la Vida de Anaquel

Se tomó como base las características fisicoquímicas, así como el estado de los frutos para mantener una comercialización óptima y una calidad alimenticia de los frutos. Se hizo el conteo de los días requeridos hasta que el fruto tenga aceptabilidad comercial.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Pérdida de peso de fruto

Los resultados de los análisis de varianza para las evaluaciones realizadas indicaron alta significación al nivel 0,01 para los factores estudiados, calibres y encerados, pero la interacción de ambos no alcanzó significación lo que indica que los factores actuaron de manera independiente y los coeficientes de varianza oscilaron entre 13,42% y 16,55%. Las

pruebas de Duncan 0,05 realizadas (Tabla 2) presentan los resultados en cuanto al factor calibre, apreciándose que los calibres 8 (481 - 545 g) y 9 (426 - 480 g) reportaron las menores pérdidas de peso de los frutos de mango, desde los 7 días hasta los 42 días del almacenamiento, superando estadísticamente a las pérdidas de pesos obtenidos por los demás calibres.

**Tabla 2**

Efecto de los calibres y encerado en frutos de mango "Kent" sobre la pérdida de peso (g) durante el almacenamiento

CALIBRE	EVALUACIÓN						Pérdida (42d) (%)
	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	
Calibre - 6 (646 - 700)	16,73±1,19 b	21,11±1,44 b	24,88±1,94 c	27,93±2,26 b	32,13±2,32 b	34,30±2,26 b	5,12
Calibre - 7 (546 - 645)	15,92±1,06 b	20,20±1,38 b	23,87±1,87 c	27,14±2,20 b	30,94±2,23 b	33,06±2,17 b	5,51
Calibre - 8 (481 - 545)	13,31±0,89 a	16,90±1,15 a	20,86±1,63 b	22,87±1,85 a	26,36±1,90 a	28,02±1,84 a	5,36
Calibre - 9 (426 - 480)	12,04±0,81 a	15,40±1,05 a	17,91±1,40 a	22,04±1,79 a	24,16±1,74 a	25,83±1,69 a	5,69
ENCERADOS	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	Pérdida (42 d) (%)
E <sub>0</sub>	18,97±1,27 c	25,30±1,73 c	30,52±2,38 b	35,56±2,88 c	41,90±3,02 c	44,86±2,94 b	7,95
E <sub>1</sub>	14,09±0,94 b	17,40±1,19 b	20,01±1,51 a	23,77±1,82 b	25,71±1,85 b	26,88±1,76 a	4,81
E <sub>2</sub>	12,84±0,86 ab	15,80±1,08 ab	18,53±1,45 a	20,75±1,68 a	23,48±1,69 ab	25,08±1,64 a	4,45
E <sub>3</sub>	12,11±0,80 a	15,10±1,03 a	18,46±1,44 a	19,89±1,61 a	22,50±1,62 a	24,47±1,60 a	4,34
CV (%)	13,65	13,96	15,95	16,55	14,74	13,42	

Nota: Promedios que tienen la misma letra son iguales estadísticamente, caso contrario son diferentes. Duncan ( $p < 0,05$ ) ( $n = 16$ )  $\sigma x$  = error estándar.

Sin embargo, es preciso anotar que expresado en porcentaje la pérdida de peso total a los 42 días del almacenamiento, el calibre 9 (426 - 480 g) que es la fruta más pequeña alcanzó el valor de 5,69% superior a los frutos de mayor tamaño o peso. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Díaz-Pérez et al. (2006) que trabajando con frutos de pimiento encontraron que la pérdida de peso disminuye con el incremento del tamaño del fruto y que esto es debido a que la pérdida de agua ocurre a través de los estomas, lenticelas y cutícula del fruto. Ahmed et al. (2019) sostienen que los frutos más grandes de mango en refrigeración mejoran la calidad y la vida de anaquel, comparado a los frutos pequeños, y encontraron alta significación estadística para tamaño del fruto sobre la pérdida de peso durante el almacenamiento a los 16 días y manifiestan que este efecto significativo podría atribuirse a la pérdida de gran cantidad de agua, al flujo de látex y al ritmo respiratorio y de transpiración de los frutos pequeños.

Además, las pérdidas de peso que se obtuvieron en el experimento son mayores en las dos primeras evaluaciones, y posteriormente continúan, pero en una menor magnitud. En promedio, estas pérdidas fueron del orden del 5,42%.

Cuando se analizan los datos de la pérdida de peso de frutos, para el factor encerado (Tabla 2), en todas las evaluaciones se detectaron diferencias estadísticas significativas, siendo las pérdidas mayores en el tratamiento testigo (E<sub>0</sub>), que no recibió ningún tipo de cera, 7,95% a los 42 días de almacenamiento, pues al no tener los frutos de mango, un protector, la disminución del peso serán mayores, que si estuvieran protegidos. Osuna et al. (2005) reportó que los frutos no tratados pierden 37% más de su peso que los tratados.

