

# ALMACENAMIENTO POSTCOSECHA DE RAMBUTAN EN DOS

## TEMPERATURAS Y ATMÓSFERAS MODIFICADAS

Marianguadalupe Hernández-Arenas, Daniel Nieto-Ángel, María Teresa Martínez-Damián  
Daniel Teliz-Ortiz, Cristian Nava Díaz y Néstor Bautista-Martínez

### RESUMEN

El rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) es un frutal tropical asiático introducido a México, que se cultiva principalmente en el estado de Chiapas. Su comercialización está limitada por la corta vida en anaquel, oscurecimiento del pericarpio y enfermedades postcosecha. Se estudió los efectos de la cera CER-LP®, el envase rígido Clamshell®, charolas de poliestireno con Pliofilm® y testigos a 20 ±2°C y 10 ±2°C, sobre la calidad visual y vida en anaquel del fruto. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial (envases y temperaturas). Se realizó análisis de varianza para cada fecha de evaluación con el procedimiento GLM y comparación de medias con Tukey ( $P \leq 0,05$ ) usando SAS. Se evaluó peso, firmeza, sólidos solubles totales, azúcares totales, vitamina C, pH, acidez titulable y calidad visual. La firmeza inicial del pericarpio fue de 40N, aumentando después de ocho días en todos los tratamientos y temperaturas hasta 70N en el testigo y frutos con cera a 20 ±2°C. El contenido inicial de azúcares de 270mg-100g<sup>-1</sup> disminuyó hasta 120mg 100g<sup>-1</sup> en el testigo y cera en temperatura ambiente. Los tratamientos con Clamshell® y Pliofilm® a 10°C redujeron en 35% la pérdida de peso, además de prolongar la vida en anaquel hasta por 14 días respecto al testigo. El tratamiento con cera fue similar ( $P \leq 0,05$ ) al testigo en las dos temperaturas de almacenamiento. Los envases Clamshell® y Pliofilm® a 10°C prolongan ( $P \leq 0,05$ ) la vida postcosecha, manteniendo buena calidad visual y comercial. No hubo diferencias por tratamiento o temperatura en sólidos solubles totales (19°Brix), pH (4.0-4.5), acidez titulable (0,4) y vitamina C (73mg-100g<sup>-1</sup>).

### Introducción

El rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) es un frutal tropical asiático, de la familia Sapindaceae, que ha sido cultivado principalmente en el estado de Chiapas tras su introducción a México. Los frutos son globosos u ovoides de pericarpio rojo o amarillo, con tricomas largos, poseen un arilo comestible blanco o translúcido, dulce, jugoso y rico en vitamina C (Smith *et al.*, 1992; Wall, 2006). Los frutos de rambutan son no climatéricos y son cosechados cuando presentan calidad comestible y apariencia visual óptima (Tindall, 1994). Los

cambios durante la senescencia son deshidratación del pericarpio, pérdida de color (oscurecimiento), incremento en la acidez titulable y sólidos solubles totales (Paull y Chen, 1987; Kader, 2001).

Una manera de retrasar la senescencia del rambutan es almacenando los frutos a 10°C con un envasado rápido en bolsas de polietileno para disminuir la deshidratación, oscurecimiento y pérdida de peso de los frutos (Pérez y Pohlen, 2004). Las atmósferas modificadas (AM) mantienen la calidad, extienden la vida en anaquel de los productos frescos (Devon y Kader, 1988), crean una ba-

rrera física alrededor de los frutos, aumentan la humedad relativa y reducen la deshidratación y el oscurecimiento (O'Hare *et al.*, 1994; Morris y Jobling, 2002). El objetivo de este estudio fue determinar el tipo de atmósfera modificada y temperatura más adecuada para mantener la calidad visual y comercial de los frutos de rambutan.

### Materiales y Métodos

#### Material vegetal

Los frutos de rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) se obtuvieron de un huerto comercial de seis años de edad ubi-

cado en Tuxtla Chico, Estado de Chiapas, México, en junio 2008. Se estudió el efecto de charolas de poliestireno termoforzado cubiertas con una película plástica de polietileno de baja densidad Pliofilm®, una cera para cítricos CER-LP®, envase rígido Clamshell® y control sin cubierta sobre la vida postcosecha de los frutos en temperatura ambiente (20 ±2°C) y bajo refrigeración (10°C), ambas con humedad relativa del 75%. Las evaluaciones fueron realizadas a los 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14 días de almacenamiento. La unidad experimental fueron cinco frutos con tres repeticiones por tratamiento para cada evalua-

**PALABRAS CLAVE / Almacenamiento / Envases / *Nephelium Lappaceum* L. / Rambutan / Refrigeración / Vida Postcosecha /**

Recibido: 25/10/2011. Modificado: 28/05/2012. Aceptado: 30/05/2012.

