

## VIDA ÚTIL SENSORIAL DE TRES FRUTOS TROPICALES FRESCOS CORTADOS UTILIZANDO ESTADÍSTICA DE SUPERVIVENCIA

Gladys González González

Instituto de Tecnología de alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral

**Área:** Ingeniería  
**Sub-Área:** Alimentos  
**Grupo:** Y

**Palabras clave:** frutos cortados, análisis sensorial, distribución lognormal, vida de anaquel.

### INTRODUCCIÓN

El mercado de frutas y hortalizas frescas cortadas constituye un sector de rápido crecimiento dentro de la industria alimentaria, debido a la alta demanda de alimentos de fácil preparación y consumo que aporten beneficios para la salud (Andrade-Cuvi *et al.*, 2010). Actualmente, existe interés en la incorporación de frutas de origen tropical a este mercado, tales como rambután (*Nephelium lappaceum* L.), carambola (*Averrhoa carambola* L.) y guayaba (*Psidium guajava* L.), entre otros, debido a su naturaleza exótica y a sus características de olor, color, sabor y principios bioactivos (James y Ngarmak, 2010). Sin embargo, la comercialización de estos productos puede estar limitada en gran parte por excesivo ablandamiento del tejido vegetal y pardeamiento (Teixeira *et al.*, 2012), debido a que el metabolismo sigue activo después de la cosecha y procesamiento (Rangel-Marrón y López-Malo, 2012). Incluso, las operaciones propias del procesamiento (lavado, pelado, cortado, deshuesado, etc.) aceleran las reacciones biológicas, como es el caso de la respiración y la pérdida de humedad (Rathod *et al.*, 2011). Estas reacciones inducen a cambios que impactan principalmente las características sensoriales del producto, limitando su vida útil (Alegría *et al.*, 2012).

En este sentido, una herramienta para la predicción de la vida útil sensorial de un alimento es el análisis de supervivencia, basado en la inferencia estadística por máxima verosimilitud bajo modelos probabilísticos, que tiene aplicación en estudios de calidad y vida útil, donde la función de supervivencia se define como la probabilidad de que el consumidor acepte un alimento después de un cierto tiempo de almacenamiento (Ulín-Montejo y Salinas-Hernández, 2012). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue estimar la vida útil sensorial de frutos de rambután, carambola y guayaba mínimamente procesados, aplicando análisis de supervivencia.

### METODOLOGÍA

#### Obtención de las muestras

Los frutos fueron obtenidos en locales comerciales de la ciudad de Villahermosa, Tabasco (México) y se trasladaron al laboratorio de evaluación sensorial de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, donde fueron caracterizados (Cuadro 1), previo a su procesamiento. Posteriormente, los frutos fueron lavados con agua corriente, sanitizados (200 ppm de cloro) y escurridos sobre papel absorbente (González *et al.*, 2016). El mínimo

Proyecto: Cinética de deterioro y vida de anaquel de tres frutos tropicales mínimamente procesados (Tesis maestría)

Director del proyecto (Tesis maestría): Rosa Ma. Salinas Hernández

Director del becario/tesista (Doctorado): María Élica Pirovani

Co-director del becario/tesista: Andrea Marcela Piagentini

procesamiento consistió en la eliminación de la epidermis, para los tres frutos, cortado en cuartos, para el caso de la guayaba y la carambola fue cortada transversalmente en rodajas de 5 mm (aproximadamente), eliminando las semillas. El producto obtenido fue sanitizado (80 ppm de cloro) y centrifugado durante 20 s (2 ciclos  $s^{-1}$ ), para eliminar los restos de la solución sanitizante, utilizando centrífuga manual para vegetales (González *et al.*, 2016). Para el envasado se usaron recipientes de poliestireno con tapa, con capacidad de 1 kg. El muestreo se realizó aplicando el diseño experimental escalonado (7 muestras por ensayo), descrito por Gámbaro (2005). Finalmente, las muestras se almacenaron por 14, 8 y 2-3 d a tres temperaturas (rambután: 4.6, 8.6 y 12.1 °C; carambola: 4.9, 7.8 y 12.8 °C; guayaba: 4.8, 7.8 y 11.8 °C, respectivamente).

Cuadro 1. Características iniciales de frutos de rambután, carambola y guayaba

Fruto	Peso fruto entero (g)	Firmeza (N) (sin epidermis)	Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez titulable (% ácido cítrico)
Rambután	24.7 ± 2.9	1.2 ± 0.4	19.9 ± 2.3	4.95 ± 0.3	0.36 ± 0.09
Carambola	72.6 ± 8.8	3.2 ± 0.7	5.2 ± 0.2	2.98 ± 0.2	0.41 ± 0.05
Guayaba	54.1 ± 4.9	3.1 ± 0.4	12.7 ± 0.7	3.82 ± 0.2	0.84 ± 0.03

### Evaluación de las muestras

Se realizó un ensayo de evaluación para cada fruta en su condición de mínimamente procesada. Se convocaron 40 consumidores (hombres y mujeres, del personal docente, administrativo y estudiantes de la universidad, con edad de 18 a 64 años) para probar 7 muestras (de 30 g c/u, aproximadamente) con distintos tiempos de almacenamiento y temperaturas y se les solicitó que respondieran, en una planilla de evaluación, si consumirían normalmente el producto.

