

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Agroindustria Alimentaria**  
**Ingeniería en Agroindustria Alimentaria**



Proyecto Especial de Graduación

**Desarrollo, caracterización físico - química y evaluación sensorial de láminas de banano (*Musa paradisiaca*) mejoradas nutricionalmente con lactosuero y cáscara de banano.**

Estudiantes

Andrea Micaela Jurado Cantos

Carmen Alejandra Nazar Pinel

Asesores

Jorge A. Cardona Ph.D.

Adriana Hernández, D.Sc.

Honduras, agosto 2022

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ADELA M. ACOSTA MARCHETTI**

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Anexos.....	6
Resumen .....	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos .....	12
Localización del Estudio .....	12
Materiales .....	12
Elaboración del Producto.....	12
Diseños Experimentales por Fases.....	14
Diseño Experimental de la Fase 1 .....	14
Diseño Experimental de la Fase 2 .....	14
Diseño Experimental de la Fase 3 .....	15
Fase 1. Análisis Físico - Químicos .....	15
Análisis Químicos .....	15
Análisis Físicos.....	15
Fase 2. Análisis Microbiológicos y Sensorial .....	16
Análisis Microbiológico .....	16
Análisis Sensorial.....	17
Fase 3. Análisis Químicos .....	17

Análisis de Proteína Cruda .....	17
Análisis de Fibra Dietética .....	18
Análisis de Humedad.....	19
Análisis de Cenizas .....	19
Análisis Estadísticos .....	19
Resultados y Discusión.....	21
Fase 1. Análisis Físico – Químicos .....	21
Análisis Químicos .....	21
Análisis Físicos.....	23
Fase 2. Análisis Microbiológico y Sensorial.....	29
Análisis Microbiológico .....	29
Análisis Sensorial.....	29
Fase 3. Análisis Químicos .....	33
Análisis de Proteína Cruda .....	34
Análisis de Fibra Dietética .....	35
Análisis de Humedad.....	35
Análisis de Ceniza.....	36
Conclusiones .....	38
Recomendaciones.....	39
Referencias.....	40
Anexos.....	46

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Formulaciones .....	13
Cuadro 2 Diseño experimental de la primera fase del estudio. ....	14
Cuadro 3 Descripción de cada tratamiento seleccionado. ....	14
Cuadro 4 Resultados del análisis de potencial de hidrógeno y sólidos solubles (%). ....	22
Cuadro 5 Resultados del análisis de textura. ....	24
Cuadro 6 Resultados del análisis de color: Valor L, a* y b* . ....	26
Cuadro 7 Resultados del análisis de color: Valor ángulo de matiz y croma. ....	28
Cuadro 8 Resultados del análisis microbiológico. ....	29
Cuadro 9 Resultados del análisis sensorial. ....	31
Cuadro 10 Resultados del análisis sensorial: Correlación por Aceptación General. ....	32
Cuadro 11 Resultados de análisis sensorial: Análisis de preferencia. ....	33
Cuadro 12 Resultado del análisis de proteína cruda (g/100 g). ....	34
Cuadro 13 Resultado del análisis de fibra dietética. ....	35
Cuadro 14 Resultado del análisis de humedad. ....	36
Cuadro 16 Resultado del análisis de cenizas. ....	37

## Índice de Anexos

Anexo A Escala de maduración de banano (Von Loesecke 1950). .....	46
Anexo B Reglamento Técnico Centroamericano para Criterios Microbiológicos.....	47
Anexo C Efecto e interacción de cada variable con relación al porcentaje de hidrógeno de las láminas. .....	48
Anexo D Efecto e interacción de cada variable con los sólidos solubles de las láminas. ....	49
Anexo E Efecto e interacción de cada variable con relación a la textura de las láminas. ....	50
Anexo F Efecto e interacción de cada variable con relación al color de las láminas (valor L). ....	51
Anexo G Efecto e interacción de cada con relación al color de las láminas (valor a*). ....	52
Anexo H Efecto e interacción de cada variable con relación al color de las láminas (valor b*). ....	53
Anexo I Efecto e interacción de cada variable con relación al color de las láminas (valor de ángulo de matiz). ....	54
Anexo J Efecto e interacción de cada variable con relación al color de las láminas (valor de croma). ....	55
Anexo K <i>Apéndice 2 del Bacteriological Analytical Manual (BAM)</i> . ....	56
Anexo L Boleta de evaluación sensorial.....	57
Anexo M Análisis sensorial: valores críticos de la prueba de preferencia (Basker y Kramer). ....	58
Anexo N Anexo E del Reglamento Técnico Centro Americano para Etiquetado Nutricional. ....	59

## Resumen

La tendencia de consumo de alimentos está cambiando a una más saludable y sostenible, buscando aprovechar residuos agroindustriales y mejorando el nivel de nutrientes de los alimentos. El objetivo de este estudio fue desarrollar láminas de banano deshidratadas utilizando coproductos de la agroindustria y evaluar sensorial y fisicoquímicamente las mismas. En la primera etapa se evaluó pH, °Brix, color y textura de tres formulaciones, con dos niveles diferentes de goma xantana y dos condiciones de secado (6 horas @50°C y 5 horas @60°C). Se evidenció que las condiciones de secado no influyeron en las características de las láminas. Por tal razón se seleccionaron tres tratamientos bajo la misma condición de secado (5 horas @60°C), sin lactosuero ni cáscara de banano (control), con 12% lactosuero, 6% cáscara de banano y sin goma xantana (T1) y con 12% lactosuero, 6% cáscara de banano y con goma xantana (T2). Para la segunda etapa, se realizaron análisis microbiológico y sensorial; en donde se determinó que las formulaciones más aceptadas fueron sin adición de suero ni cáscara de banano (control) y con 12% lactosuero, 6% cáscara de banano y sin goma xantana (T1). En la tercera etapa, se evaluó el contenido de proteína cruda, fibra dietética, humedad y cenizas de ambos tratamientos. T1 presentó más contenido de proteína, fibra dietética y cenizas en comparación con el control; 19, 128 y 244% respectivamente; concluyendo que se puede elaborar láminas de banano con coproductos agroindustriales, que sean aceptadas por los consumidores y mejorando su contenido nutricional.

*Palabras clave: coproductos, fibra, proteína, snack saludable.*

### Abstract

Food consumption is changing to a healthier and more sustainable tendency, by seeking to use agroindustrial wastes and improving foods nutritional value. The objective of this study was to develop dehydrated banana leathers using co-products from the food industry and to evaluate them sensorially and physicochemically. In the first stage, pH, soluble solids, color and texture of three formulations, with two different levels of xanthan gum and two drying conditions were evaluated (6 hours @50°C and 5 hours @60°C). The drying conditions did not influence the characteristics of the leathers. For this reason, three treatments were selected under the same drying condition (5 hours @60°C), without whey or banana peel (control), with 12% whey, 6% banana peel and no xanthan gum (T1) and with 12% whey, 6% banana peel and xanthan gum (T2). For the second stage, a microbiological and sensory analysis was carried out, where it was determined that the most acceptable formulations were those without the addition of whey or banana peel (control) and with 12% whey, 6% banana peel and without xanthan gum (T1). In the third stage, crude protein, dietary fiber, moisture and ash content of both treatments were evaluated. T1 presented more protein, dietary fiber and ash content compare to the control; 19, 28 and 244% respectively. In conclusion, it is possible to produce banana fruit leather with agroindustrial co-products, which are accepted by consumers and improved in their nutritional content.

*Keywords:* co-product, fiber, healthy snack, protein.

## Introducción

Los ámbitos alimenticios están cambiando últimamente, por esta razón el consumidor prefiere dietas más sanas y que brinden beneficios para la salud. De tal manera, se ha demostrado que autoridades gubernamentales y padres de familia están dispuestos a proveer desayunos y snacks saludables para los niños y adolescentes (Bastami et al. 2020), buscando snacks con ingredientes naturales, con menos grasas trans, más fibra y proteína (Chacón-Orduz et al. 2017). Siendo así la industria agroalimentaria ha visto la necesidad de mejorar los alimentos, un alimento nutricionalmente renovado o mejorado es en el cual se mejora su calidad de proteína, contenido energético o la cantidad de micronutrientes que contiene (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá 2015). Este mejoramiento se genera utilizando materia prima que contenga nutrientes como proteína, fibra, minerales y vitaminas. Para lograr este cometido se han desarrollado diferentes tipos de snacks utilizando fuentes altas de fibra como frutos secos; como fuente de proteína se utiliza granos y leguminosas (Castell 2016). Siendo esta la preferencia actual, se propone un snack saludable fuente de proteína y fibra conocido como láminas de frutas, debido a que una vez removida la cáscara de la fruta esta pierde su porcentaje de fibra y poseen niveles muy bajos de proteína.

Las láminas de fruta son aperitivos comúnmente destinado al consumo de niños como una alternativa saludable, por su bajo contenido de grasa, un aporte nulo de sal y un alto contenido de vitaminas; proporcionadas por las frutas usadas en su elaboración. Estas se obtienen al disminuir la humedad mediante un proceso de concentración y deshidratación (Merino 2002). Además, son elaboradas a partir de pulpa de frutas, azúcar y otros ingredientes. Al ser uno de los ingredientes primarios la pulpa de frutas; esta puede ser obtenida de frutas maduras, excedentes de puré utilizado en otro procesamiento o frutas que no han cumplido con los requerimientos de calidad para mercado fresco (Brown 2017).

El desperdicio y pérdida de frutas en América Latina y el Caribe es de aproximadamente un 55% de lo que se produce (Herrera 2016), debido a que existen frutas que no cumplen los Estándares

de calidad propuestos para ser comercializados en fresco, este porcentaje incluye los desechos generados tras el consumo de la fruta. Por otro lado, la industria láctea genera subproductos sólidos y líquidos, el más resaltante es el suero, ya que aproximadamente el 63% de la producción de leche se destina a la producción de queso (Cáceres 2012). Estos desperdicios pueden ser utilizados con fines agroindustriales. En el caso de las frutas, se procesan para elaborar jaleas, mermeladas y purés. En cuanto al suero, sus usos convencionales son requesón y nutrición deportiva, aun así, esto no representa un cambio grande en la industria, ya que su procesamiento es costoso y no todas las empresas pueden permitirse esa inversión. De tal manera el desecho del suero se convierte en un contaminante ambiente por su alto contenido de materia orgánica (Cáceres 2012).

El banano es una planta herbácea perteneciente a la familia de las Musáceas y se cultiva en regiones tropicales (Guerrero 2010), además contribuye a las economías de países con bajos ingresos como Ecuador, Honduras, Guatemala y Camerún (Arias et al. 2004). La cáscara del banano representa al rededor del 35 - 40% de todo el fruto (Melo Sabogal et al. 2015), generando residuos ya que comúnmente es desechada; aun así, contiene nutrientes que pueden ser aprovechados. La composición de la cáscara de banano es 88.94% de humedad y 11.06% de sólidos; entre estos 0.47% grasa, 0.74% proteína, 0.87% fibra y 8.3% carbohidratos totales (Pilco et al. 2018). La fibra está compuesta de polímeros de hidratos de carbono que el microbiota del intestino delgado no sintetiza, pasando directamente a la digestión y excreción. La fibra insoluble retiene agua, produce un aumento de masa fecal y acelera el tránsito intestinal; la fibra soluble es la encargada de inhibir la acción de la glucosa y el colesterol en el cuerpo (Escudero y González 2006).

El suero es la coagulación de las proteínas después del procesamiento de quesos. Los nutrientes no absorbidos por el queso quedan en el lactosuero. El suero ácido resulta de la fermentación dada por la adición de compuestos ácidos orgánicos. Mientras que el suero dulce es el resultado de la coagulación de la renina. Estudios indican que el suero dulce posee más cantidad de lactosa y proteína con relación al suero ácido (Parra 2009). Las proteínas son macromoléculas formadas

por una cadena larga de aminoácidos que contienen nitrógeno; muy importante para las estructuras de tejidos, procesos de crecimiento, desarrollo muscular y regula las funciones metabólicas (González-Torres et al. 2007). Gracias a los nutrientes que se encuentran en el suero, este se ha convertido en un subproducto importante en la industria, como fuente de los nutrientes que posee.

