

Laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*) enriquecidos con inulina y calcio

Humberto Emiro Barazarte Barazarte, Elba Sangronis, Ismar María Moreno Pérez,
Carlos Alberto Garmendia Guedez, Yelitza José Mujica

Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. Universidad Centroccidental
"Lisandro Alvarado" (UCLA), Edo. Lara, Venezuela.

RESUMEN: La guayaba (*Psidium guajava L.*) es una fruta de gran aceptación que puede ser utilizada como vehículo de nutrientes y componentes bioactivos, cualidades atractivas para elaborar alimentos con beneficios a la salud. Por tal motivo, se desarrollaron laminados de guayaba enriquecidos con inulina y calcio. Para elaborar los laminados se preparó un puré con pulpa de guayaba, sacarosa y fructosa en proporción 85:10:5, se adicionó inulina, lactato de calcio, solución de ácido cítrico (30%) y se deshidrató en un secador de bandejas a 60 °C. Se desarrollaron cuatro formulaciones variando las proporciones de inulina y lactato de calcio. Se evaluó la aceptabilidad global de los laminados con una escala hedónica no estructurada de 10 cm (cero representó "me disgusta mucho", cinco "indiferente" y diez "me gusta mucho") y la aceptabilidad de los atributos sensoriales dulzor, acidez, color y dureza al morder con una escala JAR (*just-about-right*) de 3 puntos. Se evaluaron las características físicas, químicas y nutricionales de los laminados elaborados bajo la formulación seleccionada sensorialmente. La aceptabilidad varió entre 6,6 y 7,2, donde los laminados elaborados con 1,0 g de inulina y 1,0 g de lactato de calcio/100g de pulpa representaron la mejor opción. El producto presentó bajo dulzor, alta acidez y alta dureza al morder, sin embargo, ninguno de los atributos causó desagrado. Los laminados de guayaba aportan calcio y fibra dietaria a la ingesta diaria y representan una opción innovadora con potencial de alimento funcional, útil para diversificar y motivar el consumo de frutas y derivados.

Palabras clave: Frutas tropicales, laminado de fruta, guayaba, fibra dietaria, escala JAR, *just-about-right*.

SUMMARY. Guava (*Psidium guajava L.*) laminates enriched with inulin and calcium. Guava (*Psidium guajava L.*) is a fruit of great acceptance that can be used as vehicle of nutrients and bioactive components, attractive qualities for making products with health benefits. Therefore, guava laminates enriched with inulin and calcium were developed. To elaborate the laminates a puree was prepared with guava pulp, sucrose and fructose in proportion 85:10:5, inulin, calcium lactate and citric acid solution (30%) was added and it was subjected to drying in a tray dehydrator at 60 °C. Four formulations were developed varying the proportions of inulin and calcium lactate. The overall acceptability of laminates was evaluated with a 10-cm unstructured hedonic scale (zero represented "I dislike much" five "indifferent" and ten "I like") and the acceptability of the sensory attributes sweetness, acidity, color and hardness to bite with a 3-point JAR (*just-about-right*) scale. Physical, chemical and nutritional characteristics of the laminates produced under the selected treatment were evaluated. Acceptability varied between 6.6 and 7.2, where laminates made with 1.0 g inulin and 1.0 g calcium lactate/ 100g pulp represented the best choice. The product presented low sweetness, high acidity and high hardness to bite, however, none of the attributes caused displeasure. Guava laminates provide calcium and dietary fiber daily intake and represent an innovative option with potential functional food, useful to diversify and encourage consumption of fruits and derivatives.

Key words: Tropical fruits, fruit laminated, guava, dietary fiber, JAR scale.

INTRODUCCIÓN

El término de alimentos funcionales incluye aquellos que además de aportar los nutrientes básicos mejoran las funciones fisiológicas del organismo humano, originando aumento del bienestar físico y mental del individuo y disminución del riesgo de enfermedad (1). Estos alimentos logran su objetivo

gracias a la presencia de componentes bioactivos, entre los que se destacan la fibra dietaria, ácidos grasos poliinsaturados, bacterias ácido lácticas y compuestos fenólicos (2). El desarrollo de alimentos funcionales permite proveer nutrientes que son escasos en la dieta del consumidor, tales como el calcio, hierro, vitamina C y ácido fólico, entre otros (1).

En el caso particular de la fibra dietaria, su consumo se ha relacionado con la prevención del cáncer gastrointestinal, además se han comprobado sus efectos hipocolesterolémicos, hipoglucémicos y prebióticos (3). La inulina es un carbohidrato considerado fibra dietaria soluble, con propiedades en el organismo de aumento de la masa fecal, disminución de los niveles de lípidos y glucosa en la sangre, control del estreñimiento y aumento de la absorción del calcio (4). La inulina también se utiliza como sustituto de grasa para elaborar alimentos con calorías reducidas (5).

