



## VIDA ÚTIL SENSORIAL DE LAMINADOS DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.) ENRIQUECIDOS CON INULINA Y CALCIO

Barazarte Humberto<sup>1</sup>, Sangronis Elba<sup>2</sup>, Moreno Ismar<sup>1</sup> y Rodríguez Angel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Decanato de Agronomía. Departamento de Ecología y Control de Calidad. Barquisimeto, Venezuela. e-mail: humbara73@gmail.com

<sup>2</sup>Universidad Simón Bolívar. División de Ciencias Biológicas. Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Caracas, Venezuela.

<sup>3</sup>Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Decanato de Agronomía. Departamento de Gerencia y Estudios Generales. Barquisimeto, Venezuela

ASA/ -2016-01.

Recibido: 19-09-2016

Aceptado: 22-10-2016

### RESUMEN

Los laminados de frutas son afectados durante el almacenamiento por reacciones de deterioro que modifican sus características sensoriales. Por tal motivo, se estudió la vida útil sensorial de laminados de guayaba (*Psidium guajava* L.) enriquecidos con inulina y calcio utilizando la metodología de la aceptabilidad límite y análisis de supervivencia con almacenamiento acelerado. Los laminados fueron elaborados con pulpa de guayaba, sacarosa, fructosa, ácido cítrico, inulina y lactato de calcio como fuente de calcio. Las láminas de guayaba se cortaron en trozos de 8 x 3 cm, se empacaron en papel celofán y se almacenaron a 25, 35 y 45 °C durante 9 tiempos. Se evaluó la aceptabilidad del producto con 30 consumidores potenciales usando una escala hedónica no estructurada de 10 cm, luego se consultó si se podía consumir regularmente y los resultados se relacionaron con el tiempo y temperatura de almacenamiento usando la metodología de aceptabilidad límite y análisis de supervivencia. Se obtuvo una vida útil sensorial de 272 (aceptabilidad límite) y 129,5 días (análisis de supervivencia) estimada a 28 °C. La vida útil sensorial de los laminados de guayaba enriquecidos con inulina y calcio es afectada por la temperatura de almacenamiento bajo un comportamiento adecuado a un modelo lineal y un modelo de Weibull. Durante el almacenamiento, se producen cambios en las características sensoriales del producto que disminuyen la aceptabilidad y aumentan el rechazo por parte del consumidor.

**Palabras clave:** *Psidium guajava* L., aceptabilidad límite, análisis de supervivencia, laminado de fruta, vida útil sensorial.



## SHELF LIFE OF GUAVA (*Psidium guajava* L.) LAMINATES ENRICHED WITH INULIN AND CALCIUM

### ABSTRACT

Fruit laminates are affected during storage by deterioration reactions that modify their sensory characteristics. Therefore, sensory shelf life of guava (*Psidium guajava* L.) laminates enriched with inulin and calcium was studied using the acceptability limit and survival analysis methodology with accelerated storage. Laminates were elaborated with guava pulp, sucrose, fructose, citric acid, inulin and calcium lactate as calcium source. Guava sheets were cut into pieces of 8 x 3 cm, they were packaged in cellophane and stored at 25, 35 and 45 °C for 9 times. The acceptability of the stored product was evaluated with 30 potential consumers using a 10-cm unstructured hedonic scale, after they were consulted if it could regularly consume and results were related to storage time and temperature using the acceptability limit and survival analysis methodology. Sensory shelf life estimated at 28 °C methodology of 272 (acceptability limit) and 129.50 days (survival analysis) was obtained. Sensory shelf life of guava laminates enriched with inulin and calcium is affected by storage temperature under a behavior suited to a linear model and a model of Weibull. During storage, changes in the sensory characteristics of the product are produced which reduce the acceptability and increase the rejection by the consumer.

**Key words:** *Psidium guajava* L., acceptability limit, survival analysis, fruit laminates, sensory shelf life.



## INTRODUCCIÓN

La guayaba (*Psidium guajava* L.) presenta cualidades sensoriales y nutricionales para la producción de laminados de frutas (Ashaye et al., 2005), definidos como un alimento elaborado por deshidratación en aire caliente de una capa fina de pulpa de fruta combinada con otros ingredientes, generalmente azúcares, hasta obtener una lámina flexible que se consume principalmente en forma de *snacks* (Vatthanakul et al., 2010). Los laminados se consideran un alimento saludable por el alto contenido de nutrientes y compuestos bioactivos provenientes de las frutas, unido al bajo aporte calórico en relación a otros *snacks* (Huang y Hsieh, 2005), además, representan una alternativa para disminuir las altas pérdidas poscosecha de la guayaba, que pueden alcanzar hasta el 20% de la producción (Yam et al., 2010).