En los tratamientos de encerado, las pérdidas de peso fueron menores, desde E<sub>1</sub>, cuando se aplicó ECOWAX EXPORT MG UE, que registró 4,81%, luego aparece el E<sub>2</sub> (CITRASHINE EU 3), con una pérdida de 4,45%, y finalmente aparece E<sub>3</sub> (DECCO LUSTR 631), con el menor valor de pérdida de peso (4,34%), sin diferencias entre ellos, pero superando estadísticamente al testigo. Estos resultados confirman lo indicado por Baldwin et al. (1999) y Wang et al. (2023), quienes señalan, que el uso de emulsiones de ceras naturales disminuye las pérdidas de agua por transpiración. Además, los resultados son similares con los reportados por otros investigadores (Maina et al., 2019; Weerasinghe et al., 2020; Wang et al., 2023) que reportaron pérdida de peso de 4,5% en el día 10, 7,8% en el día 20, y 10,45% en el día 40, respectivamente. PORTALFRUTICOLA (2016) en sus resultados indicaron que al día 35, los mangos sin tratamiento habían perdido el 10,5% de su peso y los mangos que fueron tratados con la solución de Concervol Nature-2 solo perdieron el 8,17% de su peso. Velasco-Ulloa et al. (2012) reportaron que el tratamiento de cera redujo 1,4 veces la pérdida de peso en mangos "Keitt" almacenados 6 días a 20 °C y en "Tommy Atkins" a los 14 días hay reducción de pérdida de presión de agua de 1,08 veces. Muy et al. (2009) reportaron en mangos "Ataulfo" una pérdida de peso superior a 8,5% durante el

almacenamiento. Por su parte Baldwin et al. (1999) no observaron una clara diferencia entre mangos "Tommy Atkins" tratados con Nature-Seal® y los frutos testigo. La pérdida fisiológica de peso se asocia principalmente a la transpiración y es propia de cada vegetal y la velocidad de la pérdida de agua depende del gradiente de presión entre el tejido de la fruta, la atmósfera circundante y la temperatura de almacenamiento. Diferencias de presión de vapor baja entre la fruta y su ambiente externo y temperatura de refrigeración son las condiciones más recomendables para el almacenamiento de las frutas, entre ellas el mango (Estrada-Mesa et al., 2015). Por su parte Javed et al. (2022) reportó pérdida de peso de 8,45% al día 21 con un tratamiento de los frutos en agua caliente a 48 °C por 60 minutos y luego almacenados en refrigeración a 12 °C. Las mayores pérdidas del peso en el experimento ocurrieron durante las dos primeras evaluaciones, y posteriormente continúan, pero en una menor magnitud. La aplicación de cera de abejas y Chitosán al 2% redujo significativamente la pérdida de peso (%) en frutos de mango (Eshetu et al., 2019). Tavassoli-Kafrani et al. (2020) encontró que el Chitosán redujo la pérdida de peso, y la cera carnauba redujo drásticamente la pérdida de peso por 19 días a 21 °C, significativamente comparado con *Aloe vera* (14,5 días), Semperfresh (14,4 días) y el control (12 días).

#### Grados BRIX

No hubo significación estadística para el factor calibre en todas las evaluaciones, pero si hubo alta significación para el factor encerado al 0,01. La interacción de estos factores no fue significativa en las evaluaciones, y cuyos coeficientes de variabilidad variaron entre 0,89% a 3,74%.

Los calibres no afectaron estadísticamente a los calibres (Tabla 3), sin embargo, los sólidos solubles totales se incrementaron fuertemente a los 7 días para posteriormente disminuir el incremento desde los 14 días hasta los 42 días en que el calibre 6 (646-700 g) con 15,27 °Brix supera estadísticamente al calibre 9 (426 - 480 g) que presentó 15,83 °Brix. De otro lado, la Tabla 3, muestra los resultados del efecto de encerado sobre los grados Brix, que indicaron que existen altas diferencias estadísticas entre los tratamientos de encerados, con la excepción de la evaluación Inicial, donde no se reportó diferencias estadísticas.

En los registros mostrados, se aprecia que el tratamiento testigo o sin encerar registró los mayores valores de azúcares totales, desde los 14 días hasta los 42 días.

En los tratamientos de encerados, los mayores valores de grados brix se presentaron cuando se utilizó la cera ECOWAX EXPORT MG UE en las primeras evaluaciones hasta los 28 días, sin embargo, a los 35 y 42 días, reporta los datos más bajos de grados brix; la cera CITRASHINE EU 3, presentó el más alto valor de azúcares totales (15,66 °Brix) comparado con los obtenidos por la cera ECOWAX EXPORT MG UE y la cera DECCO LUSTR 631 que reportaron 14,21 °Brix y 15,11 °Brix respectivamente.