Por su parte, la deficiencia de calcio dietario se ha relacionado con osteoporosis, enfermedades cardiovasculares, diabetes, obesidad y cáncer de colon (6). La osteoporosis se considera un problema de salud pública con consecuencias de invalidez en ancianos (7). El consumo de alimentos ricos en calcio constituye la mejor alternativa para combatir su deficiencia, garantizar una masa ósea adecuada y evitar la formación defectuosa de huesos, sin embargo, actualmente no existe criterio único sobre requerimientos para este mineral debido a numerosos factores que intervienen en su biodisponibilidad y a la variable interrelación con otros nutrientes que potencian su absorción, retención y aprovechamiento (6, 7).

La guayaba (*Psidium guajava L.*) es una fruta aromática rica en fibra dietaria, vitaminas y antioxidantes, que se ha propuesto para prevenir el estrés oxidativo, hiperlipidemias y reducir la presión arterial (8), representando una materia prima atractiva para la elaboración de alimentos funcionales (5) en los cuales se aprovechan los compuestos bioactivos de la fruta fresca. El potencial industrial de la guayaba se refleja en una amplia variedad de productos procesados: mermeladas, jaleas, jugos, concentrados, jarabes y productos enlatados y deshidratados, entre otros (8).

La guayaba ha sido utilizada para la elaboración de laminados de frutas con cualidades sensoriales agradables. Este producto se obtiene mediante el secado en bandejas de la pulpa de fruta hasta lograr una lámina delgada con humedad aproximada de 15% (9). Los laminados representan una alternativa de conservación de la guayaba para disminuir las pérdidas postcosecha causadas por su alta perecibilidad, además son una opción para diversificar su consumo

y aprovechar los beneficios de la fruta. Existen pocos trabajos científicos sobre la calidad nutricional y sensorial de los laminados de frutas, por lo que se crea la necesidad de desarrollar estudios relacionados con estos tópicos que involucren su utilidad como vehículos de enriquecimiento.

El presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo de laminados de guayaba enriquecidos con inulina y calcio, a fin de obtener un producto aceptado por consumidores y con potencialidad de alimento funcional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Frutos de guayaba (*Psidium guajava L.*) tipo criolla fueron adquiridos en un mercado local de la ciudad de Caracas, Venezuela y se seleccionaron en base al estado de madurez fisiológica, tamaño y apariencia regular y mínimos daños mecánicos y fúngicos. Los frutos se lavaron con agua para eliminar suciedad e impurezas y se trataron con una solución de hipoclorito de sodio (200 ppm). Se les eliminó el epicarpio, se cortaron en trozos, se desecharon las partes dañadas y se introdujeron en una despulpadora Sterling modelo Speed Trol (Power Systems, INC, Rennie St. Hamilton, Canadá) con tamiz de 0,020 pulgadas para eliminar las semillas. La pulpa se calentó en una marmita Groen modelo TDC/2-20 (ELK Grove Village, Illinois) hasta 85 °C por 1 min, se enfrió a temperatura ambiente, se empacó en bolsas de polietileno (1,0 kg de pulpa por bolsa) y se almacenó a temperatura de -20 °C.

Formulación de laminados

Se desarrollaron 4 formulaciones variando las proporciones de inulina (RAFTILOSE®, Cencozzotti, S.A. Caracas, Venezuela) y lactato de calcio (pentahidratado, Laboratorios Calier de Venezuela, Aragua, Venezuela), tal como se presenta en la Tabla 1. Se cumplió el requisito exigido por COVENIN 2952-1-97 (10) en alimentos enriquecidos, un mínimo de 5% de los requerimientos de ingesta diaria (RID) para la población venezolana; en el caso del calcio (RID = 1000 mg/día) corresponde un valor de 50 mg/ ración (6).

Para elaborar los laminados, en una batidora de uso doméstico se mezcló pulpa de guayaba, sacarosa (Montalban, Central El Palmar, S.A., Venezuela) y fructosa (Now. Now Food, Bioomigdale, I.L., USA)

TABLA 1: Formulaciones aplicadas para evaluar el efecto de los niveles de inulina y lactato de calcio sobre la aceptabilidad de los laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*)

Formulación	Inulina (g/100g pulpa)	Lactato de calcio (g/100g pulpa)
1	0,5	0,8
2	0,5	1,0
3	1,0	0,8
4	1,0	1,0

en una proporción pulpa:sacarosa:fructosa de 85:10:5 y solución de ácido cítrico al 30% (5,0 mL/500g de mezcla). La mezcla se calentó en baño termostático (Jouan, Virginia, USA) a 75 °C por 1 min, se enfrió a temperatura ambiente y se sometió a deshidratación a 60 °C a un espesor de 6 mm, utilizando bandejas de aluminio con recubrimiento de teflón y un secador de bandejas de convección forzada NATIONAL, Modelo TYZ-448644 (The National Drying Machinery, Pennsylvania, USA) hasta obtener una humedad de 13,0% aproximadamente. Los laminados se colocaron en papel celofán, se empacaron en bolsas de polietileno y se almacenaron a temperatura de -20 °C.