Barazarte et al. (2015) desarrollaron laminados de guayaba enriquecidos con diferentes niveles de inulina y calcio a fin de aumentar los beneficios a la salud. La

inulina tiene capacidad de disminuir los niveles de lípidos y glucosa en la sangre, favorece el control del estreñimiento y

aumenta la absorción del calcio (Madrigal y Sangronis, 2007), mientras que el consumo de calcio contribuye a la obtención de una masa ósea adecuada (INN, 2000). Los laminados de guayaba enriquecidos con inulina y calcio son considerados un alimento innovador con potencialidad de alimento funcional, además son una forma de diversificar y aumentar el consumo de la guayaba (Barazarte et al., 2015). El estudio de posibles cambios en las propiedades de los laminados durante el almacenamiento permitiría determinar la vida útil, una etapa complementaria en todo desarrollo de nuevos productos (Granato et al., 2011), necesaria para planificar la comercialización del alimento y realizar los estudios de costos (Giménez et al., 2012).

Los laminados de frutas son alimentos de humedad intermedia (Gómez, 1991), caracterizados por una actividad de agua ( $a_w$ ) entre 0,65 y 0,86 y sujetos a sufrir reacciones de



pardeamiento no enzimático durante el almacenamiento (Badui, 2006). El pardeamiento no enzimático ocurre por la reacción entre azúcares reductores y aminoácidos presentes en el alimento, generando diferentes compuestos que afectan las características sensoriales como el color, olor y sabor (BeMiller y Whistler, 2000), por tanto, la vida útil sensorial constituye una alternativa viable para definir la vida útil de los laminados.

Es importante considerar que la vida útil sensorial de los alimentos depende de la interacción entre el producto y el consumidor, por tal motivo, este último es una herramienta adecuada para evaluar los cambios en las propiedades sensoriales de los alimentos almacenados (Giménez et al., 2008). Entre las metodologías utilizadas para determinar la vida útil sensorial a partir de datos de consumidores se encuentran la aceptabilidad límite y análisis de supervivencia. En la primera se evalúa con una escala hedónica un grupo de muestras almacenadas a tiempos diferentes y la vida útil se estima mediante el método de regresión lineal,

como el tiempo necesario para que la aceptabilidad del producto alcance un valor determinado, conocido como criterio de falla (Giménez et al., 2012). En el análisis de supervivencia, el consumidor evalúa muestras con diferentes tiempos de almacenamiento respondiendo con un "sí" o "no" a la pregunta ¿podría usted consumir el producto normalmente?. A partir de los datos se construye una función de supervivencia definida como la probabilidad de que un consumidor rechace un producto antes de un tiempo  $t$  y se calcula la vida útil sensorial como el tiempo en el cual un determinado número de consumidores rechaza el producto evaluado, generalmente 25 y 50% (Hough, 2010).

Los datos de consumidores también se utilizan en estudios acelerados de vida útil (Corrigan et al., 2012). Ello permite obtener información a niveles altos del factor de aceleración (temperatura, humedad relativa y actividad de agua, entre otros) y los resultados se extrapolan a condiciones normales de almacenamiento (Hough, 2010).



El objetivo de este trabajo fue estudiar la vida útil sensorial de laminados de guayaba (*Psidium guajava* L.) enriquecidos con inulina y calcio aplicando la metodología de la aceptabilidad límite y análisis de supervivencia con almacenamiento acelerado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Elaboración de laminados de guayaba

Los laminados de guayaba fueron elaborados según la metodología de Barazarte et al. (2015), utilizando 425 g de pulpa de guayaba, 50 g de sacarosa (Montalban, Central El Palmar, S.A., Venezuela), 25 g de fructosa (Now, Now Food, Bioomigdale, I.L., USA), 5,0 mL de solución de ácido cítrico al 30% p/v, 5,0 g de inulina (RAFTILOSE®, Cencozzotti, S.A. Caracas, Venezuela) y 5,0 g de lactato de calcio (pentahidratado, Laboratorios Calier de Venezuela, Aragua, Venezuela). Luego se cortaron en trozos de 8 x 3cm, se empacaron individualmente en papel celofán y se

colocaron en bolsas del mismo material a razón de 3 unidades por bolsa.