**Tabla 3**  
Efecto de los calibres y encerado en frutos de mango “Kent” sobre el grado Brix durante el almacenamiento

CALIBRE	EVALUACIÓN							Incremento total °Brix
	0 días	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	
Calibre - 6 (646 - 700)	6,95±0,08 a	11,80±0,21 a	13,36±0,11ab	14,15±0,06 a	14,83±0,17 a	15,18±0,26ab	15,27±0,27 a	8,32
Calibre - 7 (546 - 645)	6,91±0,08 a	11,96±0,21 a	13,28±0,10 a	14,15±0,06 a	14,71±0,17 a	15,16±0,26 a	15,49±0,28 ab	8,58
Calibre - 8 (481 - 545)	6,93±0,08 a	12,09±0,22 a	13,44±0,11 b	14,18±0,06 a	14,81±0,17 a	15,59±0,27 b	15,68±0,28 ab	8,75
Calibre - 9 (426 - 480)	6,91±0,08 a	11,98±0,22 a	13,30±0,10 ab	14,21±0,06 a	14,92±0,17 a	15,39±0,27 ab	15,83±0,29 b	8,92
ENCERADO	0 días	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	Incremento total °Brix
E <sub>0</sub>	6,90±0,08 a	11,91±0,21 a	13,82±0,11 b	14,75±0,06 d	15,49±0,18 c	16,36±0,28 c	17,28±0,31 d	10,38
E <sub>1</sub>	6,93±0,08 a	12,48±0,22 b	13,80±0,11 b	14,45±0,06 c	14,95±0,17 b	14,62±0,25 a	14,21±0,26 a	7,28
E <sub>2</sub>	6,97±0,08 a	11,87±0,21 a	12,87±0,10 a	13,66±0,05 a	14,13±0,16 a	15,43±0,26 b	15,66±0,28 c	8,69
E <sub>3</sub>	6,91±0,08 a	11,61±0,20 a	12,89±0,10 a	13,83±0,06 b	14,71±0,16 b	14,92±0,25 a	15,11±0,27 b	8,20
CV (%)	2,46	3,68	1,64	0,89	2,40	3,54	3,74	

Nota: Promedios que tienen la misma letra son iguales estadísticamente, caso contrario son diferentes. Duncan (p < 0,05) (n = 16) σx = error estándar.

Los mayores incrementos del azúcar total ocurrieron hasta los 14 días, resultados que concuerdan con lo afirmado por Pérez-Ribero et al. (2003) y Estrada-Mesa et al. (2015) que trabajando con mango encontraron que los Sólidos Solubles Totales (SST) se incrementaron de forma brusca por todos los tratamientos hasta el sexto día. Este comportamiento se debe a que los carbohidratos, principales constituyentes químicos de las frutas tropicales se incrementan durante el almacenamiento debido a la generación de sacarosa y otros carbohidratos a partir de la reserva de almidón con participación de enzimas amilasas, resultado significativo en el tiempo de almacenamiento para la conservación de la fruta de mango (Estrada-Mesa et al., 2015). Ali et al. (2022) reportaron un incremento rápido al inicio en los sólidos solubles totales en frutos de banana y luego disminuyen fuertemente a través del período de almacenamiento con las más altas fluctuaciones, debido a la descomposición de las sustancias macromoleculares, tales como el almidón, en sustancias moleculares pequeñas por la respiración que aumenta los sólidos solubles totales. Sin embargo, Osuna-García et al. (2005) en su investigación encontraron que no se afectó los sólidos solubles, no existió diferencias entre los frutos tratados y los

no tratados. Eshetu et al. (2019) reportaron que los sólidos solubles totales se redujeron significativamente.

Estos valores obtenidos para los grados Brix están a los 42 días de almacenamiento dentro de los niveles exigidos para el mango “Kent” que es de 18,8 °Brix (Tuisima-Coral & Escobar-García, 2021). Por otro lado, Hasan et al. (2020) reportó un total de sólidos solubles de 14,67% en frutos con recubrimiento de Chitosán al 2% a los 8 días del almacenamiento, que se incrementó con el tiempo. Kumar et al. (2023) reportó 10,48 °Brix para mangos tratados con Goma Xantana a los 15 días.

**Acidez**

Los análisis de varianza efectuados indicaron que no hubo significación para el calibre en todas las evaluaciones, en cambio, el factor encerado solo fue significativo a los 35 y 42 días de almacenamiento. La interacción de los factores no alcanzó significación y los coeficientes de variación oscilaron entre 10,46% a 16,65%.

En la Tabla 4 se observa la no significancia de los calibres sobre la acidez, existiendo una ligera predominancia a mostrar los menores registros de acidez, para el calibre-9 (426 - 480 g), que son los mangos de menor tamaño.

**Tabla 4**  
Efecto de los calibres y encerado en frutos de mango “Kent” sobre la acidez (%) durante el almacenamiento

CALIBRE	EVALUACIÓN							Variación Acidez(%)
	0 días	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	
Calibre - 6 (646 - 700)	0,126±0,007a	0,124±0,010a	0,754±0,056ab	0,776±0,044a	0,445±0,027a	0,469±0,034a	0,457±0,023a	0,331
Calibre - 7 (546 - 645)	0,121±0,007a	0,123±0,009a	0,764±0,057ab	0,806±0,049a	0,449±0,027a	0,443±0,032a	0,426±0,021a	0,305
Calibre - 8 (481 - 545)	0,122±0,007a	0,132±0,010a	0,792±0,059 b	0,745±0,045a	0,465±0,028a	0,464±0,034a	0,444±0,022a	0,322
Calibre - 9 (426 - 480)	0,124±0,007a	0,126±0,010a	0,702±0,052 a	0,765±0,046a	0,449±0,027a	0,441±0,032a	0,426±0,021a	0,302
ENCERADOS	0 días	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	Variación Acidez (%)
E <sub>0</sub>	0,128±0,007a	0,133±0,010a	0,779±0,058a	0,793±0,048a	0,464±0,028a	0,488±0,035 b	0,475±0,024b	0,347
E <sub>1</sub>	0,119±0,006a	0,123±0,010a	0,742±0,055a	0,774±0,047a	0,435±0,026a	0,474±0,034 b	0,431±0,022a	0,312
E <sub>2</sub>	0,122±0,007a	0,131±0,010a	0,748±0,056a	0,774±0,047a	0,436±0,026a	0,440±0,032ab	0,432±0,022a	0,310
E <sub>3</sub>	0,123±0,007a	0,119±0,009a	0,743±0,056a	0,750±0,045a	0,472±0,029a	0,415±0,030 a	0,416±0,021a	0,293
	11,78	16,55	15,37	12,48	12,52	14,94	10,46	