Además, se buscó una alternativa para contribuir con el ODS (objetivo de desarrollo sostenible) hambre cero (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [actualizado 2022]); siendo este un objetivo de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas. Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron elaborar láminas de banano nutricionalmente mejoradas con lactosuero y cáscara de banano, buscar la formulación más aceptada por el consumidor y realizar análisis fisicoquímicos de las láminas desarrolladas.

## **Materiales y Métodos**

### **Localización del Estudio**

El estudio se realizó en la Planta Hortofrutícola de Zamorano en su área de Procesamiento (PHF), en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ), en el Laboratorio de Microbiología (LMAZ). Todas las instalaciones forman parte del Departamento de Agroindustria Alimentaria, ubicadas en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Por otro lado, el análisis sensorial se llevó a cabo en el centro estudiantil Smith Falk.

### **Materiales**

Los bananos fueron obtenidos en la PHF mediante el proveedor de la misma institución. La variedad del banano recolectado fue Cavendish, con madurez de grado 6 (completamente amarillo, Anexo A). Se utilizó lactosuero dulce, obtenido de la elaboración de queso cheddar en la Planta de Lácteos de Zamorano. Los aditivos como benzoato de sodio, goma xantana, ácido cítrico y azúcar se obtuvieron de la PHF. Los utensilios utilizados en la elaboración de las láminas de banano fueron facilitados por la PHF de Zamorano.

### **Elaboración del Producto**

Para la preparación, se empezó con la recepción de los bananos. Esto se realizó en la Planta Hortofrutícola de Zamorano en su área de Poscosecha. Consiguientemente los bananos se lavaron y desinfectaron al ser sumergidos en agua de la red de abastecimiento con una solución de hipoclorito de sodio a 100ppm, apta para desinfectar agua para el consumo humano. El pelado y troceado del banano se realizó de forma manual con un cuchillo común de cocina donde primero se removió el tallo y punta del banano. Luego se separó el banano de la cáscara y ambos se cortaron en trozos pequeños. El banano y cáscara se licuaron por separado en la licuadora (Vitamix XL). El banano se licuó durante 45 segundos a una velocidad de 4.5 rpm. La cáscara se licuó durante 6 minutos a una velocidad de 3.5 rpm. Se pesó el banano, se añadió azúcar (6%), benzoato de sodio (0.1%) y ácido cítrico (0.2%), estos porcentajes se tomaron en cuenta para ser la formulación control del (Diamante et al. 2014).

Para dar paso al mejoramiento nutricional, se añadió lactosuero (12 y 24%) y cáscara de banano (6 y 12%) respectivamente para cada tratamiento. Además, se agregó goma xantana a ciertos tratamientos en porcentajes de 0 y 0.5%. Estas formulaciones se ven detalladas en el Cuadro 1. Cada tratamiento se mezcló manualmente con una espátula hasta quedar homogéneo. Se usó papel encerado al cuál se agregó una capa fina de aceite vegetal para facilitar el desprendimiento de las láminas una vez deshidratadas. Posterior a esto se vertió cada tratamiento de manera homogénea procurando tener un grosor aproximado de 3 a 4 mm. Las láminas se deshidrataron en el deshidratador Lassele, modelo DY/110H, durante cinco horas a 60 °C y por un tiempo de seis horas a 50 °C; esta última condición de secado fue aplicada únicamente para la primera fase de este estudio. Una vez transcurrido el tiempo establecido de su deshidratación, las láminas se sacaron del deshidratador y se mantuvieron fuera hasta que se enfriaran a una temperatura ambiente 20 – 21 °C aproximadamente, esto para evitar que las láminas desprendan líquidos en su almacenamiento. Una vez frías se almacenaron en contenedores de poliestireno (PP) y se mantuvieron en refrigeración (4 - 7° C) hasta realizar los análisis posteriores.

### Cuadro 1

#### Formulaciones.

Ingrediente (%)	Formulaciones					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Pulpa de banano	93.7	75.7	57.7	93.2	75.2	57.2
Lactosuero	-	12	24	-	12	24
Cáscara de banano	-	6	12	-	6	12
Benzoato de sodio	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Ácido cítrico	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Goma xantana	-	-	-	0.5	0.5	0.5
Azúcar	6	6	6	6	6	6

*Nota.* - No contiene este ingrediente en su formulación

## Diseños Experimentales por Fases

### *Diseño Experimental de la Fase 1*

Se realizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con un arreglo factorial de 3 x 2 x 2 con tres repeticiones. El modelo factorial consistió en tres formulaciones diferentes variando la concentración de suero y cáscara, dos condiciones de secado (60 °C durante cinco horas y 50 °C durante seis horas) y adición o no de goma xantana (0 y 0.5%) para un total de treinta y seis unidades experimentales (Cuadro 2).

### **Cuadro 2**

*Diseño experimental de la primera fase del estudio.*

Formulaciones	Goma xantana	Condiciones de secado	
		5h @ 60 °C	6h @ 50 °C
Control	Con	T1	T2
	Sin	T3	T4
F1	Con	T5	T6
	Sin	T7	T8
F2	Con	T9	T10
	Sin	T11	T12

### *Diseño Experimental de la Fase 2*

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA), con tres tratamientos (0% goma xantana, 0% lactosuero y 0% cáscara de banano), (0% goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banano) y (0.5% goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banano) con tres repeticiones para un total de nueve unidades experimentales (Cuadro 3). En esta segunda fase se realizó un análisis microbiológico para asegurar la inocuidad de las láminas. Posteriormente se llevó a cabo un análisis sensorial para determinar los tratamientos mejor aceptados y más preferidos por el panel.

### **Cuadro 3**

*Descripción de cada tratamiento seleccionado.*

Tratamiento	Descripción
Control	Sin goma xantana, 0% lactosuero y 0% cáscara de banano

---

1	Sin goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banana
2	Con goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banana

---

### ***Diseño Experimental de la Fase 3***

Se realizó un Diseño completamente al Azar (DCA), con tres repeticiones para los análisis de proteína. Mientras tanto para los análisis de fibra dietética, cenizas y humedad; se realizaron dos repeticiones. El diseño constó de dos formulaciones, las mejores evaluadas por los panelistas en la fase previa y sus respectivos valores por cada componente evaluado y las repeticiones de estos.

#### **Fase 1. Análisis Físico - Químicos**

##### ***Análisis Químicos***

###### **Sólidos Solubles (°Brix).**

Este análisis se realizó utilizando un refractómetro digital portátil marca (PAL-GRAPE MUST ATAGO 3880). Las láminas se llevaron a un baño de agua maría hasta disolverse y posteriormente se agregaron gotas de la lámina disuelta en el refractómetro hasta cubrir por completo el sensor donde se analizó la muestra. Para cada lectura se calibró ajustando a cero con agua destilada, se limpió el sensor y se realizaron tres lecturas por cada tratamiento.

###### **Potencial de Hidrógeno (pH).**

Para medir la acidez de cada tratamiento antes de su deshidratación, se utilizó el potenciómetro digital de la marca (EZODO 8200). La escala para medir el pH es de 0 - 14 donde 0 representa el grado máximo de acidez y 14 el grado máximo de alcalinidad. Las láminas se llevaron a un baño de agua maría hasta disolverse a un estado semi sólido como pure. Para cada repetición se calibró el equipo a un pH de 7 y se realizaron tres lecturas por tratamiento.

##### ***Análisis Físicos***

###### **Textura.**

Se analizó la textura de las láminas utilizando el texturómetro Brookfield CT3 con la sonda de extensibilidad TA-DGF; donde se aplicó un objetivo de deformación del 75% de la lámina, además

estas tenían una dimensión de 30 mm de longitud, 20 mm de anchura y 3 mm de altura. Los resultados fueron de la deformación de pico de fuerza de las láminas de banano expresada en milímetros (mm).

### **Color.**

Se utilizó la aplicación Color Assitant. La cual expresaba el color en valor R, G y B, los mismos fueron transformados a  $L^*a^*b^*$ , donde  $L^*$  muestra oscuridad y blanco en escala de 0 a 100,  $a^*$  representa color  $>0$  rojo y  $<0$  verde, y  $b^*$  un rango de colores  $>0$  amarillo y  $<0$  azul. Para este análisis se controló la distancia de la cámara del celular hasta la muestra (14.5 cm) y la iluminación presente para cada muestra. Se tomaron cuatro fotos por cada repetición, con un total de doce fotos por cada tratamiento evaluado.

Se realizó una selección de tratamientos para la siguiente fase con base a los resultados que presentaron mayor variabilidad de los análisis físicos y químicos. De los cuales se decidió utilizar tres tratamientos, Control sin goma, F2 con goma y F2 sin goma, todos bajo la misma condición de secado (60 °C durante cinco horas).

## **Fase 2. Análisis Microbiológicos y Sensorial**

### **Análisis Microbiológico**

Se realizaron pruebas microbiológicas para determinar la ausencia o presencia de coliformes totales, tal como lo establece el Reglamento Técnico Centroamericano: Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. Este reglamento establece un límite máximo permitido de  $< 3$  NMP/g de *Escherichia coli* presente para frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas (Ministerio de Salud 2009) (Anexo B). Por lo tanto, se realizó un análisis de Número Más Probable, con una serie de tres tubos y tres diluciones para detectar coliformes totales en las láminas. Se preparó la primera dilución pesando 10 gramos de cada uno de los tratamientos con 90 mL de buffer de fosfato, se agitó en el stomacher durante treinta segundos, posterior a esto se transfirió 1 mL de la dilución a cada tubo de la serie de tres tubos con Caldo Lauril, además de transferir 1 mL a un tubo con buffer de fosfato para poder obtener la dilución  $10^{-2}$ . El tubo con la dilución  $10^{-2}$  se agitó en el vortex durante

quince segundos. Los pasos anteriores se repitieron hasta obtener un factor de dilución de  $10^{-3}$ . Se incubaron los tubos a 35 °C durante cuarenta y ocho horas. Los resultados obtenidos se reportaron en función de NMP/g.

### ***Análisis Sensorial***

Se realizó un análisis sensorial de prueba de aceptación, con una escala hedónica de nueve puntos para medir el nivel de aceptación de las láminas, donde uno representaba “me disgusta muchísimo” y nueve “me gusta muchísimo”. El análisis se realizó con un panel de 105 personas no entrenadas, donde se evaluaron los atributos de apariencia, color, sabor, dulzura, gomosidad y aceptación general. Adicional a esto se realizó una prueba de preferencia por ordenamiento, en la cual se solicitaba al panelista que ordenara cada muestra en un rango de 1 - 3, siendo 1 el más preferido y 3 el menos preferido.

### **Fase 3. Análisis Químicos**

#### ***Análisis de Proteína Cruda***

Se realizó el análisis de proteína cruda a los dos tratamientos mejor aceptados por los panelistas, considerando tres repeticiones. Se utilizó el método oficial AOAC 2001.11, en el cual se pesó  $1 \pm 0.005$  g de las láminas, las cuales se colocaron en papel encerado. Posterior a esto se introdujeron las muestras en los tubos digestores y se añadió dos tablas Kjeltabs® en cada tubo y 12 mL de ácido sulfúrico. Se colocaron los tubos en el Digestor FOOS Tecator®. Una vez finalizado el proceso de digestión se destiló el amoniaco en el Destilador FOOS Kjeltec® 8200. Finalmente se realizó la titulación con ácido clorhídrico a 0.1N (AOAC International 2001). Los datos se expresaron en g/100g. Con la Ecuación 1, se calculó el promedio del volumen de ácido utilizado por los blancos, para poder aplicar este resultado en la Ecuación 2, donde se pudo calcular el porcentaje de nitrógeno que presentaba la muestra, finalmente se aplicó la Ecuación 3 para determinar el porcentaje de proteína cruda que contenía cada una de las muestras analizadas.

$$Vb = \frac{B1 + B2}{2} \quad [1]$$

Donde:

B1: Volumen de ácido usado en titulación del blanco 1

B2: Volumen de ácido usado en titulación del blanco 2

$$\%Nitrógeno = \frac{(Vm - Vb) \times N \times 14.01}{m \times 10} \quad [2]$$

Donde:

Vm: Volumen de ácido usado en titulación por la muestra (mL)

Vb: Volumen promedio del ácido usado en titulación por el blanco (mL)

N: Normalidad Del ácido clorhídrico estandarizado (N)

14.01: Peso atómico del nitrógeno.

$$\%Proteína = \%Nitrógeno \times 6.25 \quad [3]$$

Donde:

%N: porcentaje de nitrógeno

6.25: Factor para convertir nitrógeno para materiales de consumo.