### Análisis estadístico de los datos

Las respuestas de los consumidores (si/no), a la interrogante planteada, fueron capturadas en un archivo Excel y analizados con el programa S-Plus (2000), mediante la metodología de supervivencia (Garita *et al.*, 2004). Esta metodología define al tiempo en el cual el consumidor rechaza un producto almacenado como la variable aleatoria T, cuya distribución puede ser caracterizada por las siguientes funciones (Hough, 2010):

- Función de supervivencia S(t), posibilidad de que el consumidor acepte el producto después del tiempo t. Es decir,  $S(t) = P(T > t)$ .
- Función de rechazo F(t), probabilidad de que el consumidor rechace el producto antes del tiempo t. Es decir,  $F(t) = P(T \leq t)$ .

Una vez determinado el tipo de censura por consumidor, tal como se ejemplifica en el cuadro 2 para carambola a 4.9 °C, se optó por la función de rechazo F(t), tomando en cuenta que su interpretación, en estudios de vida útil, resulta más adecuada que la función de supervivencia S(t) (Garita *et al.*, 2004).

Cuadro 2. Datos de aceptación/rechazo de 5 consumidores de carambola fresca cortada

Consumidor	Tiempo de almacenamiento (d) a 4.9°C							Censura
	0	2	5	7	9	11	14	
1	si	si	si	no	no	no	no	Intervalo: 5-7
5	no	si	no	si	Si	si	no	No considerado
18	si	si	si	si	Si	si	si	Derecha: > 14
20	si	no	si	si	Si	si	si	Izquierda: < 5
27	si	si	no	si	no	no	no	Intervalo: 2-9

Proyecto: Cinética de deterioro y vida de anaquel de tres frutos tropicales mínimamente procesados (Tesis maestría)

Director del proyecto (Tesis maestría): Rosa Ma. Salinas Hernández

Director del becario/tesista (Doctorado): María Élica Pirovani

Co-director del becario/tesista: Andrea Marcela Piagentini

Para estimar  $F(t)$  se utilizó la función de verosimilitud, definida como la probabilidad conjunta de los datos obtenidos (1):

$$L = \prod_{i \in R} (1 - F(r_i)) \prod_{i \in L} F(l_i) \prod_{i \in I} (F(r_i) - F(l_i)) \quad (1)$$

Donde  $R$  es el conjunto de observaciones censuradas por la derecha,  $L$  de las observaciones censuradas por la izquierda e  $I$  es el conjunto de las observaciones censuradas por intervalo. La ecuación 1 muestra cómo cada tipo de censura contribuye de manera diferente a la función de verosimilitud.

Por lo general, los tiempos de rechazo no tienen una distribución normal, son sesgados a la derecha y un modelo Loglineal (2) es comúnmente elegido (Hough, 2010):

$$Y = \ln(T) = \mu + \sigma W \quad (2)$$

Donde  $W$  es la distribución del error. Es decir, en lugar de plantear un modelo para la variable aleatoria  $T$ , se modela su transformación logarítmica (Garita *et al.*, 2004). En este trabajo se presentan los modelos Lognormal, Weibull y Loglogistic, como distribuciones posibles para  $T$ . Los parámetros ( $\mu$  y  $\sigma$ ) del modelo elegido se obtienen maximizando la función de verosimilitud (1).

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La estimación de  $F(t)$  se obtuvo maximizando la función de verosimilitud y la selección del modelo se hizo gráficamente (Figura 1) y con las log-verosimilitudes estimadas, como se ejemplifica en el cuadro 3, para rambután a 4.6 °C. De esta manera se observó que no hay diferencias importantes entre las estimaciones obtenidas a partir de los modelos ensayados. Sin embargo, en la mayoría de los casos, se obtuvo un ligero mejor ajuste de los datos experimentales con el modelo lognormal. A partir de este modelo y considerando el 50 % de rechazo del producto (Hough, 2010), la vida útil sensorial estimada (con un intervalo de confianza de 0.95) fue de  $19.1 \pm 0.2$ ,  $4.6 \pm 0.1$  y  $1.7 \pm 0.1$  d para rambután a 4.6, 8.6 y 12.1 °C, respectivamente;  $15.7 \pm 0.2$ ,  $6.5 \pm 0.2$  y  $2.0 \pm 0.1$  d para carambola a 4.9, 7.8 y 12.8 °C, respectivamente;  $5.0 \pm 0.2$ ,  $5.4 \pm 0.3$  y  $1.9 \pm 0.15$  d para guayaba a 4.8, 7.8 y 11.8 °C, respectivamente.

Estos resultados indican que una estricta cadena de frío ( $Temp \leq 5$  °C) permite lograr una vida útil de rambután y carambola considerablemente prolongada (19-16 d), pero en el caso de guayaba ésta fue relativamente corta (5-5.4 d). Por lo tanto, para este último fruto será necesario mejorar la estrategia de procesamiento para lograr una vida útil comercial más prolongada.