Nota: Promedios que tienen la misma letra son iguales estadísticamente, caso contrario son diferentes. Duncan (p < 0,05). (n = 16) σx = error estándar.

En los tratamientos de encerados aplicados al mango variedad "Kent", Tabla 4, se detectó significación estadística entre ellos, a los 35 y 42 días, más no en las primeras evaluaciones. Tanto los frutos tratados como el testigo (control) incrementaron la acidez titulable hasta los 21 días y luego disminuye levemente este incremento de manera sostenida hasta los 42 días del almacenamiento esto debido al efecto de concentración sobre la pérdida de humedad de la pulpa del fruto (Nguyen et al., 2023). Esto concuerda por lo obtenido por Pérez-Ribero et al. (2003) que menciona que estos cambios están estrechamente asociados al proceso de maduración de los frutos, debido al incremento en la división de la enzima Citrato en el ciclo del ácido cítrico (CAC) durante la maduración pues se considera que esta enzima es probablemente responsable de la reducción de la acidez durante la maduración. García-Robles et al. (2018) mencionan que hay una disminución de la acidez titulable en 8,51 veces con el uso de la cera seguido del tratamiento de 1-Metilciclopropeno (1-MCP) y el testigo. Por otro lado, Muy et al. (2009) en acidez titulable observaron una disminución de 2,3 a 0,56% de ácido cítrico, donde los frutos tratados con 1-MCP 800 nl. L<sup>-1</sup> con y sin PC (Película comestible) mantuvieron estadísticamente ( $p \leq 0,05$ ) la mayor acidez con respecto al resto de los frutos, sin que hubiera diferencia entre ellos. Este comportamiento posiblemente se deba a un retraso ligero en la actividad metabólica relacionada con la velocidad de maduración de los frutos por efecto del 1-MCP. La aplicación de cera de abejas y Chitosán al 2% redujo drásticamente la pérdida de acidez titulable (Eshetu et al., 2019). Otros investigadores reportaron una disminución de la acidez con el uso de Chitosán al 2%, Goma Arábica al 10% y *Aloe vera* gel al 50% comparados con el testigo (Abd El-Gawad et al., 2019).

### Vitamina C

Los análisis de varianza para el factor calibre encontraron significación estadística solo a los 28 días de almacenamiento, y para el factor encerado no hubo significación en las evaluaciones, y tampoco se encontró significación en la interacción de los factores estudiados, alcanzándose coefi-

cientes de variación que oscilaron entre 13,19% a 20,62%.

Los resultados del efecto de los calibres sobre la vitamina "C", Tabla 5, no detectaron significación estadística en las evaluaciones efectuadas. No existe un patrón de respuesta de los calibres con respecto a la vitamina "C" y por consiguiente el calibre no ha tenido influencia sobre este parámetro.

El mayor valor de vitamina "C", fue de 7,55 mg de ácido ascórbico, obtenido por el calibre-9 (426-480 g), a los 35 días del período de almacenamiento y el valor más bajo, 4,31 mg de ácido ascórbico, se presentó con el calibre-6 (646-700 g) a los 14 días.

En la Tabla 5 se ratifica lo encontrado en el análisis de varianza donde los tratamientos de encerados y el control no presentaron significación estadística en ninguna de las evaluaciones, solo diferencias numéricas y a los 42 días del almacenamiento la cera ECOWAX MG UE y la cera DECCO LUSTR 631 presentaron los valores más bajos de esta vitamina, 6,78 y 6,96 mg respectivamente. Las ceras estudiadas tienen un efecto antioxidante y minimiza la descomposición enzimática protegiendo la vitamina C de pérdidas (CORPORACIÓN LITEC, 2017; ECOWAX, 2024). Javed et al. (2022) y Nguyen et al. (2023) encontraron que la vitamina C se redujo a los 21 y 28 días del almacenamiento comparado con el inicio.

El mayor valor de vitamina "C" (7,37 mg) del experimento se obtuvo a los 35 días, con la cera DECCO LUSTR 631. Abd El-Gawad et al. (2019) encontraron que los frutos tratados con Chitosán al 2%, Goma Arábica al 10% y *Aloe vera* en gel al 50% incrementaron significativamente la vitamina C en frutos de mango "Alphonse" evaluados por 30 días.

### Firmeza

Para esta característica, los análisis de varianza realizados para el factor calibre encontraron significación al nivel 0.05, solo a los 7 días de almacenamiento. El factor encerado presentó alta significación estadística a partir de los 7 días y hasta los 42 días de almacenamiento. La interacción de los factores no fue significativa y los coeficientes de variación estuvieron entre 5,33 a 10,74%.