### **Análisis de Fibra Dietética**

Con el apoyo del método AOAC 985.29, se realizó el análisis de fibra dietética por duplicado a cada una de las formulaciones mejor aceptadas por los panelistas en la fase anterior. La muestra llevó una preparación, la misma se secó en el horno durante la noche, se molió y pasó por un tamiz de 0.45 mm de diámetro. Para el proceso de digestión enzimática, se pesó  $1.000 \pm 0.005$  g de cada muestra. Estas muestras pasaron por un proceso de digestión enzimática (enzimas utilizadas: -amilasa, proteasa y amiloglucosidasa) y cambios de pH (inicialmente pH 6, luego  $pH 7.2 \pm 0.2$  y finalmente pH 4-4.6). Finalmente se realizó la filtración de las muestras, aplicando vacío y con baños de etanol al 78 y 95% y con acetona. El resultado de estos baños se secó durante la noche en un horno a  $105^\circ C$  (AOCS 2005).

### **Análisis de Humedad**

Aplicando el método AOAC 950.46B. Se pesaron 5 g de muestra en crisoles previamente secados. Posterior a esto se secaron los crisoles con las muestras en horno de convección a 100 °C durante diez y ocho horas. Transcurrido el tiempo se sacaron los crisoles. Se pesaron los crisoles y se calculó su porcentaje de humedad por diferencia de peso. Se aplicó la Ecuación 4 para poder determinar el peso exacto de la muestra que fue ingresada al horno de convección. Mediante la Ecuación 5 se determinó el porcentaje de humedad que presentaron las muestras analizadas

$$\text{Peso de la muestra} = (\text{peso del crisol} + \text{muestra}) - (\text{peso del crisol}) \quad [4]$$

$$\% \text{Humedad} = \frac{(\text{peso de crisol} + \text{muestra}) - (\text{peso de crisol} + \text{materia seca})}{(\text{peso de la muestra})} \times 100 \quad [5]$$

### **Análisis de Cenizas**

Mediante el método AOAC 923.03, se pesaron 3 - 4 g de muestra en crisoles pre-secados. Se colocaron los crisoles en la mufla a 550 °C. Después de cinco horas se sacaron los crisoles de la mufla. Se enfriaron los crisoles y se reportó su peso. Para poder calcular el porcentaje de cenizas de cada una de las láminas se utilizó la Ecuación 6.

$$\% \text{Cenizas} = \frac{(\text{peso de crisol} + \text{cenizas}) - (\text{peso de crisol})}{(\text{peso de la muestra})} \times 100 \quad [6]$$

### **Análisis Estadísticos**

Los resultados obtenidos en cada una de las fases del experimento se analizaron en el programa SAS (Statistical Analysis Software), versión 9.4, se realizó un análisis de varianzas (ANDEVA), una separación de medias mediante la prueba Duncan con un 95% de probabilidad ( $P < 0.05$ ); estos dos aplicados únicamente para las fases 1 y 2. En el caso de la Fase 1 se realizó además del análisis de varianza y la prueba Duncan; una separación de medias por la prueba LS Means con el mismo nivel de significancia de la prueba Duncan ( $P < 0.05$ ); para poder determinar los mejores tratamientos. Para la Fase 2, se añadió un análisis de correlación, con el propósito de poder analizar los resultados

obtenidos por el análisis sensorial realizado. En cuanto a la Fase 3 se realizó una prueba t de estudiante.

## Resultados y Discusión

### Fase 1. Análisis Físico – Químicos

Para la primera fase se realizaron análisis químicos como pH y °Brix, al igual que análisis físicos como textura y color. Estos análisis se desarrollaron con el objetivo de poder seleccionar tres formulaciones, las cuales fueron utilizadas en la siguiente fase. Esto se llevó a cabo analizando cada uno de los parámetros fisicoquímicos del alimento.

#### *Análisis Químicos*

##### **Potencial de hidrógeno (pH) y Sólidos solubles (°Brix).**

El pH de un alimento determina su nivel de acidez o alcalinidad. En el Cuadro 4 se muestra que se encontraron diferencias significativas mínimas entre los tratamientos ( $P \leq 0.05$ ). Demostrando así que los factores que tuvieron influencia en el pH del producto fueron la temperatura ( $Pr > F 0.0032$ ) y presencia de lactosuero y cáscara de banano ( $Pr > F 0.0001$ ), así como la interacción entre la goma xantana y temperatura ( $Pr > F 0.0292$ ), la interacción entre la formulación y la goma ( $Pr > F 0.0008$ ) y la interacción entre la formulación, goma y temperatura ( $Pr > F 0.0001$ ). Siendo los factores que más afectaron, el porcentaje de lactosuero y cáscara de banano presentes en la formulación y la interacción de estos con la temperatura y la goma xantana ( $Pr > F 0.0001$ ) (Anexo B).

La formulación con mayor contenido de pulpa de banano (control) presentó un rango de pH de 3.83 a 4.37, según Ngho et al. (2009), describen que el pH de la pulpa de banano al momento de su cosecha fue de 5.42 - 6.34 el cual disminuyó a 4.57 - 5.54 después de llegar a su maduración completa, debido a que el banano se encontraba en un estadio de madurez 6, el pH de las láminas con la formulación control, fue similar al de la pulpa de banano madura. Parra (2009), reportó que el pH del suero dulce es de 6.5, mientras tanto la cáscara del banano reporta un pH de 6.54 (Stavrinou et al. 2018), muy similar al reportado por Bhaumik y Mondal (2016), quienes observaron un pH de 6.2. A pesar de esto el producto que contenía en su formulación lactosuero y cáscara de banano presentó un pH en un rango de 2.70 - 3.67. El pH bajo que tuvieron las láminas, pudo ocurrir debido a la

presencia de fibra tanto en la cáscara de banano como en el propio banano, ya que esta reduce el pH en los alimentos (Safdari et al. 2021).

#### Cuadro 4

*Resultados del análisis de potencial de hidrógeno y sólidos solubles (%).*

Lactosuero (%)	Tratamiento			pH Media ± DE	°Brix (%) Media ± DE
	Cáscara de banano (%)	Goma (%)	Temperatura (°C)		
0	0	0	50	3.83 ± 0.21 <sup>B</sup>	31.20 ± 1.30 <sup>BC</sup>
		0.5		3.87 ± 0.15 <sup>B</sup>	36.53 ± 3.64 <sup>AB</sup>
		0	60	4.37 ± 0.23 <sup>A</sup>	42.90 ± 2.42 <sup>A</sup>
		0.5		3.87 ± 0.15 <sup>B</sup>	43.60 ± 8.24 <sup>A</sup>
12	6	0	50	3.67 ± 0.15 <sup>B</sup>	37.93 ± 6.31 <sup>AB</sup>
		0.5		2.70 ± 0.20 <sup>F</sup>	23.31 ± 2.63 <sup>CD</sup>
		0	60	3.20 ± 0.20 <sup>C</sup>	36.77 ± 2.55 <sup>AB</sup>
		0.5		3.60 ± 0.20 <sup>B</sup>	25.93 ± 2.4 <sup>CD</sup>
24	12	0	50	2.73 ± 0.15 <sup>EF</sup>	32.27 ± 4.25 <sup>BC</sup>
		0.5		3.03 ± 0.15 <sup>CDE</sup>	29.30 ± 4.00 <sup>BCD</sup>
		0	60	2.83 ± 0.15 <sup>DEF</sup>	41.37 ± 7.90 <sup>A</sup>
		0.5		3.10 ± 0.17 <sup>CD</sup>	22.13 ± 2.58 <sup>D</sup>
%CV				5.04	13.60

*Nota.* Desviación Estándar (DE), Coeficiente de Variación (CV), A-F: medias con letra diferente en cada columna indican diferencias entre tratamientos ( $P \leq 0.05$ ).

Los °Brix determinan la cantidad de sólidos solubles que el producto tiene. En el Cuadro 4, se expresa una diferencia significativa entre los tratamientos ( $P \leq 0.05$ ), los factores que tuvieron un efecto significativo en los °Brix fueron la formulación ( $Pr > F 0.0008$ ), la adición o no de goma xantana ( $Pr > F 0.0002$ ), la temperatura ( $Pr > F 0.0346$ ) y la interacción de la formulación y goma ( $Pr > F 0.0008$ ), así como la interacción de la formulación y temperatura ( $Pr > F 0.0381$ ), siendo el factor más influyente la presencia o ausencia de goma xantana (Anexo C). Youryon y Supapvanich (2017) indicaron que los °Brix del banano maduro evaluado en su estudio se encontraban entre 27.8 y 29.4 °Brix los cuales aumentaron a medida incrementaba el tiempo de maduración de la fruta. Los sólidos solubles que presentó la formulación control varían entre 31.20 a 43.60%, esto recalando que los bananos utilizados se encontraban en un estado de maduración avanzado y añadiendo que este producto contenía azúcar y fue deshidrato, lo cual concentró la cantidad de sólidos solubles disponibles en el producto.

Conforme con Guerrero et al. (2010), el lactosuero dulce evaluado contenía 6.05 y 9.21% de sólidos solubles con un promedio de 6.8%. Por otro lado, un estudio reportó que la cáscara de banano tenía entre 17 a 27 % °Brix, valores cuales aumentaban con el tiempo (Rahman M et al. 2020). En relación con esto, en este estudio se puede evidenciar como en el control, sin lactosuero ni cáscara de banano; los sólidos solubles fueron más elevados, ya que es netamente la pulpa de banano que se oxida en estas formulaciones. Así mismo la presencia de goma xantana tuvo una influencia en el porcentaje de sólidos solubles presentes, ya que la goma xantana evita la sinéresis del producto, dando paso a la generación de una hidrólisis a nivel molecular, descendiendo los °Brix de las láminas (Ball 1997). La goma xantana posee la capacidad de retener agua, por tal razón al momento de aplicar calor evita que el producto pierda humedad, favoreciendo ciertas características fisicoquímicas que se espera en los alimentos (Aguilar et al. 2005) y exista un mayor rendimiento del producto. Por otro lado cuando no se usa hidrocoloides y se aplican temperaturas elevada hacia los productos alimenticios, estos tienen a reducir su masa final; debido a que pierden agua (de Mello y Pippa 2009).

### ***Análisis Físicos***

#### **Análisis de Textura.**

Se analizó la capacidad de elasticidad de la lámina, demostrando que existe diferencias significativas en los diversos tratamientos ( $P \leq 0.05$ ). A pesar de esto, varios fueron similares, como se observa en el Cuadro 5 el tratamiento que sí mostró diferencia en comparación a los demás fue la formulación que contaba con 12% de lactosuero, 6% de cáscara de banano, 0.5% de goma xantana y deshidratada a 50 °C. El factor que más influenció a la deformación de las láminas fue la presencia o ausencia de goma xantana ( $Pr > F < .0001$ ), sin embargo, la formulación también influenció sobre la textura de las láminas ( $Pr > F 0.0072$ ) al igual que la interacción entre la formulación y la goma xantana ( $Pr > F 0.0436$ ) (Anexo D).