**Marianguadalupe Hernández-Arenas.** Doctora en Ciencias en Fitopatología, Colegio de Postgraduados (COLPOS), México. Investigadora, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México. Dirección: Km. 0.5 Carretera Zacatepec-Galeana, Zacatepec, Morelos. C.P. 62780, México. e-

mail: hernandez.marian@inifap.gob.mx

**Daniel Nieto-Ángel.** Ingeniero Doctor en Ciencias en Fitopatología, COLPOS, México. Profesor Investigador, COLPOS, México. e-mail: dnieto@colpos.mx

**María Teresa Martínez-Damián.** Doctora en Ciencias en Fisiología Vegetal, COLPOS, México. Profesora Investigadora, UACH, México. e-mail: tere-md@gmail.com

**Daniel Teliz-Ortiz.** Ph.D. en Fitopatología, University of California, Davis, EEUU. Profesor Investigador, COLPOS, México. e-mail: dteliz@colpos.mx

**Cristian Nava-Díaz.** Ph.D. en Fitopatología, Ohio State University, EEUU. Profesor Investigador, COLPOS, México. e-mail: cnava@colpos.mx

**Néstor Bautista-Martínez.** Doctor en Ciencias en Entomología y Acarología, COLPOS, México. Profesor Investigador, COLPOS, México. e-mail: nes-tor@colpos.mx

## RAMBUTAN POSTHARVEST STORAGE IN TWO TEMPERATURES AND MODIFIED ATMOSPHERES

Marianguadalupe Hernández-Arenas, Daniel Nieto-Ángel, María Teresa Martínez-Damián Daniel Teliz-Ortiz, Cristian Nava Díaz and Néstor Bautista-Martínez

### SUMMARY

*Rambutan (Nephelium lappaceum L.) is a tropical fruit introduced from Asia into Mexico, where it is mostly grown in the state of Chiapas. Its commercialization is limited by a shelf life, pericarp browning and postharvest diseases. The aim of this work was to study The effects of wax CER-LP<sup>®</sup>, rigid packaging Clamshell<sup>®</sup>, polystyrene trays with Pliofilm<sup>®</sup> and control at 20 ±2°C and 10 ±2°C on the visual quality and life shelf of the fruit were studied. The experimental design was completely randomized factorial (packaging and temperature). An analysis of variance for each assessment date was carried out with the GLM procedure and Tukey means comparison (P≤0.05) using SAS. Weight, firmness, total soluble solids, total sugars, vitamin C, pH, acidity and visual quality were evalu-*

*ated. The initial strength of the pericarp was 40N, increasing after 8 days in all treatments and temperatures up to 70N in the control and fruit with wax at 20 ±2°C. The initial sugar content of 270mg·100g<sup>-1</sup> decreased to 120mg·100g<sup>-1</sup> in the control and wax at room temperature. Clamshell<sup>®</sup> and Pliofilm<sup>®</sup> treatments at 10°C decreased by 35% weight loss, and prolong shelf life up to 14 d compared with the control. Wax treatment was similar (P ≤ 0.05) to the control at the two storage temperatures. Clamshell<sup>®</sup> packaging and Pliofilm<sup>®</sup> at 10°C prolonged (P≤0.05) postharvest life, maintaining good visual and commercial quality. There were not differences in the effects of treatment or temperature on total soluble solids (19°Brix), pH (4.0-4.5), acidity (0.4) and vitamin C (73mg·100g<sup>-1</sup>).*

## ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA DE RAMBUTAN EM DUAS TEMPERATURAS E ATMOSFERAS MODIFICADAS

Marianguadalupe Hernández Arenas, Daniel Nieto Ángel, María Teresa Martínez-Damián, Daniel Teliz-Ortiz, Cristian Nava Díaz e Néstor Bautista Martínez

### RESUMO

*O rambutan (Nephelium lappaceum L.) é uma frutífera tropical asiática introduzida no México, que se cultiva principalmente no estado de Chiapas. Sua comercialização está limitada pela curta vida em prateleira, obscurecimento do pericarpo e enfermidades pós-colheita. Estudou-se os efeitos da cera CER-LP<sup>®</sup>, o recipiente rígido Clamshell<sup>®</sup>, charolas de poliestireno com Pliofilm<sup>®</sup> e testemunhas a 20 ±2°C e 10 ±2°C, sobre a qualidade visual e vida do fruto em prateleira. O desen ho experimental foi completamente aleatório com arranjo fatorial (recipientes e temperaturas). Realizaram-se análises de variação para cada data de avaliação com o procedimento GLM e comparação de médias com Tukey (P≤0,05) usando SAS. Avaliou-se peso, firmeza, sólidos solúveis totais, açúcares totais, vitamina C, pH, acidez titulável e qualidade visual. A*