**Tabla 5**

Efecto de los calibres y encerado en mango "Kent" sobre la vitamina C (mg de ácido ascórbico) durante el almacenamiento

CALIBRE	EVALUACIÓN							Variación Vitamina C (mg)
	0 días	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	
Calibre - 6 (646 - 700)	4,31±0,418a	5,07±0,431a	4,31±0,511a	6,75±0,682a	6,69±0,432a	7,13±0,470a	6,57±0,482a	2,26
Calibre - 7 (546 - 645)	4,32±0,419a	5,57±0,474a	4,32±0,512a	6,50±0,656a	7,07±0,456a	7,00±0,462a	7,24±0,531a	2,92
Calibre - 8 (481 - 545)	4,38±0,425a	5,39±0,459a	4,38±0,519a	6,61±0,667a	6,80±0,439a	7,13±0,470a	6,90±0,506a	2,52
Calibre - 9 (426 - 480)	4,32±0,419a	5,56±0,473a	4,32±0,512a	6,13±0,619a	6,07±0,392b	7,53±0,497a	7,25±0,532a	2,93
ENCERADOS	0 días	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	Variación Vitamina C (mg)
E <sub>0</sub>	4,13±0,401a	5,57±0,474a	6,90±0,818a	6,86±0,693a	6,52±0,421a	7,25±0,478a	7,03±0,516a	2,90
E <sub>1</sub>	4,57±0,444a	5,37±0,457a	7,30±0,866a	6,24±0,630a	6,63±0,428a	6,90±0,455a	6,78±0,497a	2,21
E <sub>2</sub>	4,01±0,389a	5,34±0,454a	7,22±0,856a	6,49±0,655a	6,97±0,450a	7,27±0,480a	7,19±0,527a	3,18
E <sub>3</sub>	4,61±0,448a	5,30±0,451a	7,35±0,871a	6,40±0,646a	6,51±0,420a	7,37±0,486a	6,96±0,510a	2,35
CV	19,83	17,38	24,21	20,62	13,19	13,48	14,98	

Nota: Promedios que tienen la misma letra son iguales estadísticamente, caso contrario son diferentes. Duncan ( $p < 0,05$ ). (n = 16)  $\sigma_x$  = error estándar.

El efecto de los calibres en la prueba de Duncan 0,05, no encontró significación en las evaluaciones realizadas, Tabla 6, apreciándose que los mangos más pequeños, calibres 8 (481 - 545 g) y 9 (426 - 480 g), obtuvieron los valores más altos de firmeza, que se consideran son los mejores, y solo a los 21 días, el calibre 6 (646 - 700 g), presentó numéricamente el más alto valor de firmeza 9,03 kgf. Se detectó que la disminución de la firmeza es en todas las evaluaciones, presentando el calibre-8 (481 - 545 g) la mayor pérdida total de 10,02 kgf.

En la evaluación de los tratamientos de encerados, Tabla 6, se encontró que la cera DECCO LUSTR 631, con un valor de 8,06 kgf a los 42 días, alcanzó el mayor valor de firmeza seguido de la cera CITRASHINE EU 3 con 7,73 kgf, que superaron significativamente al testigo ( $E_0$ ) que registró 5,94 kgf. Esto confirma que la aplicación de ceras de carnauba y éster de sacarosa mantiene la calidad, contribuyendo a preservar la firmeza, lo que demuestra un retraso del estado de madurez de los frutos, y reduciendo las pérdidas de peso de los frutos de mango en la post cosecha (Pérez-Ribero et al., 2003; Tavassoli-Kafrani et al., 2020). En frutos de mango "Tommy Atkins" Baldwin et al (1999) reportaron que el uso de cera Nature-Seal® y carnauba retrasaron de manera significativa la pérdida de firmeza, esto debido a la retención de agua en los frutos encerados y que se relacionó positivamente con la firmeza. Por su parte Muy et al. (2004) señalaron que los frutos testigo de mango "Keitt" expuestos a altos valores de déficit de presión de vapor perdieron más rápido su firmeza que los frutos encerados y almacenados en condiciones de déficit de presión bajas. La disminución de la firmeza a lo largo de las siete evaluaciones, para cada tratamiento de encerado, demostró que no existe un patrón de respuesta definido, en esta característica. Los frutos tratados con ceras mantienen una firmeza mayor a 12,00 kgf solo hasta los 14 días superando estadísticamente al testigo que estuvo por debajo de este valor. La aplicación de 1-MCP permitió al término del almacenamiento tener hasta 50% más de firmeza con relación a los frutos no tratados que pierden 37% de su peso (Osuna-García et al., 2005). Muy et al. (2009) encontraron que en frutos tratados con 400 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP mantuvieron mayor firmeza en mangos "Ataulfo". Abd El-Gawad et al. (2019) reportaron que los frutos de mango "Alphonse" tratados con Chitosán al 2%, Goma Arábiga al 10% y *Aloe vera* gel al 50% incrementaron significativamente la firmeza del fruto.