### Condiciones de almacenamiento

Los laminados empacados se colocaron en estufas de convección forzada Memmert 854 (Schwabach, Alemania) a diferentes temperaturas y tiempos de almacenamiento (Cuadro 1), tal como se recomienda en estudios acelerados de vida útil (Fernández y García, 2010). A medida que se cumplió cada tiempo de almacenamiento, las muestras se colocaron en bolsas de polietileno (3 bolsas de papel celofán de 3 unidades 8 x 3 cm, por cada bolsa de polietileno), se sellaron térmicamente y se guardaron a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Giménez et al., 2007). Las muestras fueron descongeladas 2 horas antes de la evaluación.

**Cuadro 1. Tiempos y temperaturas de almacenamiento de los laminados de guayaba**

Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Tiempo (días)				
25	0	15	30	45	61
	75	90	105	120	
35	0	11	22	33	44



	55	65	77	89	
45	0	11	19	27	35
	43	51	59	67	

### Estudio de consumidores

Para evaluar la vida útil del producto almacenado se desarrollaron 3 sesiones con 30 consumidores potenciales (Fizman et al., 2015), con edades y género detallados en el Cuadro 2 y seleccionados del ambiente universitario en base al interés de participar en el estudio.

**Cuadro 2. Distribución de edad y género de los participantes en el estudio**

Temperatura (°C)	Género (%)*		Edad (rango en años)
	M	F	
25	34	66	17 – 44
35	31	69	19 – 50
45	37	63	17 – 39

M: Masculino; F: Femenino

En cada sesión de evaluación se degustaron las 9 muestras correspondientes a cada temperatura en estudio, bajo series monádicas y un orden completamente aleatorizado. Al

consumidor se le sirvió un trozo de muestra de 2 x 3 cm por cada tiempo de almacenamiento y se le pidió valorar en primer lugar la aceptabilidad de los laminados usando una escala hedónica no estructurada de 10 cm, donde cero (0) representó “me disgusta mucho”, cinco (5) “indiferente” y diez (10) “me gusta mucho”. Luego, el consumidor respondió con un “sí” o un “no” la pregunta “en base a la calidad del producto ¿lo podría consumir regularmente?”. Lo planificado fue que los mismos consumidores evaluaran todas las muestras, sin embargo, debido a la dificultad de las personas para asistir a todos los ensayos, hubo variación entre los integrantes del panel de consumidores de cada sesión.

### Aceptabilidad límite

Se utilizó la metodología descrita por Fernández y García (2010) para estudios acelerados de vida útil. Se aplicó un análisis de regresión lineal de los datos obtenidos en cada temperatura en estudio, donde la aceptabilidad fue la variable dependiente y el tiempo de almacenamiento la variable



independiente. Se estableció el orden de la cinética de reacción de deterioro de la curva de aceptabilidad vs. tiempo de almacenamiento para cada temperatura y se determinó la pendiente o tasa de reacción (k). La vida útil de los laminados de guayaba se estimó como el tiempo necesario para que la aceptabilidad alcanzara el valor de 5,0 (Montes y Trindade, 2010), por considerarse el puntaje en el cual el producto deja de ser agradable al consumidor. Para estimar la vida útil de los laminados en cada temperatura en estudio se aplicó la ecuación:

$$t = \frac{D_t - D_o}{k} \quad (1)$$

Donde,

t: Vida útil (días) a una temperatura determinada.

Dt: Valor de aceptabilidad utilizado como índice de deterioro (5 cm).

Do: Aceptabilidad al tiempo 0.

k: Pendiente o tasa de reacción.

La interrelación entre la tasa de reacción y la temperatura fue establecida con la ecuación de Arrhenius:

$$k = k_o \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right) \quad (2)$$

Donde,

Ea: Energía de activación (Kcal/mol).

R: Constante universal de los gases (1,986 cal/mol K).

T: Temperatura absoluta (°K).

k<sub>o</sub>: Constante preexponencial o factor de frecuencia (1/días).

Se graficó Log t vs T para obtener una ecuación del tiempo en función de la temperatura y se determinó la vida útil del producto a 28 °C, valor promedio recomendado para un país tropical como Venezuela (Torres et al., 2001). Se aplicó la ecuación:

$$t = 10^{mT+b} \quad (3)$$

Donde,

t: Vida útil (días).

m: Pendiente de la ecuación.

T: Temperatura (28 °C).

b: Corte con el eje y.