Los tratamientos que tenían goma xantana en su formulación son los que presentaron una mayor resistencia a la deformación, alrededor de un 78% más resistentes versus los tratamientos que

no contenían goma xantana en su formulación; el uso de hidrocoloides como gomas, cambia la textura de las láminas, generando una mayor extensibilidad y resistencia a la ruptura (Gujral et al. 2013). En el rango de 40 – 60 °C las moléculas que conforman la goma xantana se desordenan, generando una mayor extensibilidad y viscosidad (García-Ochoa et al. 2000). Según el estudio presentado por Barman et al. (2021), al añadir goma xantana en una concentración de 0.5% en láminas de kiwi presentaron una deformación de  $9.50 \pm 0.071$  mm, valor que incrementó en extensibilidad al aumentar el porcentaje de hidrocoloide en la formulación. Este valor fue muy similar al obtenido en este estudio, siendo que las láminas con goma xantana tuvieron una deformación de 4.57 a 10.87 mm. La goma xantana genera puentes de hidrógeno, lo cuales generan asociaciones en el medio que se encuentran (Borges y Vendruscolo 2008) , generando una mayor extensibilidad a los productos que la contienen.

#### Cuadro 5

*Resultados del análisis de textura.*

Lactosuero (%)	Tratamiento			Deformación (mm)
	Cáscara de banano (%)	Goma (%)	Temperatura (°C)	Media $\pm$ DE
0	0	0	50	$4.52 \pm 0.71^{CD}$
		0.5		$6.68 \pm 1.35^{BC}$
		0	60	$3.55 \pm 1.03^D$
		0.5		$4.57 \pm 1.52^{CD}$
12	6	0	50	$4.57 \pm 1.77^{CD}$
		0.5		$10.87 \pm 03.90^A$
		0	60	$4.53 \pm 1.11^{CD}$
		0.5		$7.75 \pm 0.52^B$
24	12	0	50	$4.16 \pm 0.31^{CD}$
		0.5		$7.33 \pm 0.98^B$
		0	60	$4.10 \pm 0.60^{CD}$
		0.5		$8.09 \pm 0.40^B$
%CV				24.75

*Nota.* Desviación Estándar (DE), Coeficiente de Variación (CV), A-D: medias con letra diferente en cada columna indican diferencias entre tratamientos ( $P \leq 0.05$ ).

#### **Análisis de Color.**

Como se puede observar en el Cuadro 6, la presencia de goma xantana fue el factor que más afectó a los valores L y a con probabilidades de (0.0115 y  $<.0001$ ) respectivamente (Anexo E). Aun así, para el valor L la formulación también tuvo una influencia ( $Pr > F 0.0272$ ), las condiciones de secado

( $Pr > F 0.0240$ ) y la interacción entre la goma xantana y las condiciones de secado ( $Pr > F 0.0366$ ). La formulación utilizada también afectó al valor  $a^*$  ( $Pr > F < .0001$ ), al igual que la interacción entre la formulación y la goma xantana ( $Pr > F < .0001$ ), la interacción entre la formulación y las condiciones de secado ( $Pr > F 0.0086$ ) y la interacción entre las variables formulación, goma xantana y condiciones de secado ( $Pr > F 0.0007$ ) (Anexo F); en cuanto al valor  $b^*$  el factor que más influyó a este valor fue las condiciones de secado utilizadas (0.0075), sin embargo la interacción entre la formulación, goma xantana y temperatura también tuvieron una influencia en este valor ( $Pr > F 0.0147$ ) (Anexo G).

De acuerdo con el estudio realizado por Singh Gujral y Singh Brar (2003), en el cual estudiaron el efecto de los hidrocoloides en diferentes aspectos de las láminas de mango, indicaron que los valores de L, a y b fueron de 35.08, 12.33 y 20.74 respectivamente. En dicho estudio concluyeron que el aumento en la concentración de hidrocoloides para el valor L no presentaba ningún cambio significativo. Estos datos son similares a los observados en este estudio donde las formulaciones que presentaban goma xantana su valor de L no se veía influencia significativamente.

Para láminas de banano sin adición de gomas u otros compuestos, los valores de color rondaron entre 41.42 - 46.75 para el valor L, 2.27 - 9.34 para el valor  $a^*$  y 14.11 - 25.51 en cuanto al valor  $b^*$  (Setiaboma et al. 2019). Estos valores difieren de los encontrados en este estudio, puesto que el rango encontrado en el valor L para las láminas sin goma xantana fue 21.97 a 29.70. Por otro lado, el valor  $a^*$  rondó entre 11.65 y 19.55, mientras que los valores de  $b^*$  estaban en el rango entre 15.77 y 29.51.

De igual manera La Fuente y Lopes (2018), evaluaron la escala CIELAB en chips de banano, en su estudio se demostró que los valores de  $a^*$  y  $b^*$ , no variaron al aplicar tratamientos térmicos como HTST o air-drying. Mientras tanto los valores de L se vieron más influenciados, debido a la oxidación que se dio en el producto. No obstante, en este estudio, el valor L no presentó cambios significativos; esto se debe a la adición de goma xantana en la formulación de las láminas, ya que no permite un cambio en este valor.

**Cuadro 6**

Resultados del análisis de color: Valor L, a\* y b\*.

LS (%)	Tratamiento			Valor L	Valor a*	Valor b*
	CB (%)	G (%)	T (°C)	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
0	0	0	50	29.70 ± 6.89 <sup>AB</sup>	14.12 ± 2.72 <sup>CD</sup>	29.51 ± 4.54 <sup>AB</sup>
		0.5		27.28 ± 5.07 <sup>AB</sup>	12.91 ± 2.63 <sup>DE</sup>	26.54 ± 4.82 <sup>ABC</sup>
		0	60	21.97 ± 5.13 <sup>C</sup>	11.65 ± 3.05 <sup>EF</sup>	23.41 ± 5.18 <sup>C</sup>
		0.5		24.65 ± 5.60 <sup>BC</sup>	12.78 ± 1.61 <sup>DE</sup>	25.80 ± 4.79 <sup>BC</sup>
12	6	0	50	28.67 ± 7.94 <sup>AB</sup>	16.75 ± 3.20 <sup>B</sup>	26.67 ± 5.99 <sup>A</sup>
		0.5		31.17 ± 4.55 <sup>A</sup>	10.61 ± 2.19 <sup>F</sup>	25.80 ± 2.17 <sup>BC</sup>
		0	60	25.82 ± 5.63 <sup>ABC</sup>	16.48 ± 2.78 <sup>B</sup>	26.92 ± 3.26 <sup>ABC</sup>
		0.5		30.66 ± 4.74 <sup>A</sup>	13.34 ± 1.90 <sup>DE</sup>	25.78 ± 3.43 <sup>BC</sup>
24	12	0	50	26.38 ± 8.00 <sup>ABC</sup>	15.77 ± 2.92 <sup>BC</sup>	15.77 ± 5.63 <sup>ABC</sup>
		0.5		27.61 ± 5.4 <sup>AB</sup>	14.12 ± 3.37 <sup>CD</sup>	29.77 ± 4.02 <sup>AB</sup>
		0	60	24.30 ± 6.19 <sup>BC</sup>	19.55 ± 1.03 <sup>A</sup>	28.26 ± 5.50 <sup>AB</sup>
		0.5		30.25 ± 3.13 <sup>A</sup>	13.65 ± 1.60 <sup>CDE</sup>	26.53 ± 3.96 <sup>ABC</sup>
%CV				6.60	3.35	5.24

Nota. LS: Lactosuero, CB: Cáscara de banano, G: Goma xantana, T: Temperatura, L: Luminosidad (0=negro, 100= blanco), a\*: (-60= verde, +60= rojo), b\*: (-60= azul, +60= amarillo), Desviación Estándar (DE), Coeficiente de Variación (CV), A-E: medias con letra diferente en cada columna indican diferencias entre tratamientos ( $P \leq 0.05$ ).

Los valores de ángulo de matiz y croma determinan la pureza del color que la lámina presentó. En el Cuadro 7 se muestra una diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos ( $P \leq 0.05$ ) y su respectivo valor de ángulo de matiz y croma. Las variables que tuvieron un efecto sobre el ángulo de matiz fueron: la ausencia o presencia de goma xantana ( $Pr > F 0.0022$ ), las condiciones de secado aplicadas ( $Pr > F 0.0092$ ) y la interacción entre el tipo de formulación y la cantidad de goma aplicada ( $Pr > F 0.0258$ ). Siendo el factor más significativo la presencia o ausencia de goma xantana (Anexo H).

Aquellos tratamientos que no tenían un porcentaje de lactosuero y cáscara de banano presentaron un ángulo de matiz de 62.75 a 64.25° (tonalidad amarilla), mientras tanto aquellas formulaciones que si tenía en su composición porcentajes de cáscara de banano tiene un ángulo de matiz de 53-66.92°. El ángulo de matiz y croma de la cáscara de banana varia entorno al estado de maduración del banano, por lo que, se encuentran en un rango de ángulo de matiz de 61 - 96° y croma de 30 - 44 al noveno día de postcosecha (Ji et al. 2013). Siendo similares a los encontrados en el estudio presentado.

Por otro lado, las variables que tuvieron mayor incidencia sobre el valor croma de las láminas fueron: la formulación utilizada ( $Pr > F 0.0140$ ), la cantidad de goma xantana utilizada ( $Pr > F 0.0010$ ), las condiciones de secado aplicadas ( $Pr > F 0.0219$ ), la interacción entre la goma xantana y las condiciones de secado ( $Pr > F 0.0017$ ), la interacción entre la formulación y la goma xantana ( $Pr > F 0.0456$ ) y la interacción entre las tres variables formulación, goma xantana y condiciones de secado ( $Pr > F 0.0474$ ) (Anexo I). El valor croma obtenido para los tratamientos que no contenían lactosuero o cáscara de banano en su formulación fue entre 26.30 y 32.88 (tonalidad un poco opaca entre amarillo y rojizo). Las láminas deshidratadas de frutas por lo general poseen un valor de croma de 24 - 48, cuando son sometidas a una temperatura de 60 °C (Bandaru y Bakshi 2020). Lo cual no se alejó de los valores presentados en el estudio. En cuanto a los tratamientos que contenían lactosuero y cáscara de banano, estos presentaron unos valores de croma que van desde 27.49 hasta 35.33. En cuanto a los tratamientos que contenían lactosuero y cáscara de banano, estos presentaron unos valores en croma que van desde 27.49 hasta 35.33. Por otro lado, las variables que tuvieron mayor incidencia sobre el valor croma de las láminas fueron: la formulación utilizada ( $Pr > F 0.0140$ ), la cantidad de goma xantana utilizada ( $Pr > F 0.0010$ ), las condiciones de secado aplicadas ( $Pr > F 0.0219$ ), la interacción entre la goma xantana y las condiciones de secado ( $Pr > F 0.0017$ ), la interacción entre la formulación y la goma xantana ( $Pr > F 0.0456$ ) y la interacción entre las tres variables formulación, goma xantana y condiciones de secado ( $Pr > F 0.0474$ ). El valor croma obtenido para los tratamientos que no contenían lactosuero o cáscara de banano en su formulación fue entre 26.30 y 32.88 (tonalidad un poco opaca entre amarillo y rojizo). Las láminas deshidratadas de frutas por lo general poseen un valor de croma de 24 - 48, cuando son sometidas a una temperatura de 60 °C (Bandaru y Bakshi 2020). Lo cual no se alejó de los valores presentados en el estudio. En cuanto a los tratamientos que contenían lactosuero y cáscara de banano y unos valores en croma que van desde 27.49 hasta 35.33

**Cuadro 7**

*Resultados del análisis de color: Valor ángulo de matiz y croma.*

Tratamiento				Valor ángulo de matiz	Valor croma
Lactosuero (%)	Cáscara de banano (%)	Goma (%)	Temperatura (°C)	Media ± DE	Media ± DE
0	0	0	50	64.25 ± 5.99 <sup>AB</sup>	32.88 ± 4.03 <sup>AB</sup>
		0.5		63.58 ± 6.71 <sup>AB</sup>	29.71 ± 4.20 <sup>BCD</sup>
		0	60	62.75 ± 6.57 <sup>AB</sup>	26.30 ± 5.25 <sup>D</sup>
		0.5		63.08 ± 5.34 <sup>AB</sup>	29.38 ± 4.40 <sup>BCD</sup>
12	6	0	50	61.00 ± 7.60 <sup>AB</sup>	35.33 ± 5.02 <sup>A</sup>
		0.5		66.92 ± 6.17 <sup>A</sup>	27.49 ± 2.53 <sup>CD</sup>
		0	60	57.42 ± 5.45 <sup>BC</sup>	30.72 ± 3.14 <sup>BC</sup>
		0.5		58.92 ± 3.96 <sup>BC</sup>	30.11 ± 3.32 <sup>BC</sup>
24	12	0	50	58.75 ± 6.20 <sup>BC</sup>	33.15 ± 5.42 <sup>AB</sup>
		0.5		64.50 ± 6.95 <sup>AB</sup>	31.19 ± 3.57 <sup>BC</sup>
		0	60	53.00 ± 5.12 <sup>C</sup>	33.08 ± 4.70 <sup>AB</sup>
		0.5		63.84 ± 4.30 <sup>AB</sup>	30.71 ± 2.67 <sup>BC</sup>
%CV				12.30	3.35

*Nota.* Desviación Estándar (DE), Coeficiente de Variación (CV), A-D: medias con letra diferente en cada columna indican diferencias entre tratamientos ( $P \leq 0.05$ ).