Maina et al. (2019) encontraron que los frutos no tratados disminuyeron la firmeza a 14,6 N comparados al promedio de 18,77 N de los frutos tratados con ceras a los 6 días después; similares respuestas encontraron Wang et al. (2023) durante los primeros 4 días de almacenamiento, en el control, donde la firmeza disminuyó fuertemente de 25,47 N a 15,31 N, en relación a la firmeza de los frutos tratados que disminuyó lentamente debido a que la membrana forma un ambiente con bajo oxígeno sobre la superficie del mango inhibiendo la actividad de enzimas tales como la pectinasa y protege la pared celular y otras estructuras de los tejidos del mango manteniendo la firmeza entre 17,62 N y 17,23 N.

### Vida de Anaquel

En la presente investigación una variación significativa fue observada sobre la vida de anaquel del mango influenciada por el uso de las tres ceras (Tabla 7) sobre las características físicas y químicas analizadas en la investigación. La cera DECCO LUSTR 631 seguida por la cera CITRASHINE EU3 significativamente extendieron la vida de anaquel hasta los 42 días, que duró la investigación, acción que fue reforzada por la refrigeración a 9°C en el almacén. La actividad enzimática decrece un 40% de su actividad inicial a los 7 días de almacenamiento a 9 °C y permanece sin cambios significativos durante el resto del almacenamiento a esta temperatura, lo que significa la posibilidad de una inhibición de las enzimas por efecto de la baja temperatura (Nguyen et al 2023). Durante este período de tiempo se ha reducido la pérdida de peso por debajo de 5%, se ha mantenido la firmeza en 8,06 kgf, los grados Brix en 15,11, la acidez en 0,416% y la vitamina C en 6,96 mg. Respuestas similares significativas se han logrado prolongando la vida de anaquel desde los 10 días hasta los 35 días (Kumar et al., 2023; Nguyen et al., 2023; Javed et al., 2022; Abdel-Salam (2021); Tuisima-Coral & Escobar-García (2021); Tavassoli-Kafrani et al., 2020; Weerasinghe et al., 2020; Hasan et al., 2020; Maina et al., 2019; García-Robles et al., 2018). Todos los frutos al final de la investigación, debido al uso de frío en la cámara de conservación, permitieron la aceptabilidad comercial según los resultados de los tratamientos aplicados que llegaron hasta los 42 días, y el tiempo de travesía para Estados Unidos es de 13 días y el de Europa de 21 días lo cual se manifestó mejor con el uso de las ceras DECCO LUSTR 631 y CITRASHINE EU 3.

**Tabla 6**

Efecto de los calibres y encerado en frutos de mango "Kent" sobre la firmeza (kgf) durante el almacenamiento

CALIBRE	EVALUACIÓN							Disminución Firmeza
	0 días	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	
Calibre - 6 (646 - 700)	16,98±0,534a	12,96±0,373b	12,31±0,321a	9,03±0,290a	8,39±0,220a	7,25±0,381a	7,14±0,225a	9,84
Calibre - 7 (546 - 645)	16,63±0,523a	13,29±0,382ab	12,45±0,325a	8,79±0,283a	8,38±0,220a	7,03±0,369a	7,26±0,228a	9,37
Calibre - 8 (481 - 545)	17,21±0,541a	13,68±0,394a	12,49±0,326a	8,89±0,286a	8,46±0,222a	7,22±0,379a	7,19±0,226a	10,02
Calibre - 9 (426 - 480)	17,10±0,537a	13,74±0,395a	12,26±0,320a	8,98±0,289a	8,44±0,222a	7,32±0,385a	7,35±0,231a	9,75
ENCERADOS	0 días	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	Disminución Firmeza
$E_0$	17,52±0,551a	12,54±0,361c	11,89±0,310b	8,31±0,267 c	7,04±0,185b	6,14±0,323c	5,94±0,187c	11,58
$E_1$	16,75±0,526a	13,66±0,393b	12,38±0,323a	8,76±0,282 b	8,95±0,235a	6,84±0,359b	7,21±0,227b	9,54
$E_2$	17,30±0,544a	14,33±0,412a	12,68±0,331a	9,46±0,304 a	8,97±0,236a	8,01±0,421a	7,73±0,243ab	9,57
$E_3$	16,33±0,513b	13,14±0,378b	12,56±0,328a	9,16±0,294ab	8,69±0,228a	7,83±0,412a	8,06±0,253a	8,27
CV (%)	6,42	5,88	5,33	6,57	5,37	10,74	6,43	

Nota: Promedios que tienen la misma letra son iguales estadísticamente, caso contrario son diferentes. Duncan ( $p < 0,05$ ) ( $n = 16$ )  $\sigma x$  = error estándar.



**Tabla 7**

Cambios en las propiedades químicas y físicas durante el almacenamiento del mango encerado cv. "Kent" a 9 °C y sometido previamente a tratamiento hidrotérmico por 90 minutos

Características	MANGO TRATADO									MANGO TESTIGO		
	ECOWAX			CITRASHINE			DECCO LUSTR			Inicio	21 días	42 días
Tiempo de Conservación	Inicio	21 días	42 días	Inicio	21 días	42 días	Inicio	21 días	42 días			
° Brix	6,93	14,45	14,21	6,97	13,66	15,66	6,91	13,83	15,11	6,90	14,75	17,28
Acidez (%)	0,119	0,774	0,431	0,122	0,774	0,432	0,123	0,750	0,416	0,128	0,793	0,475
Vitamina c (mg)	4,57	6,24	6,78	4,01	6,49	7,19	4,61	6,40	6,96	4,13	6,86	7,03
Pérdida de peso (%)	0,0	3,58	4,81	0,0	3,29	4,45	0,0	3,27	4,34	0,0	5,41	7,95
Firmeza (kgf)	16,75	8,76	7,21	17,30	9,46	7,73	16,33	9,16	8,06	17,52	8,31	5,94

## CONCLUSIONES

Los recubrimientos de cera utilizados bajo condiciones de frío prolongaron la vida de anaquel de los frutos de mango durante los 42 días de la investigación.