Cinética de secado de los laminados enriquecidos

Se estudió la pérdida de humedad en el tiempo de los laminados de guayaba durante la deshidratación en el secador de bandejas. La muestra fue colocada en bandeja de aluminio con recubrimiento de teflón a un espesor de 6 mm y se sometió al proceso de deshidratación a temperatura de 60 °C. La bandeja con la muestra fue retirada del secador a diferentes tiempos de trabajo y se tomó el peso con el uso de una balanza digital OHAUS modelo Adventurer Pro (OHAUS Corp., USA) con capacidad de 3100 g. El tiempo de pesaje duró 8 seg. El estudio de la cinética de secado se realizó por duplicado. El contenido de humedad del producto fue determinado según las ecuaciones:

$$W_t = \frac{(m_t - m_s)}{m_t} 100 \quad (1)$$

$$m_s = m_o - m_o (W_o / 100) \quad (2)$$

Donde:

Wt = Contenido de humedad del producto a un tiempo t.

mt = Peso del producto a un tiempo t.

ms = Peso seco del producto.

mo = Peso inicial del producto.

Wo = Humedad inicial del producto.

Aceptabilidad

La evaluación sensorial se realizó ante 100 consumidores potenciales con edades entre 18 y 60 años, 36% masculinos y 64% femeninos y seleccionados del ambiente universitario según su interés de participar en el estudio. A cada consumidor se le pidió que opinara sobre la aceptabilidad global de los laminados elaborados bajo las cuatro formulaciones desarrolladas 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 evaluó la aceptabilidad de los atributos dulzor, acidez, color y dureza al morder con una escala JAR (siglas en inglés de just-about-right) de 3 puntos. Las muestras fueron presentadas en trozos de 2 x 2 cm, bajo series monádicas y un orden completamente aleatorizado.

Caracterización de los laminados

A los laminados elaborados bajo la formulación seleccionada se les aplicó la metodología propuesta por la AOAC (11) para determinar pH (método 945.27), acidez titulable (método 942.15), actividad de agua (aw) (método 978.18), humedad (método 920.151), proteínas (método 920.152), grasas (método 920.39), cenizas (método 940.26), carbohidratos por diferencia y ácido ascórbico (método 967.21). El contenido de proteína se estimó considerando un factor de conversión de 6,25, mientras que la acidez titulable se expresó como ácido cítrico. También se midió el espesor de los laminados usando un vernier de 120 ± 0,05 mm (Mitutoyo, Brasil).

Debido a que la presencia de inulina afecta la determinación experimental, la fibra dietaria de los laminados se calculó por balance de materia en base al contenido de la pulpa de guayaba determinado según AOAC (11), método 985.29 y el adicionado durante el proceso de elaboración. Adicionalmente, se cuantificó hierro y calcio por espectroscopía de emisión atómica con plasma acoplado inducido utilizando el equipo Spectroflame XL ICP (GBC, Australia), previa

acidificación y dilución de las cenizas según AOAC (11), método 968.08.

A los laminados se les determinó la dureza utilizando un texturómetro TA – XT2i (Stable Micro Systems, Haslemere, Surrey, UK), para ello se cortaron muestras de laminados de 2 x 2 cm. 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.

Para el análisis de 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^* . A partir de los valores a^* y b^* se calcularon el tono (“hue”) ($h^\circ = \arctan [b^*/a^*]$) y la cromaticidad [$cr = (a2^2 + b2^2)^{1/2}$].

Contenido de polifenoles

A 1,0 g de muestra se le agregaron 40 mL de solución de HCl 2N (Merck, Darmstadt, Alemania) al 0,8% en metanol (Merck, Alemania)/agua (50:50 v/v), se agitó durante 1h y se centrifugó a 2500g por 10 min. Se separó el sobrenadante y se repitió la extracción con 40 mL de acetona (Merck, Alemania)/agua (70:30 v/v). Los sobrenadantes se combinaron y se llevaron a 100 mL con las soluciones extractoras (50:50 v/v) (12).