*firmeza inicial do pericarpo foi de 40N, aumentando depois de oito dias em todos os tratamentos e temperaturas até 70N no testemunha e frutos com cera a 20 ±2°C. O conteúdo inicial de açúcares de 270mg·100g<sup>-1</sup> diminuiu até 120mg 100g<sup>-1</sup> no testemunha e cera em temperatura ambiente. Os tratamentos com Clamshell<sup>®</sup> e Pliofilm<sup>®</sup> a 10°C reduziram em 35% a perda de peso, além de prolongar a vida em prateleira até por 14 dias em relação à testemunha. O tratamento com cera foi similar (P≤0,05) à testemunha nas duas temperaturas de armazenamento. Os recipientes Clamshell<sup>®</sup> e Pliofilm<sup>®</sup> a 10°C prolongam (P≤0,05) a vida pós-colheita, mantendo boa qualidade visual e comercial. Não houve diferenças por tratamento ou temperatura em sólidos solúveis totais (19°Brix), pH (4.0-4.5), acidez titulável (0,4) e vitamina C (73mg·100g<sup>-1</sup>).*

ción. Los frutos fueron cosechados en madurez de consumo, seleccionados por su tamaño y color, y posteriormente colocados en bolsas de plástico y transportados al laboratorio de Fisiología de Frutales, Universidad Autónoma Chapingo, para su estudio. Los frutos fueron lavados con agua corriente para eliminar residuos de cosecha, posteriormente fueron secados con papel y colocados en los envases. La cera fue aplicada con ayuda de un aspersor manual y girando los frutos para lograr el cubrimiento de toda la superficie. Posteriormente, se

colocaron en cámara frigorífica (10°C) y en mesa de laboratorio (20 ±2°C).

#### *Variables evaluadas*

*Pérdida de peso.* Cinco frutos de cada unidad experimental se pesaron en una balanza digital Adam ACD Plus-1000 el día del experimento y en cada fecha de evaluación para determinar la pérdida de peso en porcentaje con la fórmula

$$\% \text{ pérdida de peso} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

*Firmeza.* La firmeza se determinó en la parte central de cada fruto, por ambos lados, sin eliminar la cáscara (pericarpio). Se determinó mediante un texturómetro Mecmesin CE 200N de puntal cónico de 6mm de diámetro, midiendo en Newtons la fuerza necesaria para penetrar el pericarpio (resistencia de la cáscara a la penetración).

*Sólidos solubles totales (°Brix) y azúcares totales.* Los °Brix fueron medidos con un refractómetro digital Atago-Pelete PR-101<sup>®</sup>, colocando una gota de jugo del arilo directa-

mente sobre el lector óptico. Los azúcares totales (mg en 100g de materia fresca o arilo comestible) se midieron en la mezcla del jugo extraído de los cinco frutos, con el método de Antrona (Merck) según descrito por Witham *et al* (1971) y la absorbancia se midió en espectrofotómetro Unico 1100 a 630nm. El contenido de azúcares (mg·100g<sup>-1</sup>) fue calculado por referencia con soluciones conocidas de glucosa.

*Ácido ascórbico.* El contenido de ácido ascórbico se determinó en el jugo extraído del

fruto con base en el método del 2,6 diclorofenol indofenol, titulando con solución de Tillman 0.01% (AOAC, 1990). La cantidad de vitamina C ( $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) fue calculada por referencia con soluciones conocidas de ácido ascórbico.

**Acidez titulable y pH.** La acidez se determinó en jugo extraído del fruto por titulación con NaOH 0,1N en base al ácido málico (AOAC, 1990). El pH se midió con un potenciómetro digital Hanna HI 8314.

**Calidad visual.** La calidad visual se determinó subjetivamente mediante una escala predeterminada con valores de 0= 0%, 1= 25%, 2= 50%, 3= 75% y 4= 100% de pericarpio con oscurecimiento. En cada fecha, cinco personas evaluaron 15 frutos por tratamiento.

#### Análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar con un arreglo factorial; los factores de estudio fueron los envases y las temperaturas. Se realizó un análisis de varianza de los datos para cada fecha de evaluación con el procedimiento GLM y comparación de medias con Tukey ( $P\leq 0,05$ ) utilizando SAS (1999).