### Análisis de supervivencia





Se aplicó la metodología de análisis de supervivencia con almacenamiento acelerado (Hough, 2010). Para ello se utilizaron los resultados de la pregunta: “en base a la calidad del producto, usted ¿lo podría consumir regularmente?”. Se estableció la relación entre la probabilidad de rechazo y la temperatura mediante la ecuación:

$$F(t, T) = F(tFA, T_n) \quad (4)$$

Donde,

$F(t, T)$  = Probabilidad de rechazo a un tiempo  $t$  y una temperatura  $T$ .

$F(tFA, T_n)$  = Probabilidad de rechazo a un tiempo  $t$  multiplicado por un factor de aceleración  $FA$ , a la temperatura normal de almacenamiento  $T_n$ .

Se utilizó una distribución de Weibull con parámetros  $\mu$  y  $\sigma$  para ajustar  $F(t)$ , por lo que la ecuación 4 se expresó:

$$\begin{aligned} \Phi \left[ \frac{\ln(t) - \mu_T}{\sigma} \right] &= \Phi \left[ \frac{\ln(tFA) - \mu_{T_n}}{\sigma} \right] = \\ &= \Phi \left[ \frac{\ln(t) - \mu_{T_n} - \ln(FA)}{\sigma} \right] \quad (5) \end{aligned}$$

Donde,

$\Phi$  = Distribución acumulada normal.

$\sigma$  = Parámetro de forma del modelo.

$\mu_T$  = Parámetro de localización del modelo.

$FA$  = Factor de aceleración.

En la ecuación 5 se asume que  $\sigma$  permanece constante a todas las temperaturas.  $\mu_T$  puede ser expresado según un modelo de regresión con inclusión de covariables como:

$$\mu_T = \beta_0 + \beta_1 Z \quad (6)$$

Con las siguientes consideraciones:

$$\ln(FA) = \frac{E_a}{R} \left[ \frac{1}{T_n} - \frac{1}{T} \right] \quad (7)$$

$$\beta_0 = \mu_{T_n} - \frac{E_a}{R} \quad (8)$$

$$\beta_1 = \frac{E_a}{R} \quad (9)$$

$$Z = \frac{1}{T} \quad (10)$$

En la estimación de vida útil por análisis de supervivencia, el momento en el cual el consumidor rechaza el producto





depende de los tiempos de almacenamiento utilizados, lo que impide observar con exactitud el tiempo de falla; los resultados originados por esta vía se denominan datos censurados (Fernández y García, 2010). En este estudio, los datos fueron clasificados según el tipo de censura para su análisis; considerando las muestras almacenadas a 25 °C: si un consumidor aceptó todas las muestras hasta 61 días y rechazó aquellas almacenadas después de 75 días, el tiempo de rechazo fue clasificado como censurado de intervalo entre 61 y 75 días. Si un consumidor aceptó todas las muestras, se consideró censurado a la derecha. Si aceptó la muestra fresca y rechazó el resto, se consideró censurado a la izquierda. Si el consumidor rechazó la muestra fresca fue excluido del estudio.

#### **Análisis físicos realizados durante el estudio de estabilidad**

Las muestras de laminados de cada tiempo y temperatura en estudio fueron sometidas a los siguientes análisis:

- **Color.** Se utilizó un colorímetro ColorFlex 45/0 (HunterLab, Reston, VA., U.S.A.) con la escala de color CIELAB

(sigla en inglés de "Comisión Internationale de l'Eclairage de Francia")  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . El componente  $L^*$  indicó la luminosidad, que varió desde 0 (color negro) hasta 100 (color blanco), el componente  $a^*$  tomó valores positivos para el color rojo y negativos para el verde, mientras que el componente  $b^*$  varió desde coloración amarilla (valores positivos) hasta azul (valores negativos). El ensayo se realizó por triplicado.

- **Dureza.** Los laminados fueron cortados en trozos de 2 x 2 cm y se les determinó la dureza utilizando un texturómetro TA – XT2i (Stable Micro Systems, Haslemere, Surrey, UK). Las condiciones preestablecidas del texturómetro fueron: modo de medida fuerza de compresión, opción retorno al inicio, velocidad de preensayo 2,0 mm/seg y velocidad de post-ensayo 10,0 mm/s. Se registró la fuerza de compresión necesaria para que la aguja recorriera una distancia de 1,0 mm del producto a una velocidad de 1,0 mm/s, lo cual representó la dureza del laminado. Se utilizaron 9 réplicas.