En un tubo de ensayo se colocaron 100 μ L del extracto y 5 mL de reactivo Folin Ciocalteu al 10,0% (Merck, Darmstadt, Alemania), se agitó y se dejó reposar por 8 min, se agregó 3,5 mL de solución de carbonato de sodio (Riedel de Haen, Alemania) a 57,5 g/500 mL, se agitó y se incubó en baño termostático (Jouan, Virginia, USA) a 40°C por 1 h. Se enfrió a temperatura ambiente y se determinó la absorbancia en un espectrofotómetro Spectronic 21D (Milton Roy, USA) a 765 nm. Los polifenoles totales se determinaron con una curva patrón de ácido gálico (Sigma-Aldrich, Steinheim, Alemania) con concentración de 0,05 a 0,30 mg /mL (13).

Actividad antioxidante

Se utilizó el método del 1,1-difenil-2-picril hidrazilo hidratado (DPPH) (14). Se mezcló 0,1 mL del extracto de polifenoles:metanol diluido en

metanol (1:0, 1:2, 1:4 y 1:6) con 3,9 mL de DPPH (Sigma, Alemania) a 0,025 g/L preparado en metanol y se determinó la absorbancia cada 5 min en un espectrofotómetro Spectronic 21D (Milton Roy, USA) a 515 nm hasta que se alcanzó el equilibrio. La concentración de DPPH (g/L) en el medio de reacción fue calculada por la ecuación:

$$\text{Absorbancia} = 2935,68 [\text{DPPH}] - 2,18 \times 10^{-3} \quad (3)$$

El remanente de DPPH fue estimado por la ecuación:

$$\text{DPPH}_{\text{Remanente}} (\%) = [\text{DPPH}]_T / [\text{DPPH}]_{T=0} \quad (4)$$

Donde:

$$\text{DPPH}_{\text{Remanente}} = \text{Remanente de DPPH en \%}$$

$[\text{DPPH}]_T$ = Concentración de DPPH en g/L a un tiempo determinado.

$$[\text{DPPH}]_{T=0} = \text{Concentración inicial de DPPH en g/L}$$

Los resultados se expresaron como la cantidad de muestra necesaria para disminuir en 50% la concentración inicial de DPPH (CE50), el tiempo necesario para alcanzar el estado de equilibrio a la concentración correspondiente a CE50 (TCE50) y la eficiencia antirradical (EA) que se estimó con la ecuación:

$$\text{EA} = 1/\text{EC50 TCE50} \quad (5)$$

Análisis estadístico

En la caracterización de los laminados se aplicó estadística descriptiva, mientras que la proporción adecuada de inulina y lactato de calcio en los laminados se seleccionó empleando ANOVA de bloques aleatorizados. Se usó el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus Versión 5.1. El efecto de los atributos sensoriales evaluados sobre el promedio de aceptabilidad se determinó mediante un análisis de penalidades, usando el programa estadístico XLSTAT 2014.

RESULTADOS

En la Figura 1 se presenta la curva de velocidad de secado de los laminados de guayaba enriquecidos con inulina y calcio en función del contenido de humedad, realizada a temperatura de 60 °C y flujo de aire constante. El proceso de secado ocurre en dos etapas a velocidad decreciente bajo un comportamiento lineal. Las ecuaciones obtenidas presentaron coeficiente de determinación (R^2) de 0,9894 y 0,9982, para la primera y segunda etapa, respectivamente, confirmando el efecto de la humedad del laminado sobre su tasa de

secado. De la ecuación 2 se estimó una humedad de equilibrio de 0,029 g agua/g sólido seco. La curva del contenido de humedad en función del tiempo de secado de los laminados se presenta en la Figura 2. Se observó un comportamiento exponencial, con disminución del contenido de humedad a medida que aumenta el tiempo de secado; el R2 fue de 0,9895.

En la Tabla 2 se muestran los promedios de aceptabilidad global dado por los consumidores potenciales a los laminados de guayaba enriquecidos con inulina y calcio. Se observan valores entre 6,6 y 7,2, lo que indica que el producto fue agradable a los consumidores, ya que en todos los casos se superó el valor de 5, que separa la zona de aceptación y rechazo. No se obtuvo diferencia estadística significativa entre la aceptabilidad promedio de los laminados elaborados bajo las 4 formulaciones ($p = 0,08$), lo que indica que los niveles de calcio e inulina utilizados no generaron diferencias en el nivel de agrado del producto.