### Resultados y Discusión

#### Pérdida de peso

La disminución de peso del fruto mostró diferencias entre fechas, tratamientos y temperaturas de almacenamiento (Figura 1). Los frutos con cera y el testigo tuvieron la mayor ( $P\leq 0,05$ ) pérdida de peso (38%) y con Clamshell® la menor (5%) a 20°C (Figura 1a). El testigo y el tratamiento con cera a 10°C perdieron 20-30% de su peso a los 14 días de almacenamiento, mientras que con los frutos con Clamshell® y Pliofilm® solo disminuyeron en un 5% (Figura 1b). Estos resultados coinciden con los observados por Landrigan *et al.* (1996b) y (1996c), quienes encontraron que la mayor pérdida de peso

(23%) en rambutan se produce a los seis días de almacenamiento en refrigeración y en temperatura ambiente. La variable pérdida de peso se seleccionó como el mejor indicativo de los cambios postcosecha en rambutan.

Se observaron diferencias estadísticas (Tukey 0,05) en la respuesta pérdida de peso en rambutan por efecto de los tratamientos y temperaturas de almacenamiento. Los frutos testigo y los tratados con cera para cítricos presentaron el mismo comportamiento en cada fecha de evaluación (2 a 10d) a 20 ±2°C y 10°C. La cera CR-LP no evitó la pérdida de peso de los frutos, probablemente debido a que está diseñada para cítricos y su composición química no es apta para rambutan. Los tratamientos Clamshell® y Pliofilm® a 10°C redujeron en 14-35% la pérdida de peso en comparación con el testigo, además de prolongar la vida de los frutos en almacenamiento hasta 14 días.

La pérdida de peso en rambutan y litchi está estrechamente relacionada con la pérdida de agua (Landrigan *et al.*, 1996b; Kaewchana *et al.*, 2006), la cual ocurre principalmente a través de los estomas. La transpiración se reduce significativamente con el almacenamiento a baja temperatura y alta humedad relativa (Landrigan *et al.*, 1994). En frutos de rambutan empacados con polietileno o polipropileno a 12°C hubo menor pérdida de peso y vida en almacenamiento de 16 días (Ketsa y Klaewkasetkorn, 1995; Srilaong *et al.*, 2002). Con tratamientos con ácido absicico y salicílico ( $10\mu\text{M}$  y  $0,5\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$ , respectivamente), se redujo la pérdida de peso y respiración de los frutos (Siriphollakul *et al.*, 2006).

Para los productores de rambutan en México, el uso de atmósferas modificadas (Clamshell® y Pliofilm®) y refrigeración representa una opción económica y práctica que favorece la presentación

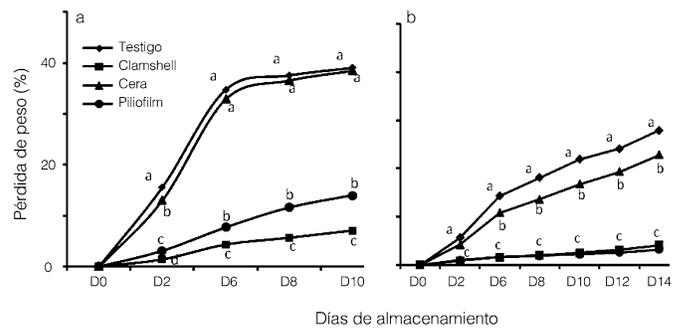


Figura 1. Pérdida de peso (%) en rambutan (*Nephelium lappaceum*) almacenado a 20 ±2 °C (a) y 10 °C (b). Letras diferentes para las medias en cada fecha son estadísticamente diferentes (Tukey 0,05).

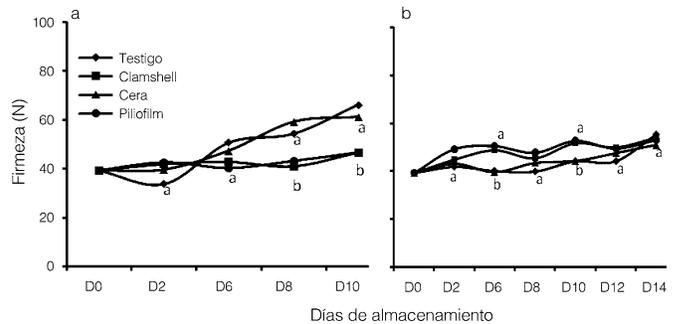


Figura 2. Firmeza (Newtons) en rambutan (*Nephelium lappaceum*) almacenado a 20 ±2°C (a) y 10 °C (b). Letras diferentes para las medias en cada fecha son estadísticamente diferentes (Tukey 0,05).

comercial, conserva la calidad visual y reduce la pérdida de peso de los frutos.