Una vez realizados los análisis fisicoquímicos a las láminas de banano se observó que cada una de las variables tuvo una incidencia en las características fisicoquímicas de las láminas, siendo el factor que más influyente el porcentaje de goma xantana utilizado en la formulación. Siendo así, se seleccionó la condición de secado de cinco horas a una temperatura de 60 °C, el proceso de deshidratación de frutas es más eficiente, ya que hay un mejor control de la oxidación (Mendoza et al. 2020).

Así mismo se evaluó cada formulación y su efecto en las propiedades fisicoquímicas del producto. Se consideró que la formulación con mayor contenido de lactosuero (24%) y cáscara de banano (12%), presentaba una mayor acidez, por tal razón se descartó esta opción para la siguiente fase.

Las formulaciones que se consideraron para la siguiente fase fueron, control (Sin goma xantana, 0% lactosuero y 0% cáscara de banano), y Tratamiento 1 con 12% lactosuero y 6% cáscara de banano con y sin goma xantana. Esto teniendo en cuenta que la presencia o ausencia de goma xantana si afectaban significativamente a las características fisicoquímicas de las láminas.

## Fase 2. Análisis Microbiológico y Sensorial

### Análisis Microbiológico

El análisis microbiológico se llevó a cabo para poder comprobar que las láminas de banano eran aptas para el consumo humano. El Reglamento Técnico Centroamericano de criterios microbiológicos, establece un parámetro mediante la técnica de Número Mas Probable (NMP); la cual menciona que un producto elaborado de frutas u hortalizas que sea deshidratado tiene un límite máximo permitido de <3 NMP/g para *Escherichia coli* y para *Salmonella ssp.* una ausencia en 25/g (Ministerio de Salud 2009). Como se puede observar en el Cuadro 8, las tres muestras analizadas presentaron un valor de 0 NMP/g en cada una de las tres diluciones realizadas, demostrando así ausencia de coliformes totales. *Escherichia coli* tiene una temperatura de crecimiento óptima de 37 °C, y se destruye a partir de los 50 °C (OMS 2018), por tal motivo es lógico que no se encontró presente en las láminas que fueron deshidratadas a una temperatura de 60 °C.

### Cuadro 8

Resultados del análisis microbiológico.

Muestra	Dilución 10 <sup>-1</sup>	Dilución 10 <sup>-2</sup>	Dilución 10 <sup>-3</sup>	NMP/g
Control: (Sin goma xantana, 0% lactosuero y 0% cáscara de banano)	0/3	0/3	0/3	<3
T1: (Sin goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banano)	0/3	0/3	0/3	<3
T2: (Con goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banano)	0/3	0/3	0/3	<3

Nota. NPM: Número más probable. Resultado adaptado del apéndice 2 del BAM (Anexo J).

### Análisis Sensorial

Como se evidencia en el Cuadro 9, el tratamiento mejor evaluado en todos los aspectos analizados por el panel sensorial fue la formulación que no contenía cáscara y suero (control). El tratamiento con menor aceptación por parte de los panelistas fue el tratamiento que contenía goma xantana, la cual influye en los diferentes atributos evaluados. Resultados de aceptación general son similares al estudio realizado por Barman et al. (2021) en el cual evaluaron mediante una escala

hedónica de 9 puntos los atributos en láminas de kiwi con goma xantana (0.2, 0.5 y 1%) y presentaron una aceptación general de 6.7, 7.7 y 7.3 respectivamente.

En el Cuadro 9, los resultados mostraron diferencias en la aceptación de apariencia indicando una calificación de “me gusta ligeramente” en el tratamiento control y una calificación de “ni me gusta ni me disgusta” en los Tratamientos 1 y 2. El uso de goma xantana y cáscara de banano influyó en la apariencia de las láminas afectando en el atributo de color, resultando en una menor aceptación por parte de los panelistas. Esto se debe a que el color es la característica más relevante en la apariencia, siendo el factor más influyente en la aceptación o rechazo del alimento (Gómez 2013).

Según los resultados en el Cuadro 9, la adición de goma xantana, cáscara de banano y lactosuero tuvieron mayor influencia en el atributo sensorial de color. Los hidrocoloides en alto porcentaje en las láminas de fruta afectan negativamente la calidad de color (Patil et al. 2017). Esto se puede deber a que el uso de goma xantana resultó en una lámina de color amarillo opaco, mostrando los panelistas tener menor aceptación en el tratamiento con goma. Por otro lado, la adición de cáscara de banano resultó en una lámina de tonalidad oscura, la cual mostró menor aceptación que el tratamiento control. Por otro lado, el suero dulce al contener un porcentaje de lactosa, pudo influir en la tonalidad, provocando un color más oscuro por la generación de reacción Maillard (Pérez et al. 2013).

**Cuadro 9***Resultados del análisis sensorial.*

Tratamiento	Apariencia	Color	Sabor	Dulzura	Gomosidad	Aceptación General
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
Control	6.13±1.35 <sup>A</sup>	6.10±1.45 <sup>A</sup>	6.73±1.39 <sup>A</sup>	7.01±1.36 <sup>A</sup>	6.52±1.36 <sup>A</sup>	6.86±1.10 <sup>A</sup>
T1	5.69±1.60 <sup>B</sup>	5.97±1.61 <sup>AB</sup>	6.68±1.42 <sup>A</sup>	6.84±1.39 <sup>A</sup>	6.45±1.38 <sup>A</sup>	6.64±1.26 <sup>A</sup>
T2	5.39±1.42 <sup>B</sup>	5.76±1.46 <sup>B</sup>	6.27±1.36 <sup>B</sup>	6.45±1.64 <sup>B</sup>	6.21±1.56 <sup>A</sup>	6.32±1.46 <sup>B</sup>
%CV	19.43	16.93	16.31	14.31	17.63	14.71

*Nota.* Control: Sin goma xantana, 0% lactosuero y 0% cáscara de banano, T1: Tratamiento 2 Sin goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banano, T2: Tratamiento 2 Con goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banano, Desviación Estándar (DE), Coeficiente de Variación (CV), A-B: medias con letra diferente en cada columna indican diferencias entre tratamientos ( $P \leq 0.05$ ). Escala hedónica 1-9: 1: me disgusta muchísimo, 2: me disgusta mucho, 3: me disgusta bastante, 4: me disgusta ligeramente, 5: ni me gusta ni me disgusta, 6: me gusta ligeramente, 7: me gusta bastante, 8: me gusta mucho, 9: me gusta muchísimo (Anexo K).

En el Cuadro 9, los resultados indican que los panelistas percibieron una diferencia significativa entre los tratamientos ( $P \leq 0.05$ ), en el atributo de sabor. Esto indicó que el uso de goma xantana tuvo algún efecto en el sabor de las láminas. Dicho resultado difiere al obtenido por Fachriah y Farasara (2021), donde mencionan que la adición de gomas no afecta al atributo.

En el Cuadro 9, se observa que el atributo de dulzura no presentó una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) para los tratamientos control y T1, mientras tanto si se observa una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre estos dos tratamientos y el T2. Conociendo que la única diferencia entre estos tres tratamientos es la presencia de goma xantana, Salari et al. (2017), en su estudio utilizaron un porcentaje de goma xantana de 0.005, 0.17 y 0.3%, estas concentraciones redujeron la aceptación en cuanto al sabor del alimento a medida incrementaba el uso de goma.

En el Cuadro 9, se evidencia que los panelistas no percibieron una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ), en cuanto a la gomosis que presentaba cada uno de los tratamientos. Pese a la adición de goma xantana en el Tratamiento 2, este porcentaje no resultó significativo para cambiar la textura de las láminas. Algo similar mencionan quienes descubrieron que el porcentaje de goma añadida no afecta a la elasticidad y viscosidad de un puré de arándano Kechinski et al. (2011).

De acuerdo con el análisis sensorial de aceptación general (Cuadro 9), se determinó que el tratamiento control y el tratamiento 1 no tuvieron diferencias significativas entre sí. El único atributo en el cual difirieron estos dos tratamientos fue en cuanto a la apariencia. Viendo estos resultados, se puede mencionar que este estudio demuestra la factibilidad de usar coproductos de la industria agroalimentaria y desarrollar snacks saludables a partir de estos.

En el Cuadro 10, se observa que existe una correlación positiva entre los atributos de apariencia, color sabor, dulzura y gomosidad ( $P < 0.0001$ ) con relación a la aceptación general de las láminas. Esto aplica para cada uno de los tratamientos evaluados por el panel. Demostrando que mientras mejor es la evaluación de cada atributo su aceptación general va en aumento. Además de esto, el tratamiento control, tuvo una correlación alta positiva ( $> 0.7$ ) en cuanto al atributo de sabor (0.71) y en cuanto al Tratamiento 2, este obtuvo una correlación alta positiva para el atributo de sabor y gomosidad (0.81 y 0.72) respectivamente.

### Cuadro 10

*Resultados del análisis sensorial: Correlación por Aceptación General.*

Tratamiento	Correlación				
	Apariencia	Color	Sabor	Dulzura	Gomosidad
Control	0.44 <.0001	0.53 <.0001	0.71 <.0001	0.63 <.0001	0.52 <.0001
T1	0.53 <.0001	0.44 <.0001	0.67 <.0001	0.62 <.0001	0.52 <.0001
T2	0.46 <.0001	0.47 <.0001	0.81 <.0001	0.66 <.0001	0.72 <.0001

*Nota.* Control: Sin goma xantana, 0% lactosuero y 0% cáscara de banano, T1: Tratamiento 1 Sin goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banano, T2: Tratamiento 2 Con goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banano.

Se evaluó el análisis sensorial y sus resultados. Como se puede observar en el Cuadro 10, todos los atributos tuvieron una correlación con la aceptación general. Se puede observar el análisis de la prueba de preferencia realizada a los tres mejores tratamientos. Esta prueba se realizó para poder determinar cuál tratamiento fue el más preferido por los panelistas (Ramírez 2012). De acuerdo con esta prueba en el Cuadro 11, se aprecia que el tratamiento 2 (T2) fue diferente a los tratamientos control y 1 (T1). Considerando que el valor crítico de esta prueba, teniendo en cuenta los 105

panelistas y los tres tratamientos, fue de 33.95 (Liria 2007) (Anexo L). Por tal motivo el tratamiento mejor aceptado fue el tratamiento control, ya que, a menor valor la preferencia es mayor; debido a la ponderación (1 más preferido y 3 menos preferido). El siguiente tratamiento más preferido fue el tratamiento 1 (T1). De acuerdo con el análisis sensorial de preferencia se encontró que el control es el más preferido, sin embargo, en cuanto a aceptabilidad general este tratamiento y el Tratamiento 1 no presentaron diferencias significativas. Demostrando que estadísticamente son igualmente aceptados.