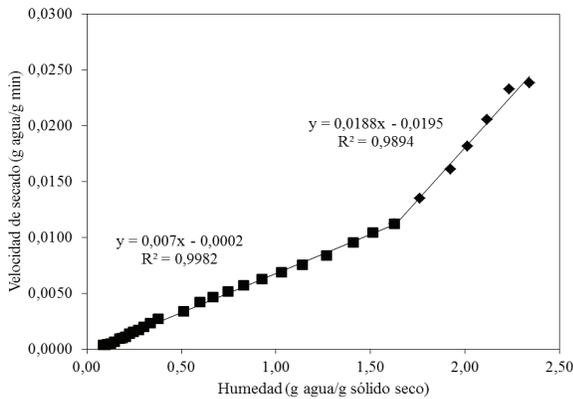


FIGURA 1: Velocidad de secado de los laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*)

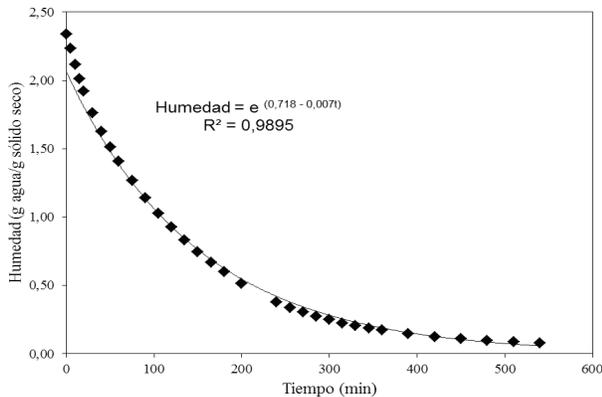


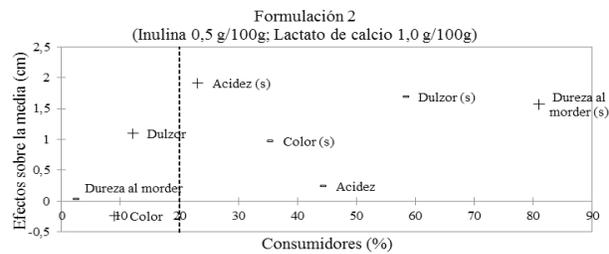
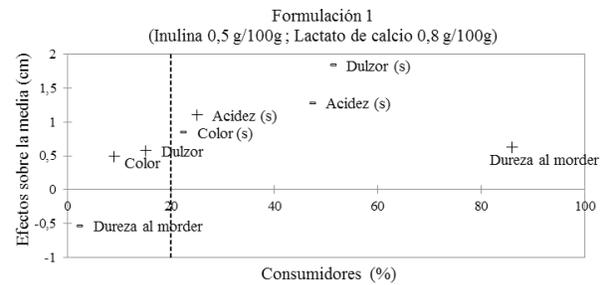
FIGURA 2: Humedad de los laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*) vs tiempo de secado.

TABLA 2: Aceptabilidad de los laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*) enriquecidos con inulina y lactato de calcio bajo 4 formulaciones diferentes.

	Formulación			
	1	2	3	4
Aceptabilidad*	7,2 ^a	6,6 ^a	6,9 ^a	7,2 ^a

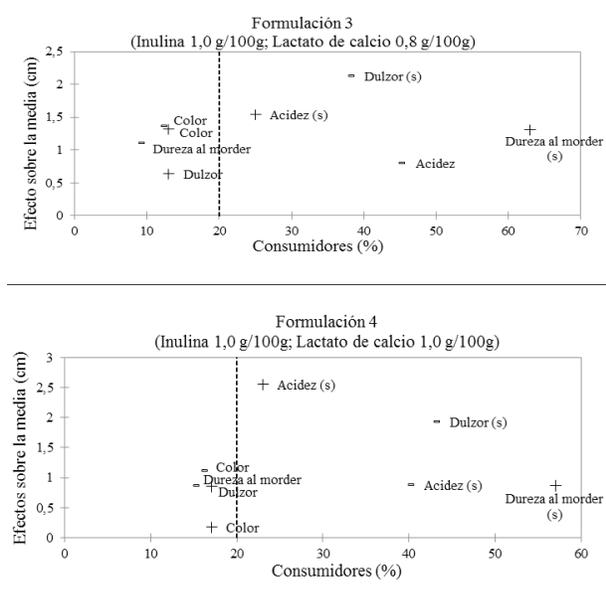
Resultados expresados como el promedio de aceptabilidad de 100 réplicas. Letras iguales indican no diferencia estadística significativa a un α de 0,05.