#### Firmeza

La firmeza del pericarpio presentó diferencias estadísticas ( $P\leq 0,05$ ) entre tratamientos a 20 ±2°C. Los tratamientos testigo y con cera propiciaron mayor deshidratación y endurecimiento del pericarpio, sin embargo no se observaron diferencias en los frutos empacados con Clamshell® y Pliofilm® (Figura 2a). No hubo diferencias entre tratamientos almacenados a 10°C (Figura 2b).

La alta humedad relativa (95%), producida por el uso de atmósferas modificadas y la baja temperatura de almacenamiento, disminuye la pérdida de agua de los frutos y reduce el endurecimiento del pericarpio (Landrigan *et al.*, 1996c). En frutos almacenados a temperatura ambiente, hay una mayor pérdida de agua y deshidratación de teji-

dos, produciendo un mayor y rápido endurecimiento del pericarpio (Yingsanga *et al.*, 2006; Landrigan *et al.*, 1994). Para el caso del rambutan, se observó que la variable firmeza es un indicativo del grado de deshidratación del pericarpio y su consecuente oscurecimiento y pérdida de calidad visual de los frutos.

#### Sólidos solubles totales y azúcares totales

Los valores de °Brix presentaron un comportamiento similar ( $P\leq 0,05$ ) en todos los envases y temperaturas, tanto a 20 y a 10°C. En el día inicial se registraron 19,3°Brix y éstos disminuyeron gradualmente en cada fecha de evaluación hasta los 18°Brix, en ambas temperaturas (Figura 3).

Los presentes resultados difieren de lo observado en el rambutan Rong Rien y en longan (*Dimocarpus longan* Lour.) almacenados a 10°C, los cuales presentaron un incremento en los °Brix (Harja-

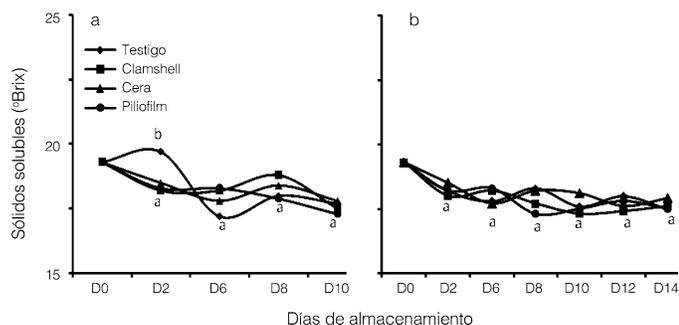


Figura 3. Sólidos solubles totales (°Brix) en rambutan (*Nephelium lappaceum*) almacenado a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  (a) y  $10^\circ\text{C}$  (b). Letras diferentes para las medias en cada fecha son estadísticamente diferentes (Tukey 0,05).

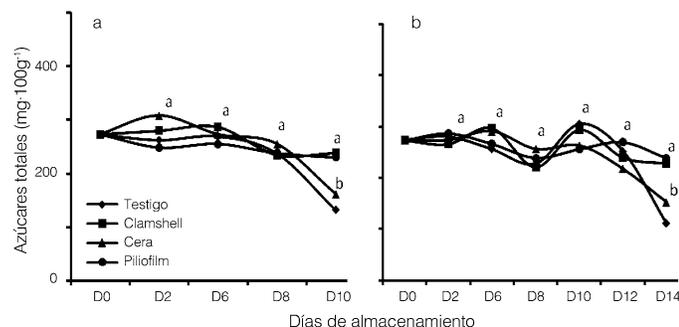


Figura 4. Azúcares totales ( $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) en rambutan (*Nephelium lappaceum*) almacenado a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  (a) y  $10^\circ\text{C}$  (b). Letras diferentes para las medias en cada fecha son estadísticamente diferentes (Tukey 0,05).