### Cuadro 11

*Resultados de análisis sensorial: Análisis de preferencia.*

Tratamiento	Tratamiento	T1	T2	T3
	Suma de categorías	187	188	225
Control	187	0	-1	-38
T1	188	1	0	-37
T2	225	38	37	0

*Nota.* Control: Sin goma xantana, 0% lactosuero y 0% cáscara de banano, T1: Tratamiento 1 Sin goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banano, T2: Tratamiento 2 Con goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banano. Valor crítico de la prueba 33.95 (Anexo L).

En el Cuadro 10, se puede evidenciar que el tratamiento control y el T1 en la mayoría de los aspectos no presentaron ninguna diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ), demostrando así que fueron los tratamientos mejor evaluados. Por tal razón estos dos tratamientos fueron seleccionadas para la Fase 3. Esto tuvo concordancia con el análisis sensorial de preferencia (Cuadro 11), debido a que, el tratamiento con menor puntuación fue el tratamiento 1 (T1), indicando una mayor preferencia para este tratamiento.

### Fase 3. Análisis Químicos

Esta fase se llevó a cabo con los dos tratamientos mejor aceptados y más preferidos por los panelistas en el análisis sensorial realizado. Los tratamientos seleccionados fueron el Tratamiento 1; el cual cuenta con una formulación sin goma xantana, 0% de lactosuero y 0% de cáscara de banano.

El Tratamiento 2 con una formulación sin goma xantana, 12% de lactosuero y 6% de cáscara de banano.

### **Análisis de Proteína Cruda**

En el Cuadro 12, se puede observar que el tratamiento control y el tratamiento de la Formulación 1 presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ). Los resultados indican un mayor porcentaje de proteína en el Tratamiento 1, con un 19% más de proteína en comparación con el control. Esto se puede deber a la adición de cáscara de banano y lactosuero en su formulación. Hassan H et al. (2018), en su estudio determinaron por medio de un análisis proximal, que la cáscara de banano tiene 1.95% de proteína cruda. Por otro lado, el lactosuero dulce tiene 0.9% de proteína de acuerdo con un estudio de residuos de coproductos en el procesamiento de lácteos (Durham y Hourigan 2007). Morr y Ha (1993), reportan que el concentrado de lactosuero proveniente de la elaboración de queso cheddar tuvo 0.82% de proteína en su composición. El tratamiento control, mismo que constaba de pulpa de banano, aditivos y azúcar; presentó un porcentaje menor de proteína 3.15 g. Siendo así Mateljan (2007), reportó un valor de 1.2 g de proteína, presentes en media banana fresca. Resultado similar al obtenido por Adisa y Okey (1987), en su estudio, siendo 2.2 g, indicando que mientras se maduraba el banano la proteína aumentó hasta llegar a 2.5 g.

### **Cuadro 12**

*Resultado del análisis de proteína cruda (g/100 g).*

Tratamiento	Proteína Cruda (g/100)
	Media $\pm$ DE
Control	3.59 $\pm$ 0.08
T1	4.26 $\pm$ 0.11
Pr > F	0.0043
%CV	4.21

*Nota.* Control: Sin goma xantana, 0% lactosuero y 0% cáscara de banano, T1: Tratamiento Sin goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banano, Desviación Estándar (DE), Coeficiente de Variación (CV), Pr > F: Probabilidad t Estudiante ( $P \leq 0.05$ ).

### Análisis de Fibra Dietética

En el Cuadro 14, se puede evidenciar que entre el Tratamiento 1 y el tratamiento control hubo una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ). Por lo tanto, se pudo evidenciar un aumento del 128% de fibra dietética en el tratamiento 1 versus el control. Wachirasiri et al. (2009), realizaron un análisis proximal, en el cual la cáscara de banano presentó 50.25/100g de fibra dietética total. Este snack se catalogó como un producto alto en fibra, ya que presentó 24.16 g/100, siendo mayor a lo establecido por el Ministerio de Salud (2010), el cual menciona que un producto alto en fibra es aquel que contenga por lo menos 6 por 100 g de producto (Anexo M). En el valor de fibra dietética se pudieron observar diferencias, caso que no pasó en el análisis de fibra cruda, esto se relaciona a lo que mencionaron García et al. (2008), en su estudio, la fibra cruda en su mayoría es la fibra insoluble. Además, recalcaron que este dato subestima el contenido de fibra total que el alimento contiene.

### Cuadro 13

#### *Resultado del análisis de fibra dietética*

Tratamiento	Fibra Dietética (g/100)
	Media $\pm$ DE
Control	10.61 $\pm$ 1.36
T1	24.16 $\pm$ 0.92
Pr > F	0.005
%CV	1.77

*Nota.* Control: Sin goma xantana, 0% lactosuero y 0% cáscara de banano, T1: Tratamiento 1 Sin goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banano, Desviación Estándar (DE), Coeficiente de Variación (CV), Pr > F: Probabilidad t Estudiante ( $P \leq 0.05$ ).

### Análisis de Humedad

En el Cuadro 15, se puede evidenciar el porcentaje de humedad que contiene cada formulación evaluada. Estos resultados no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ( $P \leq 0.05$ ). El contenido promedio de humedad de las láminas de banano fue entre 29.60 - 33.40%, dicho resultado difiere del obtenido por Zuhair et al. (2016), quienes reportaron una humedad de 14.31 - 15.42% para láminas de papaya. El contenido alto de humedad que presentaron las láminas pudo haber tenido lugar debido al tiempo y temperatura a la cual se expusieron las láminas. Según

Diamante et al. (2014), las láminas de fruta deshidratadas a temperaturas entre 30 – 80 °C llegaron a obtener un porcentaje de humedad de 12 a 20%. De acuerdo con Aruna et al. (2017), y su análisis proximal realizado a mermelada de frutas, determinaron que el contenido de humedad de este producto va entre 30 - 35%, este valor se asemeja al obtenido en nuestro estudio. Por tal razón se puede mencionar que el valor aproximado de actividad de agua de las láminas elaboradas pueden haber sido de 0.71 - 0.8, en relación al valor de actividad de agua de las mermeladas de frutas (Macías 2020). Safaei et al. (2019), establecieron que las láminas de fruta deben contener una actividad de agua menor a 0.7. Cuando el porcentaje de humedad es superior a 20% se pueden desarrollar mohos en la superficie de los frutos, Gascón et al. (2013), sugirieron utilizar sorbato de potasio para su control. De igual forma, Irwandi et al. (1998), recomendaron que el papel de aluminio laminado es el mejor empaque para mantener la estabilidad de las láminas durante 12 semanas en almacenamiento.

#### **Cuadro 14**

*Resultado del análisis de humedad.*

Tratamiento	Humedad (%)
	Media ± DE <sup>N/S</sup>
Control	33.40 ± 0.65
T1	29.60 ± 1.12
Pr > F	0.99
%CV	5.62

*Nota.* Control: Sin goma xantana, 0% lactosuero y 0% cáscara de banano, T1: Tratamiento 1 Sin goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banano, Desviación Estándar (DE), Coeficiente de Variación (CV), N/S: no hay diferencias significativas entre tratamientos, Pr>F: Probabilidad t Estudiante ( $P \leq 0.05$ ).

#### **Análisis de Ceniza**

En el Cuadro 16, se aprecia el contenido de cenizas que presentó el control y el Tratamiento 1, mostrando que existió una diferencia significativa entre ambos tratamientos ( $P \leq 0.05$ ). El Tratamiento 1 presentó 244% más contenido de cenizas, indicando que su contenido de minerales fue mayor en comparación al tratamiento control. Este resultado se asemeja al obtenido por Silva et al. (2019), donde reportaron un contenido de 16.4 g/100 al analizar coproductos obtenidos de frutas deshidratadas. El aumento en cenizas en el tratamiento 1 se pudo deber a la composición de minerales

en la cáscara de banano, la cual según Anhwange et al. (2009), fue de 78 mg/g de potasio, 19.20 mg/g de calcio, 24.30 mg/g de sodio, 0.61 mg/g de hierro, 76.20 mg/g de manganeso, entre otros. Así mismo, Wong et al. (1978), indicaron que dentro de la composición de minerales del lactosuero dulce se encontró 36.5 mg/100g de calcio, 6.5 mg/100g de magnesio, 45.5 mg/100g de sodio, 123 mg/100g de potasio y 43 mg/100g de fosforo.

### Cuadro 15

#### *Resultado del análisis de cenizas*

Tratamiento	Cenizas (g/100)
	Media $\pm$ DE
Control	4.79 $\pm$ 0.18
T1	16.47 $\pm$ 5.38
Pr > F	0.027
%CV	19.95

*Nota.* Control: Sin goma xantana, 0% lactosuero y 0% cáscara de banano, T1: Tratamiento 1 Sin goma xantana, 12% lactosuero y 6% cáscara de banano, Desviación Estándar (DE), Coeficiente de Variación (CV), Pr>F: Probabilidad t Estudiante ( $P \leq 0.05$ ).

### **Conclusiones**

Es factible desarrollar láminas de banano utilizando lactosuero y cáscara de banano como coproductos de la industria agroalimentaria.

Los tratamientos que no contenían goma xantana en su formulación mostraron una mejor aceptación general y preferencia por parte de los panelistas.

Los análisis fisicoquímicos demostraron que el factor más influyente para las características fisicoquímicas de las láminas fue la presencia de goma xantana, aun así las condiciones de secado y la formulación influyeron en algunos de estos aspectos, además de esto la cáscara de banano y lactosuero permitieron un mejoramiento nutricional para proteína y fibra dietética.

### **Recomendaciones**

Realizar un análisis proximal de las láminas para la elaboración de una etiqueta nutricional.

Evaluar la vida de anaquel de las láminas y proponer un modelo de empaque para su comercialización.

Definir parámetros de inocuidad y calidad para las materias primas propuestas.

Controlar la humedad relativa del medio para futuras investigaciones.

Realizar una reformulación para poder ajustar el valor diario en cuanto al aporte de fibra y aumentar el aporte de proteína.

Considerar un estudio para evaluar el rendimiento y costos variables de producción de harina de cáscara de banano y suero concentrado para futuras investigaciones.