El análisis de penalidades representa una relación entre el efecto sobre la media de aceptabilidad de los niveles fuera del óptimo de cada descriptor de la escala JAR y el número de consumidores que seleccionan el nivel. Además de describir el producto, el análisis de penalidades permite estudiar si el nivel fuera del óptimo afecta significativamente el promedio de aceptabilidad, lo que representa la “penalidad”. En las Figuras 3 y 4 se presenta el efecto de los atributos dulzor, acidez, color y dureza al morder sobre la aceptabilidad de los laminados, medido con una



+ : Demasiado; - : Demasiado poco; s: Efecto significativo sobre la aceptabilidad.

FIGURA 3: Efecto de los atributos sensoriales sobre la aceptabilidad de los laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*), medido con escala JAR (*just-about-right*) y evaluado con un análisis de penalidades. Formulaciones 1 y 2.



+ : Demasiado; - : Demasiado poco; s: Efecto significativo sobre la aceptabilidad.

FIGURA 4: Efecto de los atributos sensoriales sobre la aceptabilidad de los laminados de guayaba (*Psidium guajava* L.), medido con escala JAR (*just-about-right*) y evaluado con un análisis de penalidades. Formulaciones 3 y 4.

escala JAR y evaluado con un análisis de penalidades. En todas las formulaciones, el producto fue descrito (≥ 20 consumidores) con bajo dulzor, alta acidez y alta dureza al morder. En el producto elaborado con las formulaciones 1 y 4 se detectó un efecto significativo de baja acidez. El color fue el atributo con menos incidencia en la aceptabilidad de los laminados de guayaba, con efecto significativo sólo en las formulaciones 1 y 2 y la calificación de “muy claro”, lo que refleja que los consumidores esperan una similitud entre el color de la fruta fresca y el laminado.

Las Tablas 3 y 4 contienen las características evaluadas, análisis químico y capacidad antioxidante de los laminados de guayaba elaborados con la formulación 4 (formulación seleccionada por su mayor aporte en inulina y lactato de calcio). Se observa un alto contenido de carbohidratos totales y se explica por la adición de azúcar (sacarosa y fructosa) y fibra dietaria. También se muestra alto contenido de cenizas, fibra dietaria y calcio causado por el enriquecimiento con lactato de calcio y fibra soluble (inulina). La humedad del producto (13,87 g/100g) se

TABLA 3: Características de los laminados de guayaba (*Psidium guajava* L.) enriquecidos con inulina y calcio.

Característica	Valor
aw	0,56 ± 0,01
pH	4,09 ± 0,04
Acidez titulable (g ácido cítrico/100g)	2,21 ± 0,08
Espesor (mm)	1,85 ± 0,17
Dureza (Kg F)	21,34 ± 2,27
Color	
L*	46,09 ± 0,24
a*	26,61 ± 0,23
b*	27,20 ± 0,36
Tono	45,95 ± 0,48
Croma	38,77 ± 0,22

Resultados expresados como la media y desviación estándar de 6 réplicas

TABLA 4: Análisis químico y capacidad antioxidante de los laminados de guayaba (*Psidium guajava* L.) enriquecidos con inulina y calcio. (g/100 g)

Característica	Contenido
Proteínas	1,44 ± 0,08
Grasa	0,52 ± 0,08
Cenizas	2,44 ± 0,23
Humedad	13,87 ± 0,31
Carbohidratos totales	81,73
Carbohidratos digeribles	68,97
Fibra dietaria*	
Total	12,76
Soluble	5,43
Insoluble	7,33
Calcio (mg/100g)	415,76 ± 13,81
Hierro (mg/100g)	0,66 ± 0,08
Polifenoles	
(g de ácido gálico/100g)	0,452 ± 0,06
Ácido ascórbico (mg/100g)	10,97 ± 1,02
Capacidad antioxidante	
EC50 (g ms Kg-1 DPPH)	2600,61 ± 168,3
TEC50 (min)	353,30 ± 25,00
EA (Kg DPPH/g ms x min)	1,10E-06 ± 1,28E-07

Resultados expresados como la media y desviación estándar de 6 réplicas. Carbohidratos totales: 100 – (proteína + grasa + ceniza + humedad); carbohidratos digeribles: carbohidratos totales – fibra dietaria. *Promedio de dos réplicas. DPPH: 1,1-difenil-2-picril hidrazilo hidratado. EC50: concentración de muestra que disminuye en 50% la concentración inicial de DPPH; TEC50: tiempo necesario para alcanzar el equilibrio a la concentración de CE50; EA: eficiencia antirradical

ubicó cerca del valor teórico esperado (13,0 g/100g). En relación a la capacidad antioxidante, los laminados de guayaba presentaron una EA baja ($\leq 1 \times 10^{-3}$) y una cinética lenta ($TEC_{50} > 30$ min) de acuerdo a la clasificación de estándares propuesta por Sánchez-Moreno y col. (14).