## Análisis estadístico

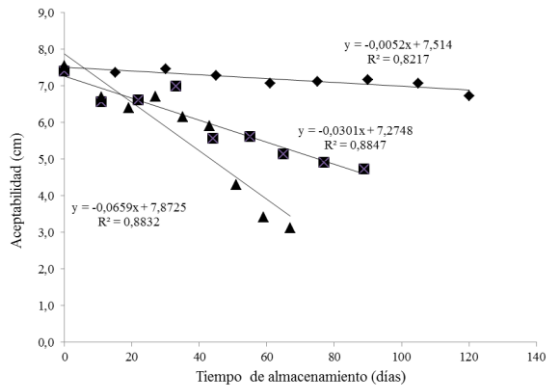
La variación en el tiempo de la aceptabilidad, color y dureza de los laminados de guayaba se estudió con análisis de regresión utilizando el paquete estadístico STATGRAPHICS plus, versión 5.1. El análisis de supervivencia se realizó con el procedimiento de KaplanMeier y CensorReg del paquete S-PLUS (Insightful Corporation, Seattle USA), con el cual se realizaron los siguientes cálculos: las distribuciones fueron graficadas para cada temperatura de manera individual utilizando el modelo de Weibull. Luego se ajustaron al modelo global que relaciona la probabilidad de rechazo con el tiempo y temperatura de almacenamiento utilizando la ecuación 5. Por último, el modelo global fue utilizado para estimar la vida útil de cada producto a 28 °C y 25 y 50% de probabilidad de rechazo (percentiles 25 y 50%, respectivamente).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

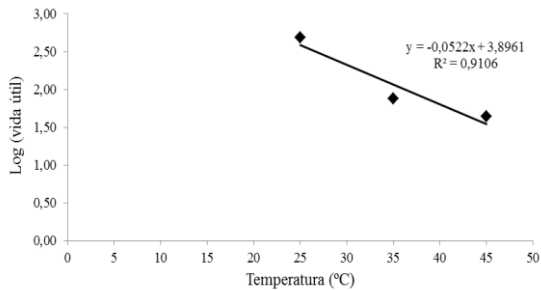
### Vida útil estimada por el método de aceptabilidad límite

En la Figura 1 se muestra la variación de la aceptabilidad de los laminados de guayaba durante el almacenamiento a tres temperaturas diferentes. Se observa una disminución de la aceptabilidad del producto con el tiempo y un incremento de la velocidad de deterioro con el aumento de la temperatura. Durante el lapso de estudio, los laminados almacenados a la temperatura de 25 °C conservaron características sensoriales agradables (aceptabilidad > 5,0 cm), mientras que los almacenados a 35 y 45°C se deterioraron (aceptabilidad < 5,0 cm). Las curvas presentaron alto coeficiente de determinación ( $R^2$ ), indicando que los modelos son adecuados para explicar la relación entre las variables. Cruz et al. (2010) determinaron una relación lineal entre la disminución de la aceptabilidad y el tiempo en muestras de yogurt almacenado a 10°C durante 84 días.

En la Figura 2 se muestra el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la vida útil de los laminados de guayaba. Se observa una relación entre



**Figura 1. Variación de la aceptabilidad de los laminados de guayaba almacenados. ♦ 25 °C, ■ 35 °C, ▲ 45 °C.**



**Figura 2. Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la vida útil de los laminados de guayaba**

las variables ajustada a un modelo lineal con alto  $R^2$ . A partir de la ecuación 3 y los datos del modelo se obtuvo una vida útil de 272 días a 28 °C, valor que supera a los presentados en estudios similares. Al respecto, Vijayanand et al. (2000) elaboraron laminados de guayaba que fueron estables sensorialmente durante 90

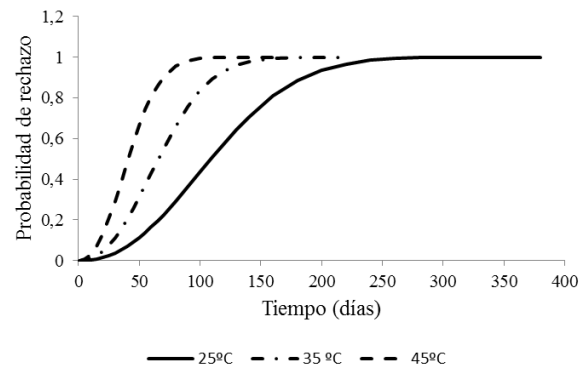
días cuando se almacenaron a 27 y 38 °C y se evaluaron con un panel entrenado de 15 personas. Ahmad et al. (2005) elaboraron láminas de lechosa-tomate aceptables durante 120 días de almacenamiento a temperaturas entre 35 y 45 °C, cuando fueron evaluadas por un panel entrenado de 14 personas.