## Referencias

- Adisa VA, Okey EN. 1987. Carbohydrate and protein composition of banana pulp and peel as influenced by ripening and mold contamination. *Food Chemistry*. 25(2):85–91. doi:10.1016/0308-8146(87)90057-4.
- Aguilar, Laura, Gastón, Cristina, Llopiz, C J, Jérez, Antonio. 2005. Estudio de termoestabilidad de goma xantano por análisis térmico y viscosimetría. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar; [consultado el 12 de jun. de 2022]. 39(3):52–57. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120688009.pdf>.
- Anhwange B, Torshian J, Nyiatagher T. 2009. Chemical Composition of *Musa sepientum* (Banana) Peels. *Electronic Journal of Environmental, Agrocultural and Food Chemistry*; [consultado el 12 de jun. de 2022]. 8(6):437–4442. [https://www.researchgate.net/publication/233760453\\_Chemical\\_Composition\\_of\\_Musa\\_sepientum\\_Banana\\_Peels](https://www.researchgate.net/publication/233760453_Chemical_Composition_of_Musa_sepientum_Banana_Peels).
- AOAC International. 2001. AOAC Official Method 2001.11 Protein (Crude) in Animal Feed, Forage (Plant Tissue), Grain, and Oilseeds. [sin lugar]: [sin editorial]. 3 p. (11). 2001; [actualizado 2001; consultado el 26 de may. de 2022]. <https://img.21food.cn/img/biaozhun/20100108/177/11285182.pdf>.
- [AOCS] American Oil Chemists' Society. 2005. Crude Fiber Analysis in Feeds by Filter Bag Technique. [sin lugar]: [sin editorial]. 3 p. (6a). 2005; [actualizado 2005; consultado el 26 de may. de 2022]. [http://www.scco.com.tw/Ankom/PDF\\_file/Crude%20Fiber%20Method%20A200.pdf?fbclid=IwAR2KW6Sc3\\_24Zk5XPNOkH09BWJF5hEIBh1RmcVkdBqZ7vJh2Iwa0g6yBecU](http://www.scco.com.tw/Ankom/PDF_file/Crude%20Fiber%20Method%20A200.pdf?fbclid=IwAR2KW6Sc3_24Zk5XPNOkH09BWJF5hEIBh1RmcVkdBqZ7vJh2Iwa0g6yBecU).
- Arias P, Dankers C, Liu P, Pilkauskas P. 2004. *La Economía Mundial del Banano*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). ISBN: 92-5-305057-8; [consultado el 16 de nov. de 2021]. <https://www.fao.org/3/y5102s/y5102s00.htm>.
- Aruna R, Promod K, Jayamma P. 2017. Standardization and Proximate Analysis of Muskmelon Jam. *IJAR*; [consultado el 13 de jun. de 2022]. 7(5):329–344. doi:10.24247/ijasroct201740.
- Ball JA. 1997. Evaluation of Two Lipid-Based Edible Coatings For Their Ability to Preserve Post Harvest Quality of Green Bell Peppers: Evaluation of Two Lipid-Based Edible Coatings For Their Ability to Preserve Post Harvest Quality of Green Bell Peppers [Tesis Maestría]. Blacksburg, Virginia: Virginia Tech; [consultado 9/6/22]. <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/37013>.
- Bandaru H, Bakshi M. 2020. Fruit Leather: Preparation, packaging and its effect on sensorial and physico-chemical properties: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*; [consultado el 17 de may. de 2022]. 9(6):1699–1709. [https://www.researchgate.net/profile/Manish-Bakshi-3/publication/347998953\\_Fruit\\_Leather\\_Preparation\\_packaging\\_and\\_its\\_effect\\_on\\_sensorial\\_and\\_physico-chemical\\_properties\\_A\\_review/links/5fec422ea6fdccdb816c1e2/Fruit-Leather-Preparation-packaging-and-its-effect-on-sensorial-and-physico-chemical-properties-A-review.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Manish-Bakshi-3/publication/347998953_Fruit_Leather_Preparation_packaging_and_its_effect_on_sensorial_and_physico-chemical_properties_A_review/links/5fec422ea6fdccdb816c1e2/Fruit-Leather-Preparation-packaging-and-its-effect-on-sensorial-and-physico-chemical-properties-A-review.pdf).
- Barman M, Das AB, Badwaik LS. 2021. Effect of xanthan gum, guar gum, and pectin on physicochemical, color, textural, sensory, and drying characteristics of kiwi fruit leather. *J Food Process Preserv*. 45(5):1–12. <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.15478>. doi:10.1111/jfpp.15478.

- Bastami F, Arash A, Fereshteh Z-A, Mostafavi F. 2020. Explaining the dimensions of social support for breakfast and healthy snacks in estudiantes: a qualitative study. *Int J Adolesc Med Health*. 34(2):59–66. eng. doi:10.1515/ijamh-2019-0249.
- Bhaumik R, Mondal NK. 2016. Optimizing adsorption of fluoride from water by modified banana peel dust using response surface modelling approach. *Appl Water Sci*. 6(2):115–135. doi:10.1007/s13201-014-0211-9.
- Borges CD, Vendruscolo CT. 2008. Goma Xantana: características e condições operacionais de produção. *Semin. Cienc. Biol. Saude*. 29(2):171. doi:10.5433/1679-0367.2008v29n2p171.
- Brown S. 2017. *Fruit Leathers*. Washington: Washington State University. 2 p; [consultado el 12 de nov. de 2021]. <https://s3.wp.wsu.edu/uploads/sites/2055/2017/03/FruitLeathers1.pdf>.
- Cáceres M. 2012. Aspectos medio ambientales asociados a los procesos de la industria láctea. *Mundo pecuario*; [consultado el 25 de abr. de 2022]. 8(1):16–32. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/leche\\_subproductos/37-industria.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/37-industria.pdf).
- Castell I. 2016. Desarrollo de un snack en base a legumbre y cereales ecológicos indicado para algunas intolerancias [Tesis]. Valencia, España: Universitat Politècnica de València. 49 p; [consultado el 25 de may. de 2022]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73822/CASTELL%20-%20DESARROLLO%20DE%20UN%20SNACK%20EN%20BASE%20A%20LEGUMBRES%20Y%20CEREALES%20ECOL%C3%93GICOS%20INDICADO%20PARA%20ALGUNAS%20...pdf?sequence=4&fbclid=IwAR0IXiUSYHxdqGw6TzUucmmZhCxghvODvhIqDgY8GBfX2e5IAGAavICOWY>.
- Chacón-Orduz G, Muñoz-Rincón A, Quiñónez-Mosquera GA. 2017. Descripción del mercado de los snacks saludables en Villavicencio, Meta. *LIBRE EMPRESA*; [consultado el 25 de abr. de 2022]. 14(2):33–45. doi:10.18041/libemp.2017.v14n2.28202.
- de Mello M, Pippa A. 2009. Xanthan gum: Production, recovery, properties and application. *Estudios Tecnológicos*; [consultado el 12 de jun. de 2022]. 5(1):50–67. [http://www.revistas.unisinos.br/index.php/estudos\\_tecnologicos/article/view/4964/2210](http://www.revistas.unisinos.br/index.php/estudos_tecnologicos/article/view/4964/2210).
- Diamante LM, Bai X, Busch J. 2014. Fruit Leathers: Method of Preparation and Effect of Different Conditions on Qualities. *Int J Food Sci*. 2014:1–12. eng. doi:10.1155/2014/139890.
- Durham RJ, Hourigan JA. 2007. *Waste management and co-product recovery in dairy processing*. Sydney, Australia: [sin editorial] (vol. 1).
- Escudero E, González P. 2006. La Fibra Dietética. *Nutrición Hospitalaria*; [consultado el 12 de nov. de 2021]. 21(2):61–72. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s2/original6.pdf>.
- Fachriah K, Farasara R. 2021. Phycochemical and sensory characteristic of starfruit-red guava fruit leathers affected by the addition of arabic gum. *Jurnal Teknologi*. 84(1):11–19. doi:10.11113/jurnalteknologi.v84.16642.
- García O, Infante R, Rivera C. 2008. Hacia una definición de fibra alimentaria. *Anales Venezolanos de Nutrición*; [consultado el 12 de jun. de 2022]. 21(1):25–30. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-07522008000100005](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522008000100005).
- García-Ochoa F, Santos V, Casas J, Gómez E. 2000. Xanthan gum: production, recovery, and properties. *Biotechnology Advances*; [consultado 9/6/22]. 18(7):549–579. doi:10.1016/S0734-9750(00)00050-1.

- Gascón A, Muravnick N, Andreuccetti C. 2013. Desección y Deshidratación de Vegetales. Manual y Esquemas de las Elaboraciones Industriales. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo. 56 p; [consultado el 12 de jun. de 2022]. [https://escuela4145.files.wordpress.com/2015/04/deshidratado\\_de\\_vegetales\\_2013.pdf](https://escuela4145.files.wordpress.com/2015/04/deshidratado_de_vegetales_2013.pdf).
- Gómez R. 2013. Evaluación sensorial de láminas de mango (*Manguifera indica* L. ev. Keitt) fortificadas con cloruro de calcio mediante deshidratación osmótica con pulsos de vacío. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos; [consultado el 25 de may. de 2022]. 4(2):157–169. [https://drive.google.com/file/d/163M9YDsdSwsQn0UkynAnSc\\_IWg8vsfm/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/163M9YDsdSwsQn0UkynAnSc_IWg8vsfm/view?usp=sharing).
- González-Torres L, Téllez- Valencia A, Sampetro J, Nájera H. 2007. Las Proteínas en la Nutrición. Revista Salud Pública y Nutrición; [consultado el 12 de nov. de 2021]. 8(2). <https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2007/spn072g.pdf>.
- Guerrero M. 2010. Guía Técnica del Cultivo de Banano. El Salvador: [sin editorial]. 24 p. ; [consultado el 13 de nov. de 2021]. <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20CULTIVO%20PLATANO%202011.pdf>.
- Guerrero W, Gomez C, Castro R, González C, Santos E. 2010. Caracterización fisicoquímica del lactosuero en el valle de Tulancingo. [sin lugar]: Universidad de Guanajuato. 8 p; [consultado el 22 de may. de 2022]. [https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI\\_FisicAlim/Carlos\\_Aldapa/3.pdf?fbclid=IwAR3LwwahmQXIR-e4Pl8T94NmOi8xtyfyGCiiMUUCQug8WDfrzV8aAOycoz0](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_FisicAlim/Carlos_Aldapa/3.pdf?fbclid=IwAR3LwwahmQXIR-e4Pl8T94NmOi8xtyfyGCiiMUUCQug8WDfrzV8aAOycoz0).
- Gujral HS, Oberoi DP, Singh R, Gera M. 2013. Moisture Diffusivity During Drying of Pineapple and Mango Leather as Affected by Sucrose, Pectin, and Maltodextrin. International Journal of Food Properties; [consultado el 17 de may. de 2022]. 16(2):359–368. doi:10.1080/10942912.2011.552016.
- Hassan H, Hassan U, Usher O, Ibrahim A, Tabe N. 2018. Exploring the Potentials of Banana (*Musa Sapientum*) Peels in Feed Formulation. International Journal of Advanced Research in Chemical Science; [consultado el 27 de may. de 2022]. 5(5):10–14. doi:10.20431/2349-0403.0505003.
- Herrera M. 2016. Pérdidas y desperdicios de alimentos en américa latina y el caribe. [sin lugar]: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 23 p. ; [consultado el 25 de abr. de 2022]. <https://www.fao.org/3/i5504s/i5504s.pdf>.
- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. 2015. Alimentos Fortificados. [sin lugar]: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá; [actualizado el 13 de nov. de 2021; consultado el 13 de nov. de 2021]. <http://www.incap.int/index.php/es/alimentos-fortificados4>.
- Irwandi J, Man YBC, Yusof S, Jinap S, Sugisawa H. 1998. Effects of type of packaging materials on physicochemical, microbiological and sensory characteristics of durian fruit leather during storage. J. Sci. Food Agric; [consultado el 12 de jun. de 2022]. 76(3):427–434. doi:10.1002/(SICI)1097-0010(199803)76:3<427:AID-JSFA967>3.0.CO;2-3.
- Ji W, Koutsidis G, Luo R, Hutchings J, Akhtar M, Megias F, Butterworth M. 2013. A digital imaging method for measuring banana ripeness. Color Res. Appl. 38(5):364–374. doi:10.1002/col.21741.
- Kechinski CP, Schumacher AB, Marczak LD, Tessaro IC, Cardozo NS. 2011. Rheological behavior of blueberry (*Vaccinium ashei*) purees containing xanthan gum and fructose as ingredients. Food Hydrocolloids; [consultado el 23 de may. de 2022]. 25(3):299–306. doi:10.1016/j.foodhyd.2010.06.007.