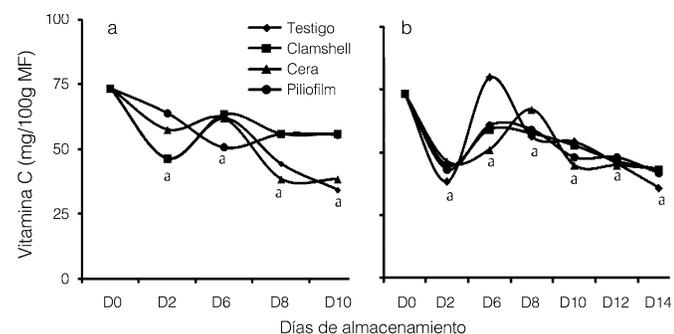


Figura 5. Contenido de vitamina C ( $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  MF) en rambutan (*Nephelium lappaceum*) almacenado a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  (a) y  $10^\circ\text{C}$  (b). Letras diferentes para las medias en cada fecha son estadísticamente diferentes (Tukey 0,05).

di y Tahitoe, 1992; Tian *et al.*, 2002). Sin embargo, también se ha observado que en frutos de rambutan tratados con hidroenfriamiento, el contenido de °Brix es constante durante su almacenamiento, probablemente debido a que se hace más lento el metabolismo por la baja temperatura (Nampam *et al.*, 2006).

El contenido de azúcares totales ( $270\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) mostró diferencias únicamente en el último día de evaluación en

cada temperatura (Figura 4). En frutos almacenados a  $20^\circ\text{C}$ , los frutos testigo y con cera tuvieron 100 y  $120\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , mientras que en Clamshell® y Pliofilm® no se alteraron los azúcares totales (Figura 4a). En frutos almacenados a  $10^\circ\text{C}$  el comportamiento fue similar, el testigo y con cera presentaron la menor ( $P \leq 0,05$ ) cantidad de azúcares a los 14 días con 111 y  $150\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , mientras que en Clamshell® y

Pliofilm® no hubo diferencias (Figura 4b).

Nuestras observaciones fueron similares a las reportadas en rambutan Rong Rien (Paull y Chen, 1987), donde el contenido de azúcares totales fue de  $201\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  en la cosecha y no se alteró durante el almacenamiento a  $12^\circ\text{C}$ , mientras que disminuyó a  $149\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  a los 11 días de almacenamiento a  $22^\circ\text{C}$ . Una vez cosechados, los frutos incrementan su respiración, producen etileno, aceleran la senescencia y pierden reservas como los azúcares.

#### Vitamina C

El contenido inicial de vitamina C fue  $73,4\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  MF, y posteriormente se observaron oscilaciones entre tratamientos y temperaturas, sin ser estadísticamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ). A los 10 días, todos los tratamientos en ambas temperaturas presentaron en promedio  $47\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de vitamina C (Figura 5).

El contenido de ácido ascórbico de los frutos frescos es afectado durante el almacenamiento (Siriphollakul *et al.*, 2006), por lo que se han empleado diferentes envases y atmósferas modificadas para conservar por mayor tiempo sus cualidades fisicoquímicas. Por ejemplo, el envase de rambutan en bolsas de polietileno con 0, 1 o 2 perforaciones ayudó a mantener la cantidad de vitamina C durante 10 días, mientras que en los frutos testigo el ácido ascórbico disminuyó después de 6 días de almacenamiento (Srialong *et al.*, 2002). Sin embargo, en el presente estudio se observó que no hay diferencia entre tratamientos, y únicamente a  $10^\circ\text{C}$  fue posible prolongar hasta 4 días la vida de los frutos en almacenamiento con la misma cantidad de vitamina C que al momento de la cosecha.

#### Acidez titulable y pH

El pH promedio fue de 4,0 a 4,5 en todos los tratamientos y temperaturas durante el

periodo de almacenamiento. Esto coincide con frutos almacenados durante 15 días a  $22$  y  $12^\circ\text{C}$ , donde el pH fue de 2,8 a 3,3 en todas las evaluaciones (Paull y Chen, 1987). La acidez titulable fue de 0,4 a 0,5 en todos los tratamientos a 10 y  $20^\circ\text{C}$ , similar a lo reportado en rambutan Rong Rein, donde la acidez titulable fue de 0,3-0,4% y no cambió en los frutos almacenados en diferentes envases y temperaturas (Harjadi y Tahitoe, 1992). Por el contrario, en otros trabajos se observó que la acidez titulable disminuyó gradualmente durante el almacenamiento, pero en menor grado en frutos conservados a  $10^\circ\text{C}$  (Nampam *et al.*, 2006). Finalmente, la acidez titulable y los sólidos solubles totales son dos de los principales índices de cosecha de rambutan. Sin embargo, una vez cosechados los frutos, el objetivo primordial es prolongar su vida postcosecha tanto como sea posible, conservando su calidad visual (Paull y Chen, 1987).