### Análisis de supervivencia

En la Figura 3 se muestra la distribución de la probabilidad de rechazo en el tiempo de los laminados de guayaba a tres temperaturas diferentes, ajustada al modelo de Weibull presentado en la ecuación 5 con parámetros detallados en el Cuadro 3. Se visualizó aumento de la probabilidad de rechazo con el incremento del tiempo y la temperatura. También se observan curvas con pendientes más altas a medida que aumenta la temperatura de almacenamiento, reflejando mayor velocidad de deterioro con el incremento de la temperatura. Según la ecuación 5, la vida útil de los laminados de guayaba a la temperatura de almacenamiento de 28 °C, estimada como el tiempo necesario para



que determinado porcentaje de consumidores (25 y 50%) rechace el producto fue de 88,58 y 129,50 días con el percentil 25 y 50%, respectivamente. Existen diferentes factores que influyen en la selección del percentil adecuado para estimar la vida útil de los alimentos, tales como recompra del producto, importancia de la marca, entre otros (Hough et al., 2006). Para los laminados de guayaba, el percentil 50% resulta adecuado por tratarse de un producto nuevo, donde el consumidor aún no se ha familiarizado con las características sensoriales del alimento.



**Figura 3. Relación entre la probabilidad de rechazo de los laminados de guayaba y el tiempo de almacenamiento a 25, 35 y 45 °C.**

La vida útil estimada por análisis de supervivencia resultó menor a la calculada con la metodología de aceptabilidad límite. Esta diferencia se puede atribuir al valor de aceptabilidad utilizado como criterio de falla (5), que no se correlaciona con el criterio aplicado

**Cuadro 3. Parámetros del modelo de Weibull que relaciona la probabilidad de rechazo con el tiempo y la temperatura de almacenamiento de los laminados de guayaba**

	$\mu$			$\sigma$	$B_0$	$B_1$
	25 °C	35 °C	45 °C			
	5,27	4,45	3,68	0,449	-20,11	0,449

en el análisis de supervivencia (percentil 50). Giménez et al. (2008) utilizaron como criterio de falla una aceptabilidad

de 6 en una escala hedónica no estructurada de 9 puntos.

Los resultados de la estimación de la vida útil de los laminados de guayaba



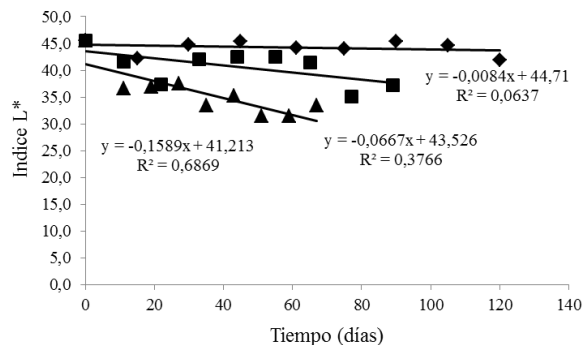
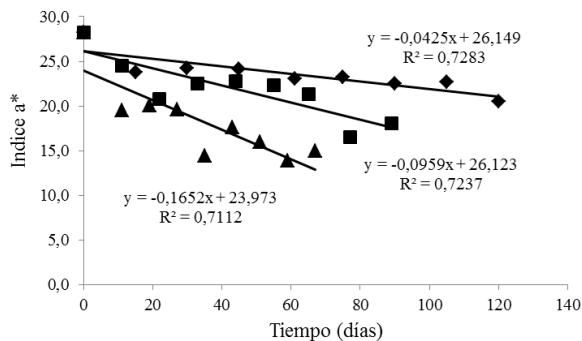
demuestran la sensibilidad de los consumidores a los cambios en las características sensoriales del producto causado por el aumento del tiempo y temperatura de almacenamiento, donde ocurren diferentes reacciones químicas que afectan las cualidades organolépticas de las láminas.