DISCUSIÓN

Cinética de secado de los laminados de guayaba

La pérdida de humedad durante el secado de los laminados de guayaba presentó un comportamiento típico de los productos agrícolas, caracterizado por dos zonas de secado a velocidad decreciente. Procesos de secado sin períodos de velocidad constante se observaron en la deshidratación de láminas de manzana (17). La ecuación de la curva contenido de humedad vs. tiempo de secado representa una herramienta útil para obtener el producto a la humedad deseada. De la ecuación se deduce un tiempo de secado de 6,2 horas para alcanzar una humedad promedio de 13,0% (15,1 g/100g sólido seco), que es el valor esperado en los laminados.

Evaluación sensorial de los laminados de guayaba

Los resultados de la prueba de aceptabilidad global demuestran la viabilidad de ofrecer laminados de guayaba enriquecidos, que además de ser un producto natural y contener fibra y calcio, presentan cualidades sensoriales agradables. En laminados de guayaba se ha reportado una aceptabilidad de 6,4 con escala hedónica estructurada de 9 puntos y 10 panelistas (15).

La aceptabilidad global comprende la combinación de diferentes atributos sensoriales, como el dulzor, la acidez, el color y la dureza al morder en el caso de los laminados. La aceptabilidad global promedio del producto elaborado bajo las 4 formulaciones se mantuvo por encima de la mitad de la escala (5), lo que indica que ninguno de los atributos evaluados originó desagrado del producto, sin embargo, el nivel de agrado podría aumentarse si se mejora el dulzor y la acidez. La calificación de alta dureza al morder procede de una característica propia de los laminados, que el consumidor desconoce por ser un producto poco común para el público venezolano. En laminados de pera se observó un efecto negativo de la dureza sobre el nivel de agrado y un incremento de la aceptabilidad del producto con el aumento del dulzor (16). En base a los resultados, el producto elaborado con la formulación 4 (1,0 g de inulina y 1,0 g de lactato de calcio/100g de pulpa) representa la mejor opción para

elaborar los laminados, ya que ofrece el mayor nivel de enriquecimiento.

Características de los laminados de guayaba

Los valores de pH y acidez difieren a los reportados en la literatura, Ahmad y col. (18) elaboraron laminados de tomate y lechosa con pH de 4,30 a 4,60 y acidez de 0,77 a 0,86 g/100g; Jain y Nema (19) indican acidez de 1,49 a 1,85 g/100g en laminados de guayaba. La divergencia se atribuye a las particularidades de cada ensayo, donde la acidez debe adecuarse a las exigencias de los consumidores y a las características de la fruta, mientras que el pH debe garantizar la formación del gel azúcar-ácidopectina. El valor de a_w es similar al 0,57 reportado en láminas de guayaba (9). El espesor establecido (1,85 \pm 0,17 mm) y la dureza (21,34 \pm 2,27 Kg F) confieren las características de láminas al producto y garantizan su flexibilidad. Los laminados de guayaba (Tabla 4) presentaron valores a^* y b^* positivos (a^* :26,61; b^* :27,20) indicando coloración roja y amarilla producto de la presencia de licopeno y betacaroteno en la fruta; altas concentraciones de betacaroteno y licopeno en guayaba han sido reportadas (20). El color rojo puede promocionar el consumo de los laminados porque los relaciona con la fruta fresca y a su vez genera la idea de un producto natural con las cualidades nutricionales y organolépticas de la guayaba. El valor L^* (46,09) refleja oscurecimiento del producto, debido principalmente a reacciones de Maillard (16).

En láminas de guayaba se ha reportado humedad de 16,40 g/100g, proteína de 2,67 g/100g, grasa 1,37 g/100g, carbohidratos 74,50 g/100g, cenizas de 2,87 g/100g (15) y ácido ascórbico de 237 mg/100g (15) y de 113,83 a 167,44 mg/100g (19), la divergencia con los resultados actuales puede proceder del enriquecimiento desarrollado, tratamiento térmico aplicado, proceso de secado, variedad de fruta utilizada, entre otros.

En base a una dieta diaria de 2300 Kcal (7) y un tamaño de ración de 17 g (según presentaciones comerciales de productos similares), los laminados de guayaba aportan un aproximado de 6 y 10% de calcio y fibra dietaria, respectivamente, que los convierte en una innovación en el país y una alternativa con potencial para proveer estos nutrientes. El contenido de fibra en los laminados permite el calificativo en el empaque de “Buena fuente de fibra” (10), ya que el aporte a las recomendaciones diarias se encuentra entre 10 y 19%.