#### Calidad visual

Los frutos de rambutan almacenados a temperatura ambiente presentaron una vida postcosecha de 10 días, mientras que a  $10^\circ\text{C}$  ésta fue de 14 días; sin embargo, conservaron su calidad visual hasta los 8 y 12 días. Estas observaciones coinciden con trabajos realizados en litchi (*Litchi chinensis* Sonn.), longan (*D. longan*) y rambutan, en los cuales el oscurecimiento del pericarpio aumenta con el tiempo, especialmente en temperaturas  $>20^\circ\text{C}$  y humedad relativa  $<70\%$  (O'Hare *et al.*, 1994; Landrigan *et al.*, 1996b; Kaewchana *et al.*, 2006). El litchi y el rambutan almacenados en condiciones de 90% HR y  $8-12^\circ\text{C}$  tuvieron menor pérdida de agua y peso, además de que se retrasó el oscurecimiento por siete días en relación a los frutos almacenados en 50% de humedad relativa (Landrigan *et al.*, 1996; Kaewchana *et al.*, 2006).

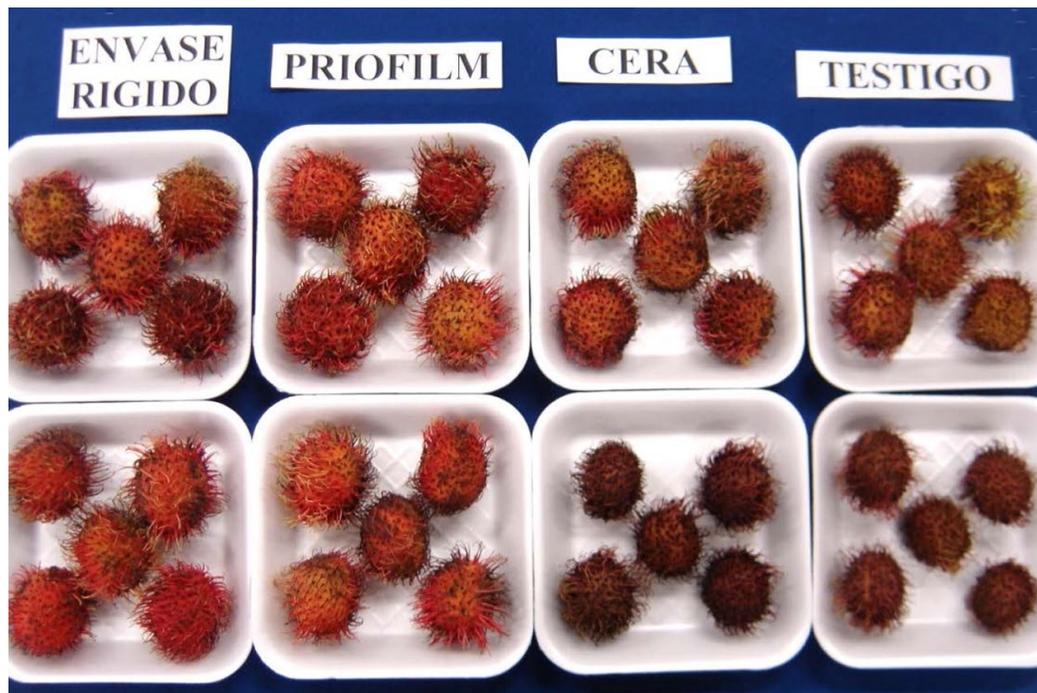


Figura 6. Calidad visual de frutos de rambutan después de 10 días de almacenamiento a 10°C (arriba) y 20 ± 2°C (a) con Clamshell® (envase rígido), Pliofilm®, cera CER-LP y testigo.

El envase rígido Clamshell® y Pliofilm® conservaron la calidad visual de los frutos hasta los 10 días de almacenamiento a 20°C, mientras que los frutos testigo y con cera presentaron el mayor grado de oscurecimiento y deshidratación del pericarpio (Figura 6). En los frutos con Clamshell® y Pliofilm® a 10°C, la calidad visual se mantuvo hasta los 14 días, mientras que en el testigo y con cera únicamente alcanzó hasta los 10 días.

A pesar de la apariencia externa de los frutos, la calidad comestible del arilo no se afectó, por lo que estos frutos pudieran ser empleados para la agroindustria. Algunos estudios con ácido absísico, salicílico y ascórbico en litchi y rambutan, así como el uso de películas plásticas como polietileno retrasaron el oscurecimiento del pericarpio, conservando sus cualidades fisicoquímicas y alargando su vida en almacenamiento (Siriphollakul *et al.*, 2006; Terdbaree *et al.*, 2006). No obstante, podría estudiarse la combinación de dos o más tratamientos para lograr un mejor resultado.