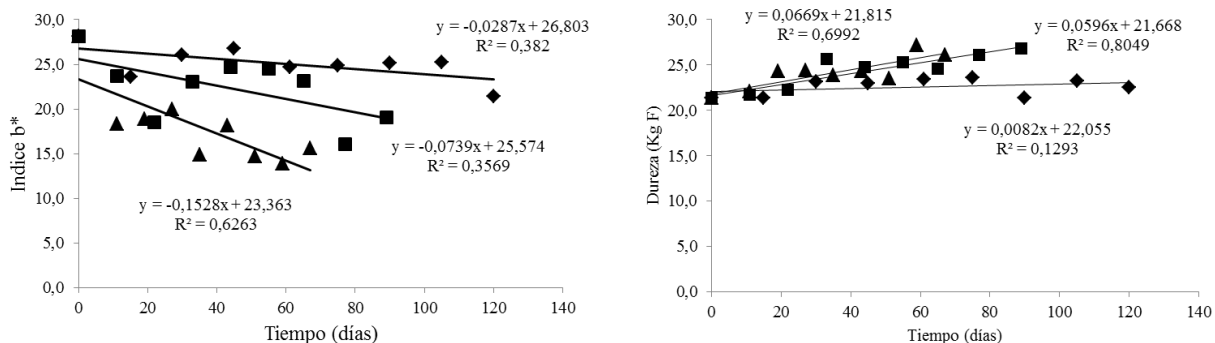
### Dureza y color de los laminados en el almacenamiento

En la Figura 4 se presenta el efecto del tiempo sobre la dureza de los laminados de guayaba a diferentes temperaturas de almacenamiento. A 25 °C el modelo presentó bajo coeficiente de determinación ( $R^2 = 0,1293$ ), mientras que a 35 y 45 °C los modelos lineales fueron adecuados ( $R^2 = 0,8049$  y  $0,6992$  para 45 y 35 °C, respectivamente), describiendo aumento de la dureza con el

tiempo de almacenamiento. Estos resultados indican que a 35 y 45 °C, un aumento en la dureza pudo causar disminución de la aceptabilidad y aumento del rechazo del producto con el consecuente deterioro, sin embargo, a 25 °C, la dureza no afectó el nivel de agrado de los laminados. Ahmad et al. (2005) encontraron aumento de la dureza en láminas de lechosa- tomate almacenadas entre 35 y 45 °C durante 120 días.

El efecto del tiempo de almacenamiento sobre el color de los laminados a diferentes temperaturas se muestra en la Figura 4. Se observa disminución de los índices  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  con el aumento del tiempo y la temperatura, que se traduce en oscurecimiento del producto y disminución del color rojo y amarillo.





**Figura 4. Variación del color y la dureza de los laminados de guayaba durante el almacenamiento. ◆ 25 °C, ■ 35 °C, ▲ 45 °C.**

También se detallan modelos con mayor  $R^2$  en el índice  $a^*$  en relación a los obtenidos en los índices  $b^*$  y  $L^*$ . El color es un componente de la calidad de frutas y derivados, por lo que afecta directamente el nivel de agrado de estos alimentos. La pérdida del color de los laminados de guayaba durante el almacenamiento se relaciona con el pardeamiento no enzimático, reacción que se acelera con la temperatura. Vijayanand et al. (2000) realizaron un estudio de estabilidad en láminas de guayaba y mango y observaron incremento significativo en el pardeamiento no enzimático durante el almacenamiento por 60 días. Además, observaron que la reacción incrementó con el aumento de la temperatura de almacenamiento.

## CONCLUSIONES

La vida útil sensorial de los laminados de guayaba enriquecidos con inulina y calcio es afectada por la temperatura de almacenamiento bajo una relación adecuada a un modelo lineal y un modelo de Weibull. Para el caso del mercado nacional, el producto evaluado posee una vida útil de 4 a 9 meses estimada a una temperatura promedio de 28 °C. Durante el almacenamiento, se producen cambios en las características sensoriales de los laminados de guayaba como pérdida del color y aumento de la dureza, que disminuyen la aceptabilidad y aumentan el rechazo por parte del consumidor, afectando la estabilidad del alimento.



## AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Decanato de Postgrado de la Universidad Simón Bolívar y al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad Lisandro Alvarado por el financiamiento concedido.