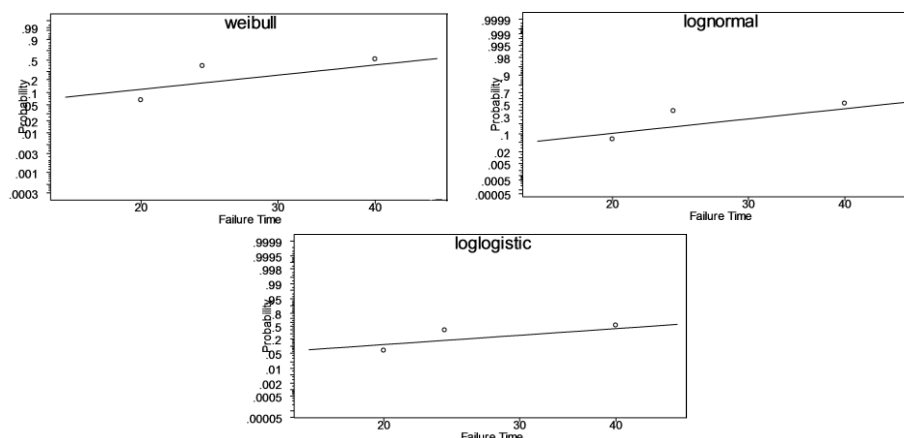


Figura 1. Probabilidad de rechazo vs tiempo de guayaba mínimamente procesada a 11.8 °C.

Cuadro 3. Estimaciones de máxima verosimilitud de modelos paramétricos para rambután fresco cortado.

Temperatura almacenamiento	Modelo	$\mu$	$\sigma$	$-2*\text{Log-Likelihood}$	Vida útil (d)
4.6 °C	Lognormal	2.95	0.952	79.2	19.1 ± 0.2
	Loglogistic	2.94	0.576	80.1	18.9 ± 0.2
	Weibull	3.16	0.664	80.7	18.5 ± 0.2

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Alegria C., Pinheiro J., Duthoit M., Gonçalves E. M., Moldão-Martins M., Abreu M., 2012.** Freshcut carrot (cv. Nantes) quality as affected by abiotic stress (heat shock and UV-C irradiation) pretreatments. *LWT - Food Science and Technology*, 48, 197-203.
- Andrade-Cuvi M. J., Moreno-Guerrero C., Henríquez-Bucheli A., Gómez-Gordillo A., Concellón A., 2010.** Influencia de la radiación UV-C como tratamiento postcosecha sobre carambola (Averrhoa carambola L.) mínimamente procesada almacenada en refrigeración. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 11, 18-27.
- Gámbaro A., 2005.** Diseño de ensayos de vida útil de alimentos. In: *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos*. G. Hough y S. Fiszman (eds). CYTED, Madrid, España, 43-51.
- Garitta L., Gómez G., Hough G., Langohr K., Serrat C., 2004.** Estadística de supervivencia aplicada a la vida útil sensorial de alimentos. Tutorial introductorio y cálculos a realizar utilizando S-Plus, 57 p.
- González G., Salinas R. M., Piagentini A. M., Ulín F., Miranda E., Pirovani M. E., 2016.** Kinetic parameters of changes in sensory characteristics of minimally processed rambután. *International Journal of Fruit Science*, 16, 159-170.
- Hough G., 2010.** Survival analysis continued. In: Hough G, editor. *Sensory shelf life estimation of food products*. Boca Raton, Florida: CRC Press, p 113-46.
- James J., Ngarmsak T., 2010.** Processing of fresh-cut tropical fruits and vegetables: A technical guide. Bangkok, Thailand: FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 13 p.
- Rangel-Marrón M., López-Malo A., 2012.** Cambios en frutas tropicales frescas, cortadas y empacadas en atmósfera modificada durante su almacenamiento en refrigeración. *Temas Selectos de Ingeniería de alimento* 6, 94-109.
- Rathod A., Shoba H., Chidanand D. V., 2011.** A study on shelf life extension of carambola fruits. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 2, 1-5.
- Teixeira G. H. A., Durigan J. F., Ferraudo A. S., Alves R. E., O'Hare T. J., 2012.** Multivariate analysis of fresh-cut carambola slices stored under different temperature. *Postharvest Biology and Technology*, 63, 91-97.
- Ulín-Montejo., Salinas-Hernández., 2012.** Calidad sensorial y estimación de vida de anaquel de frutos mínimamente procesados mediante análisis de supervivencia. VII Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones (AITEP, La Plata-Argentina).

Proyecto: Cinética de deterioro y vida de anaquel de tres frutos tropicales mínimamente procesados (Tesis maestría)

Director del proyecto (Tesis maestría): Rosa Ma. Salinas Hernández

Director del becario/tesista (Doctorado): María Élica Pirovani

Co-director del becario/tesista: Andrea Marcela Piagentini