### Conclusiones

La pérdida de peso es la variable más importante en la evaluación de calidad del rambutan en postcosecha. El almacenamiento de rambutan en atmósferas modificadas (Clamshell® y Pliofilm®) a 10°C disminuyó de 20 a 35% la pérdida de peso respecto al testigo a 10 y 20°C. El tratamiento con cera presentó un comportamiento similar al testigo tanto en temperatura ambiente como a 10°C. Los envases tipo Clamshell® y Pliofilm® sumado a la refrigeración prolongan la vida postcosecha de los frutos de rambutan hasta por 14 días, manteniendo buena calidad visual y comercial, y preservando sus características bioquímicas y organolépticas.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los productores de rambutan del Estado de Chiapas, México, especialmente a José Ángel Barrios Becerra y familia, por proporcionar el material vegetal con que se llevó a cabo este estudio.

### REFERENCIAS

- Devon Z, A Kader (1988) Modified atmosphere packaging of fresh produce. *Food Technol.* 42: 70-77.
- Harjadi S, Tahitoe D (1992) The effects of plastic film bags at low temperature storage on prolonging the shelf-life of rambutan (*Nephelium lappaceum*) cv Lebak Bulus. *Acta Hort.* 321: 778-781.
- Kader A (2001) Quality assurance of harvested horticultural perishables. *Acta Hort.* 553: 51-55.
- Kaewchana R, Niyomlao W, Kanlayanarat S (2006) Relative humidity influences pericarp browning of litchi cv. "Hong Huay". *Acta Hort.* 712: 823-827.
- Ketsa S, Klaewkasetkorn O (1995) Effect of modified atmosphere on chilling injury and storage life of rambutan. *Acta Hort.* 398: 223-231.
- Landrigan M, Sarafis V, Morris S, McGlasson WB (1994) Structural aspects of rambutan (*Nephelium lappaceum*) fruits and their relation to postharvest browning. *J. Hort. Sci.* 69: 571-579.
- Landrigan M, Morris S, Gibb K (1996a) Relative humidity influences postharvest browning in rambutan (*Nephelium lappaceum* L.). *Hortscience* 31: 417-418.
- Landrigan M, S Morris, D Eamus, W McGlasson (1996b) Postharvest browning of ram-

butan a consequence of water loss. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 121: 730-734.

- Landrigan M, Morris S, Eamus D, McGlasson W (1996c) Postharvest water relationships and tissue browning of rambutan fruit. *Sci. Hort.* 66: 201-208.
- Morris S, Jobling J (2002) Recent advances in the postharvest packaging and handling of tropical fruit. *Acta Hort.* 575: 529-533.
- Nampan K, C Techavuthiorn, S Kanlayanarat (2006) Hydrocooling improves quality and storage life of "Rong Reñ rambutan" (*Nephelium lappaceum* L.) fruit. *Acta Hort.* 712: 763-769.
- O'Hare T, Prasad A, Cooke A (1994) Low temperature and controlled atmosphere storage of rambutan. *Postharv. Biol. Technol.* 4: 147-157.
- Paull RE, Chen N (1987) Changes in longan and rambutan during postharvest storage. *Hortscience* 22: 1303-1304.
- Pérez RA, Pohlan A (2004) Prácticas de cosecha y postcosecha del rambutan en el Soconusco, Chiapas, México. *LEISA Rev. Agroecol.* 20: 1-5.
- SAS (1999) *SAS/STAT Package Version 9.0.* SAS Institute Inc. Cary, NC, EEUU.
- Sri-laong V, Kanlayanarat S, Tatum Y (2002) Changes in commercial quality of "Rong Rieng" rambutan in modified atmosphere packaging. *Food Sci. Technol. Res.* 8: 337-341.
- Siriphollakul P, W Niyomlao, S Kanlayanarat (2006) Antitranspirants maintain freshness and improve storage life of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) fruit. *Acta Hort.* 712: 611-616.
- Terdbaree U, Ratanakhanokchai K, Kanlayanarat S (2006) Control of postharvest browning of lychee fruit using ascorbic acid. *Acta Hort.* 712: 687-691.
- Tian S, Xu Y, Jiang A, Gong Q (2002) Physiological and quality responses of longan fruit to high O<sub>2</sub> or high CO<sub>2</sub> atmospheres in storage. *Postharv. Biol. Technol.* 24: 335-340.
- Tindall HD (1994) *Rambutan Cultivation.* U.N. Food and Agriculture Organization. Roma, Italia. 163 pp.
- Yinsanga P, V Sri-laong, S Kanlayanarat (2006) Morphological differences associated with water loss in rambutan cv. "Rongrien" and "See-Chom-poo". *Acta Hort.* 712: 453-459.