## REFERENCIAS

- Ahmad, S., Vashney, A.K. y Srivasta, P.K. (2005). *Quality attributes of fruit bar made from papaya and tomato by incorporating hydrocolloids*. International Journal of Food Properties, 8: 89–99.
- Ashaye, O.A., Babalola, S.O., Babalola, A.O., Aina, J.O. y Fasoyiro, S.B. (2005). *Chemical and organoleptic characterization of pawpaw and guava leathers*. World Journal of Agricultural Sciences, 1(1): 50-51.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. Cuarta Edición. México: Pearson Educación. 716 p.
- Barazarte, H., Sangronis, E., Moreno, I., Garmendia, C. y Mujica, Y. (2015). *Laminados de guayaba (Psidium guajava L.) enriquecidos con inulina y calcio*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 65 (4): 225-233.
- BeMiller, J.N. y Whistler, R.L. (2000). *Carbohidratos*. En: Fennema OR. *Química de los alimentos*. 2da. Edición. España: Editorial Acribia, S.A. p. 187-267.
- Corrigan, V., Hedderley, D. y Harvey, W. (2012). *Modeling the shelf life of fruit-filled snack bars using survival analysis and sensory profiling techniques*. Journal of Sensory Studies, 27: 403–416.
- Cruz, A.G., Walter, E.H.M., Silva, R., Faria, J.A.F., Bolini, H.M.A., Pinheiro, H.P. y Sant'Ana A.S. (2010). *Survival analysis methodology to predict the shelf-life of probiotic flavored yogurt*. Food Research International, 43:1444–1448.
- Fernández, J.J. y García, T. (2010). *Vida útil de los alimentos*. Venezuela: UNELLEZ. Publicaciones del área de estudios de postgrado. Serie investigación. 153 p.
- Fizman, S., Salgado, N., Orrego, C.E. y Ares, G. (2015). *Comparison of methods for generating sensory vocabulary with consumers: A case study with two types of satiating foods*. Food Quality and Preference, 44: 111–118.
- Giménez, A., Ares, F. y Ares, G. (2012). *Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches*. Food Research International, 49: 311–325.





- Giménez, A., Ares, G. y Gámbaro, A. (2008). *Survival analysis to estimate sensory shelf life using acceptability scores*. Journal of Sensory Studies, 23:571–582.
- Giménez, A., Varela, P., Salvador, A., Ares, G., Fizman, S. y Garitta, L. (2007). *Shelf life estimation of brown pan bread: A consumer approach*. Food Quality and Preference, 18: 196–204.
- Gómez, M. (1991). *Estudio de estabilidad de un alimento de humedad intermedia en forma de lámina*. Trabajo de Grado para optar al título de Magister en Ciencia de los Alimentos, Universidad Simón Bolívar. Sartenejas, Venezuela.
- Granato, D., Branco, G.F. y De Araújo, V.M. (2011). *Experimental design and application of response surface methodology for process modelling and optimization: A review*. Food Research International, artículo en prensa.
- Hough, G., Garitta, L. y Gómez, G. (2006). *Sensory shelf-life predictions by survival analysis accelerated storage models*. Food Quality and Preference, 17: 468–473.
- Hough, G. (2010). *Sensory shelf-life estimation of food products*. USA: CRC Press Taylor & Francis Group. 237 p.
- Huang, X. y Hsieh, F-H. (2005). *Physical properties, sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather*. Journal of Food Science, 70 (3): E177-E186.
- INN. Instituto Nacional de Nutrición. 2000. *Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana*. Venezuela: Serie Cuadernos Azules.
- Madrigal, L. y Sangronis, E. (2007). *La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 57 (4): 387-396.
- Montes, N.D. y Trindade, M. A. (2010). *Estimating sensory shelf life of chocolate and carrot cupcakes using acceptance tests*. Journal of Sensory Studies, 25: 260 – 279.
- Torres, A., Guerra, M. y Rosquete, Y. 2001. *Estimación de la vida útil de una fórmula dietética en función de la disminución de lisina*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas 21 (2): 129-133.
- Vatthanakul, S., Jangchud, A., Jangchud, K., Therdthai, N. y Wilkinson, B. (2010). *Gold kiwifruit leather product development using quality function deployment approach*. Food Quality and Preference, 21: 339–345.
- Vijayanand, P., Yadav, A.R., Balasubramanyam, N. y



- Narasimham, P. (2000). *Storage stability of guava fruit bar prepared using a new process*. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 33: 132-137.
- Yam, J.A., Villaseñor, C.A., Romantchik, E., Soto, M. y Peña M.A. (2010). *Una revisión sobre la importancia del fruto de guayaba (Psidium guajava L.) y sus principales características en la postcosecha*. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(4): 74-82.