Las aplicaciones de los diferentes tratamientos de cera contribuyeron a mantener la calidad de los frutos, cuando se aplicó la cera DECCO LUSTR 631, la pérdida de peso alcanzó 4,34% a 42 días después del almacenamiento; seguida del tratamiento con CITRASHINE EU 3 (4,45%). La cera DECCO LUSTR 631 registró la mejor respuesta de firmeza de los frutos con 8,06 kgf a los 42 días del almacenamiento.

La pérdida de peso total tuvo relación inversa con el tamaño y peso del fruto, es decir, frutos más

grandes y pesados (646 - 720 g) pierden menor peso (5,12%) y; viceversa, el calibre de 426 a 480 g perdió en total mayor peso (5,69%).

Las evaluaciones de sólidos solubles totales, porcentaje de acidez y contenido de vitamina C, no tuvieron efecto significativo o su influencia fue mínima.

Recomendamos las aplicaciones de cera fundamentalmente por prolongar la vida de anaquel útil hasta 42 días que permitió la aceptabilidad y comercialización de los frutos. Los nuevos experimentos podrían utilizar otros cultivares y realizar determinaciones de producción de etileno, tasa de respiración (concentración de CO<sub>2</sub>), color interno del fruto y otras determinaciones microbiológicas (daños por pudriciones).

## AGRADECIMIENTOS

A la Empresa BIOFRUIT SA por el apoyo brindado con sus instalaciones y a sus profesionales que brindaron el asesoramiento durante la realización

de la investigación. Al productor señor Efraín Agurto Ruiz por brindar los frutos para la investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd El-Gawad, M. G.; Zaki, Zeinab A., & Ekbal, Z. A. (2019). Effect of some Postharvest treatments on Quality of "Alphonse" Mango Fruits during Cold Storage. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 8(4), 1067-1079. <https://doi.org/10.36632/mejar/2019.8.4.9>
- Abdel-Salam, M. M. (2021). Prolonging the Shelf Life and Marketing Period of Mango Fruit by Using Edible coating and Cold Storage. *Assiut J. Agric. Sci.*, 52(5), 113-129.
- Ahmed, M., Abubakar, M. S., & Muhamman, M. A. (2019). Influence of fruit size on the storability of mango (*Mangifera indica* L.) fruits. *Journal of Postharvest Technology*, 7(2), 44-49.
- Ali, S., Ullah, M. A., Nawaz A., Naz S., Shah, A. A., Gohari, G., & Razzaq K. (2022). Carboxymethyl cellulose coating regulates cell wall polysaccharides disassembly and delays ripening of harvested banana fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 191. <https://doi.org/10.1016/j.postharbio.2022.111978>
- Baldwin, E. A., Burns, J. K., Kazokas, W., Brecht, J. K., Hagenmaier, R. D., Bender, R. J., & Pesis, E. (1999). Effect of two edible coating with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 17(3), 215-226.
- BIOFRUIT S. A. (2015). Calibres y los pesos correspondientes en gramos. En: Rosado Miranda, Miguel Alfonso (2015). Propuesta de Mejora en el Proceso de Empacado de Mangos para Exportación. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima- Perú. p. 70.
- CORPORACION LITEC (2017). Ficha técnica de las ceras CITRASHINE EU 3 y DECCO LUSTR 631; calle Los Aymaras 189 Monterrico, Lima 33-Perú.
- Day, Jr, R. A., & Underwood, A. L. (1989). Química Analítica Cuantitativa. 5ª Edición. Prentice-Hall. México. 776-777.
- Díaz-Pérez, J. C., Muy-Rangel, María D., & Mascorro, A. G. (2006). Fruit size and stage of ripeness affect postharvest water loss in bell pepper fruit (*Capsicum annum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(1), 68-73. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2672>
- ECOWAX (2024). Ceras Vegetales para el tratamiento post cosecha. ECOPROA EIRL. 4 p. <https://www.ecoproa.com>
- Eshetu, A., Ibrahim, A. M., Forsido, S. F., & Kuyu, C. G. (2019) Effect of beeswax and chitosan treatment on quality and shelf life of selected mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Heliyon*, 5, e01116. <https://doi.org/10.1016/heliyon.2018.e01116>
- Estrada-Mesa, E. M., Padilla-Reyes, F., & Márquez-Cardozo, C. J. (2015). Efecto de recubrimientos protectores sobre la calidad del mango (*Mangifera indica* L.) en pos cosecha Revista U.D.C.A. *Actualidad & Divulgación Científica*, 18(1), 181-188. <https://doi.org/10.31910/rudca.v18.n1.2015.468>
- García-Robles, J. M., Mercado-Ruiz, J. N., & Báez-Sañudo, R. (2018). Calidad y vida de anaquel de mango (*Mangifera indica* L.) tratado con 1-MCP y recubrimiento comestible. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(2), 1-10.
- Hasan, Z., Islam, A., Hera, H. R., Morshed, N., & Hassan, K. (2020). Effects of different Coating Materials on Shelf Life and Quality of Mango. *Trends in Horticultural Research*, 10(1), 1-10. <https://doi.org/10.3923/thr.2020.1.10>
- Javed, S., Fu, H., Ali, A., Nadeem, A., Amin, M., Razzaq, K., Ullah, S., Rajwana, I. A., Nayab, S., Ziogas, V., Lin, P., & Hussain, S. B. (2022). Comparative response of Mango Fruit towards Pre- and Post-Storage Quarantine Heat Treatments. *Agronomy*, 12(6), 1476. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061476>
- Kumar, N., Pratibha, U., A., Trajkovska-Petkoska, A., G., & Malgorzata, K. (2023). Extending the shelf life of mango (*Mangifera indica* L.) fruits using edible coating based on Xanthan gum and pomegranate peel extract. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(2), 1300-1308. <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01706-6>