Los laminados de guayaba presentaron propiedades antioxidantes menores a los reportados en guayaba (8), EC50: 370 g ms/Kg DPPH, TEC50: 30,75 min AE: 9,0E-05 Kg DPPH/g ms*min, atribuible al tratamiento térmico aplicado durante el proceso de elaboración y a la dilución ocasionada por la presencia de ingredientes diferentes a la pulpa en la formulación del producto, sin embargo, el producto desarrollado posee propiedades antioxidantes en niveles que podrían ser beneficiosos a la salud.

CONCLUSIÓN

Los laminados de guayaba enriquecidos con inulina y calcio son una innovación de alimentos que aportan energía a través de carbohidratos y contribuyen a cubrir las necesidades de ingesta diaria de calcio de la población. El producto representa un alimento potencialmente funcional con alto nivel de aceptabilidad y se considera una opción para diversificar y aumentar el consumo de frutas y derivados.

AGRADECIMIENTOS

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

1. Siró I, Kapolna E, Kapolna B, Lugasi. A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance-A review. *Appetite* 2008; 51(3):456-467.
2. Quintero VD, Giraldo GA, Cortes M. Desarrollo de pulpa de mango común tratada enzimáticamente y adicionada con calcio, oligofructosa y vitamina C. *Temas Agrarios*. 2011; 16 (1): 52 - 63.
3. Elleuch M, Bedigian D, Roiseux O, Besbes S, Blecker C, Attia H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chem*. 2011; 124: 411-421.
4. Madrigal L, Sangronis E. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Arch Latinoamer Nutr*. 2007; 57 (4): 387-396.
5. Ramírez AO, Ruiz JA. Elaboración de yogurt firme bajo en calorías con inulina y harina de guayaba (*Psidium guajava* L.) como saborizante. *Rev Fac Agron (LUZ)*. 2014; 31: 233-252.
6. Macías-Tomei C, Palacios C, Mariño M, Carías D, Noguera D, Chávez J. Valores de referencia de calcio, vitamina D, fósforo, magnesio y flúor para la población venezolana. *Arch Latinoamer Nutr*. 2013; 63 (4): 362-378.
7. INN. Instituto Nacional de Nutrición. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Venezuela: Serie Cuadernos Azules. 2000.
8. Jiménez-Escrig A, Rincón M, Pulido R, Saura-Calixto F. Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidant dietary fiber. *J Agric Food Chem*. 2001; 49: 5489-5493.
9. Vijayanand P, Yadav AR, Balasubramanyam N, Narasimham P. Storage stability of guava fruit bar prepared using a new process. *Lebensm Wiss Technol*. 2000; 33: 132-137.
10. COVENIN. 2952-1-97. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Directrices para la declaración de propiedades nutricionales y de salud en el rotulado de los alimentos envasados. FONDONORMA. Venezuela.
11. AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th edition. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists. 1990.
12. Sánchez-Alonso I, Jiménez-Escrig A, Saura-Calixto F, Borderías AJ. Effect of grape antioxidant dietary fibre on the prevention of lipid oxidation in miced fish: evaluation by different methodologies. *Food Chem*. 2007; 101:372-378.
13. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic*. 1965; 16: 144 - 158.
14. Sánchez-Moreno C, Larrauri JA, Saura-Calixto F. A procedure to measure the anti-radical efficiency of polyphenols. *J Sci Food Agric*. 1998; 78: 270 - 276.
15. Ashaye OA, Babalola SO, Babalola AO, Aina JO, Fasoyiro SB. Chemical and organoleptic characterization of pawpaw and guava leathers. *World J Agric Sci*. 2005; 1(1): 50-51.
16. Huang X, Hsieh F-H. Physical properties, sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather. *J Food Sci*. 2005; 70 (3): E177-E186.
17. Leiva E, Giannuzzi L, Giner S. Apple pectic gel produced by dehydration. *Food Bioprocess Technol*. 2007. Disponible en: <http://www.springerlink.com/>

- content/60175530329qh664/fulltext.pdf. Acceso: 20 may 2012.
18. Ahmad S, Vashney AK, Srivasta PK. Quality attributes of fruit bar made from papaya and tomato by incorporating hydrocolloids. *Int J Food Prop.* 2005; 8: 89–99.
 19. Jain PK, Nema PK. Processing of pulp of various cultivars of guava (*Psidium guajava L.*) for leather production. *Agric Eng Intl: the CIGRE J.* 2007; 9: 1-9.
 20. González IA. Caracterización química del color de diferentes variedades de guayaba (*Psidium guajava L.*) colombiana. Tesis presentada para optar al título de Magister en Ciencias – Química. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 2010.

Recibido: 11-07-2015

Aceptado: 02-10-2015