- Maina, B., Ambuko, J., Hutchinson, M. J., & Willis, O. O. (2019). The effect of Waxing Options on Shelf Life and Postharvest Quality of "ngowe" Mango fruits under Different Storage Conditions. *Advances in Agriculture*, 2, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2019/5085636>
- Ministerio De Agricultura Y Riego (MINAGRI). (2017). Mango: crecen las exportaciones peruanas. Perfil técnico n° 4. Disponible en: <http://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2017>
- Mohamed, H. I., & Abu-Goukh, A.-B. A. (2003). Effect of waxing and Fungicide treatment on Quality and Shelf-life of Mango Fruits. *U. of K. J. Agric. Sci.* 11(3), 322-338.
- Muy, R. D., Espinoza, V. B., Siller, C. J., Sañudo, B. J. A., Valdéz, T. B., & Osuna, E. T. (2009). Efecto del 1-metilciclopropeno (1-MCP) y de una película comestible sobre la actividad enzimática y calidad poscosecha del mando 'Ataulfo'. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 32(1): 53-60.
- Muy-Rangel, D., Siller-Cepeda, J., Díaz-Pérez, J., Valdéz-Torres, B. (2004). Las condiciones de almacenamiento y el encerado afectan el estado hídrico y la calidad de mango. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27(2), 201-209.
- Nguyen, T. T., Karmakar, B., & Mitra, S. (2023). Effect of postharvest treatments on quality and Shelf life of Mango fruit cv. "Cat Chu" at suboptimal temperature. *Indian Journal of Horticulture*, 80(4), 398-403. <https://doi.org/10.58993/ijh/2023.80.4.15>
- Osuna-García, J. A., Beltrán, J. A., & Urías-López, M. A. (2005). Efecto del 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre la vida de anaquel y calidad del mango para exportación. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28(3), 271-278.
- Pérez-Ribero, B., Bringas, E., Cruz, L., Báez-Sañudo, Reginaldo. (2003). Aplicación de cera comestible en mango. Parte I: Efecto en las características físico-químicas durante el almacenamiento comercial. *Revista Iberoamericana de Tecnología Post cosecha*, 5(2), 100-112.
- PORTALFRUTICOLA (2016). Recubrimiento postcosecha para un mejor almacenamiento de mangos refrigerados. <https://www.portalfruticola.com>
- SENASA (2010). Work plan for the Peruvian mango treatment and Preclearance Program. Lima. Perú. Noviembre 18. Citado en: SENASA (2023). Mango: Planes y Protocolos de trabajo para su exportación. Lima. Perú.
- Tavassoli-Kafrani, Elham, Villaddara Gamage, Mala, Dumée Ludovic F., Kong Lingxue & Zhao Shuaifei. (2020). Edible films and coatings for shelf life extension of mango: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(9), 2432-2459. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1853038>
- Toledo, Mettler. (2025). Medición de acidez de los alimentos. Disponible en: <https://www.mt.com/es/es/home/applications/laboratory/food-and-beverages/acidty-measurement.html>
- Tuisima-Coral, L. L., & Escobar-García, H. A. (2021). Characterization of fruits of varieties of mango (*Mangifera indica*) conserved in Peru. *Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal*, 43(2), e-710. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452021710>
- Velasco-Ulloa, B., Mercado-Ruiz, J. N., García-Robles, J. M., Báez-Sañudo, R. (2012). Respuesta física y fisiológica de cera comestible en mangos (*Mangifera indica* L.) cvs. "Tommy Atkins" y "Keitt". *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 13(2), 130-139.
- Wang, T., Zhai, X., Huang, X., Li, Z., Zhang, X., Zou, X., & Shi, J. (2023). Effect of different coating methods on coating quality and mango preservation. *Food packaging and Shelf Life*. 39, 101133. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2023.101133>
- Weerasinghe, W. M. S. S. K., Kumara, B. A. M. S., Wijewardane, R. M. N. A., & Wasala, W. M. C. B. (2020). Influence of wax coating on Extending the Shelf life of Mango (*Mangifera indica* L.) cv. Karuthakolomban. *Journal of Dry Zone Agriculture*. 6(1), 86-99.