- La Fuente CI, Lopes CC. 2018. HTST puffing in order to produce crispy banana - The effect of the step-down treatment prior to air-drying. *LWT - Food Science and Technology*. 92:324–329. doi:10.1016/j.lwt.2018.02.049.
- Liria M. 2007. Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos. Lima: Instituto de Investigación Nutricional. 45 p; [consultado el 26 de may. de 2022].
- Macías L. 2020. Desarrollo y evaluación sensorial de una mermelada de fresa (*Fragaria verca* L.) adicionada con inulina [Tesis]. Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro. 93 p; [consultado el 13 de jun. de 2022]. <http://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/2286/1/FQLIN-144710-0820-825-Luz%20Mireya%20Mac%c3%adas%20S%c3%a1mano%20%20-A.pdf>.
- Mateljan G. 2007. The world's healthiest foods: essential guide for the healthiest way of eating. Seattle: [sin editorial]. ISBN: <https://pdfroom.com/books/the-worlds-healthiest-foods-essential-guide-for-the-healthiest-way-of-eating/8Pe5xMYZdnN>; [consultado el 27 de may. de 2022].
- Melo Sabogal DV, Torres Grisales Y, Serna Jiménez JA, Torres Valenzuela LS. 2015. Aprovechamiento de Pulpa y Cáscara de Plátano (*Musa paradisiaca* spp) para la Obtención de Maltodextrina. *BSAA*; [consultado el 13 de nov. de 2021]. 13(2):76. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n2/v13n2a09.pdf?fbclid=IwAR0MAYGj302w51zUxo5B2>. doi:10.18684/BSAA(13)76-85.
- Mendoza J, Insuasti R, Barrera O, Navarro M. 2020. Diseño y Simulación de un Deshidratador Mixto Indirecto de Frutas/Design and simulation of an Indirect Mixed Fruit Dehydrator. *KEG*. 5(2):107–124. doi:10.18502/keg.v5i2.6227.
- Merino F. 2002. Elaboración de Láminas de Fruta ("fruit leathers") a Partir de Pulpa de Murta (*Ugni molinae* Turcz) Congelada [Tesis]. Valdivia: Universidad Austral de Chile. 76 p; [consultado el 13 de nov. de 2021]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2002/fam562e/doc/fam562e.pdf>.
- Ministerio de Salud. 2009. Reglamento Técnico Centroamericano: Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos. [sin lugar]: [sin editorial]. 36 p. (vol. 67.050). 2009; [actualizado 2009; consultado el 10 de may. de 2022]. [https://www.oirsa.org/contenido/2017/EI\\_Salvador\\_INOCUIDAD/26.%20RTCA%2067%2004%2050%2008%20CRITERIOS%20MICROBIOLOGICOS%20PARA%20LA%20INOCUIDAD%20DE%20ALIMENTOS.pdf](https://www.oirsa.org/contenido/2017/EI_Salvador_INOCUIDAD/26.%20RTCA%2067%2004%2050%2008%20CRITERIOS%20MICROBIOLOGICOS%20PARA%20LA%20INOCUIDAD%20DE%20ALIMENTOS.pdf).
- Ministerio de Salud. 2010. Reglamento Técnico Centroamericano: Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para consumo Humano para la Población a Partir de 3 Años de Edad. [sin lugar]: [sin editorial]. 43 p. (vol. 67.040). 2010; [actualizado 2010; consultado el 13 de nov. de 2021]. <https://extranet.who.int/nutrition/gina/sites/default/filesstore/COMIECO%202011%20Etiquetado%20Nutricional%20de%20Productos%20Alimenticios%20Preenvasados%20para%20Consumo%20Humano.pdf>.
- Morr CV, Ha EY. 1993. Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 33(6):431–476. eng. doi:10.1080/10408399309527643.
- Ngho G, Tomekpe K, Fokou E, Etoa F-X. 2009. Physicochemical changes during ripening of bananas grown in Cameroon. *Fresh Produce*; [consultado el 16 de may. de 2022]. 3(1):64–70. [http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOOnline/images/0906/FP\\_3\(1\)/FP\\_3\(1\)64-70o.pdf?fbclid=IwAR3V7iIk7G40t9goHxiAt6uwPguzc0uqyZpCKSq\\_qyhkztC80DSAxm3qwDg](http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOOnline/images/0906/FP_3(1)/FP_3(1)64-70o.pdf?fbclid=IwAR3V7iIk7G40t9goHxiAt6uwPguzc0uqyZpCKSq_qyhkztC80DSAxm3qwDg).

- [OMS] Organización Mundial de la Salud. 2018. E. coli. [sin lugar]: Organización Mundial de la Salud ; [consultado el 18 de may. de 2022]. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>.
- Parra R. 2009. Lactosuero: Importancia en la Industria de Alimentos. Revista Facultad Nacional de Agronomía; [consultado el 13 de nov. de 2021]. 62(1):4967–4982. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>.
- Patil S, Shere P, Sawate A, Mete B. 2017. Effect of hydrocolloids on textural and sensory quality of date-mango leather. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry; [consultado el 22 de may. de 2022]. 6(5):399–402. <https://www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue5/PartF/6-4-344-870.pdf>.
- Pérez S, Matta E, Osella C, La Torre M de, Sánchez HD. 2013. Effect of soy flour and whey protein concentrate on cookie color. LWT - Food Science and Technology; [consultado el 12 de jun. de 2022]. 50(1):120–125. doi:10.1016/j.lwt.2012.06.015.
- Pilco G, Borja D, Goetschel L, Andrade P, Izarabal J, Vargas-Jentsch P, Guil-Guerrero J, Rueda-Ayala V, Ramos L. 2018. Caracterización bromatológica y evaluación de la actividad antimicrobiana en cáscara de banano Ecuatoriano (*Musa paradisiaca*). Enfoque UTE; [consultado el 25 de abr. de 2022]. 9(2):48–58. <https://www.redalyc.org/journal/5722/572262061005/572262061005.pdf>. doi:10.29019/enfoqueute.v9n2.297.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. [actualizado el 8 de ago. de 2022]. Objetivos de Desarrollo Sostenible | Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo: Hambre Cero. [sin lugar]: Organización de las Naciones Unidas; [consultado el 8 de ago. de 2022]. <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>.
- Rahman M, Hossain TB, Hossain MS, Sattar S, Das PC. 2020. Effect of banana peel extract on storage stability of banana cv. Sagar. Food Research; [consultado el 25 de may. de 2022]. 4(2):488–494. doi:10.26656/fr.2017.4(2).323.
- Ramírez J. 2012. Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. Cali, Colombia: Recitelia ; [consultado el 26 de may. de 2022]. [https://books.google.es/books?hl=en&lr=&id=4\\_TNm-72U7MC&oi=fnd&pg=PA85&dq=prueba+de+preferencia&ots=Ic5NXIKHxy&sig=SFikxCF9yaXeF6iSeGJOefEmWJA](https://books.google.es/books?hl=en&lr=&id=4_TNm-72U7MC&oi=fnd&pg=PA85&dq=prueba+de+preferencia&ots=Ic5NXIKHxy&sig=SFikxCF9yaXeF6iSeGJOefEmWJA).
- Safaei P, Sadeghi Z, Jahed Khaniki G. 2019. The Assessment of Physical and Microbial Properties of Traditional Fruit Leathers in Tehran. Jundishapur J Health Sci; [consultado el 12 de jun. de 2022]. 2(1). doi:10.5812/jjhs.85814.
- Safdari Y, Vazifedoost M, Didar Z, HajirostamLoo B. 2021. The Effect of Banana Fiber and Banana Peel Fiber on the Chemical and Rheological Properties of Symbiotic Yogurt Made from Camel Milk. Int J Food Sci. 2021:7. eng. doi:10.1155/2021/5230882.
- Salari S, Zanganeh M, Fadavi A, Ahmadi Z. 2017. Effect of Xanthan Gum and Carboxymethyl Cellulose on Chemical and Sensory Properties of Cream Cheese. Int J Adv Tech. 08(01). doi:10.4172/0976-4860.1000175.
- Setiaboma W, Fitriani V, Mareta DT. 2019. Characterization of fruit leather with carrageenan addition with various bananas. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci; [consultado el 17 de may. de 2022].

258:12004. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/258/1/012004/pdf>.  
doi:10.1088/1755-1315/258/1/012004.

Silva JC, de Figueiredo DM de, de Azevedo KK de, Lopes M, Ribeiro EG, Machado G. 2019. Intake, digestibility, microbial protein production, and nitrogen balance of lambs fed with sorghum silage partially replaced with dehydrated fruit by-products. *Trop Anim Health Prod.* 51(3):619–627. eng. doi:10.1007/s11250-018-1734-0.

Singh Gujral H, Singh Brar S. 2003. Effect of Hydrocolloids on the Dehydration Kinetics, Color, and Texture of Mango Leather. *International Journal of Food Properties.* 6(2):269–279. doi:10.1081/JFP-120017846.

Stavrinou A, Aggelopoulos CA, Tsakiroglou CD. 2018. Exploring the adsorption mechanisms of cationic and anionic dyes onto agricultural waste peels of banana, cucumber and potato: Adsorption kinetics and equilibrium isotherms as a tool. *Journal of Environmental Chemical Engineering.* 6(6):6958–6970. doi:10.1016/j.jece.2018.10.063.

Wachirasiri P, Julakarangka S, Wanlapa S. 2009. The effects of banana peel preparations on the properties of banana peel dietary fibre concentrate. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*; [consultado el 8 de jun. de 2022]. 31(6):605/611. <https://www.thaiscience.info/journals/Article/SONG/10614970.pdf>.

Wong NP, LaCroix DE, McDonough FE. 1978. Minerals in Whey and Whey Fractions. *Journal of Dairy Science*; [consultado el 12 de jun. de 2022]. 61(12):1700–1703. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(78\)83790-4/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(78)83790-4/pdf). doi:10.3168/jds.S0022-0302(78)83790-4.

Youryon P, Supapvanich S. 2017. Physicochemical quality and antioxidant changes in ‘Leb Mue Nang’ banana fruit during ripening. *Appl Water Sci.* 51(1):47–52. doi:10.1016/j.anres.2015.12.004.

Zuhair R, Aminah A, Sahilab M, Khalid H. 2016. View of Evaluation of fruit leather made from two cultivars of papaya. *Italian Journal of Food Science*; [consultado el 8 de jun. de 2022]. 28:73–82. <https://www.itjfs.com/index.php/ijfs/article/view/460/84>.

**Anexos****Anexo A**

*Escala de maduración de banano (Von Loesecke 1950).*



1- Totalmente Verde



4- Mais Amarelo que Verde



2- Verde com traços Amarelos



5- Amarelo com a Ponta Verde



3- Mais Verde que Amarelo



6- Todo Amarelo



7- Amarelo com Áreas Marrons

**Anexo B***Reglamento Técnico Centroamericano para Criterios Microbiológicos.*

<b>4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Categoría</b>	<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Límite máximo permitido</b>
<i>Escherichia coli</i>	5	C	< 3 NMP/g
<i>Salmonella ssp/25 g</i>	10		Ausencia

### Anexo C

*Efecto e interacción de cada variable con relación al porcentaje de hidrógeno de las láminas.*

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FOR	2	6.93166667	3.46583333	117.91	<.0001
GOMA	1	0.05444444	0.05444444	1.85	0.1873
TEMP	1	0.32111111	0.32111111	10.92	0.0032
REP	2	0.12666667	0.06333333	2.15	0.1398
GOMA*TEMP	1	0.16000000	0.16000000	5.44	0.0292
FOR*GOMA	2	0.59055556	0.29527778	10.05	0.0008
FOR*TEMP	2	0.05388889	0.02694444	0.92	0.4146
FOR*GOMA*TEMP	2	1.45500000	0.72750000	24.75	<.0001

### Anexo D

*Efecto e interacción de cada variable con los sólidos solubles de las láminas.*

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FOR	2	420.0672222	210.0336111	9.98	0.0008
GOMA	1	402.6711111	402.6711111	19.14	0.0002
TEMP	1	106.7777778	106.7777778	5.07	0.0346
REP	2	39.4672222	19.7336111	0.94	0.4066
GOMA*TEMP	1	86.4900000	86.4900000	4.11	0.0549
FOR*GOMA	2	425.0605556	212.5302778	10.10	0.0008
FOR*TEMP	2	160.1672222	80.0836111	3.81	0.0381
FOR*GOMA*TEMP	2	132.0316667	66.0158333	3.14	0.0633

### Anexo E

*Efecto e interacción de cada variable con relación a la textura de las láminas.*

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FOR	2	26.49353889	13.24676944	6.23	0.0072
GOMA	1	98.53871111	98.53871111	46.33	<.0001
TEMP	1	7.69137778	7.69137778	3.62	0.0704
REP	2	8.16690556	4.08345278	1.92	0.1704
GOMA*TEMP	1	2.87867778	2.87867778	1.35	0.2571
FOR*GOMA	2	15.41590556	7.70795278	3.62	0.0436
FOR*TEMP	2	7.29287222	3.64643611	1.71	0.2033
FOR*GOMA*TEMP	2	5.67457222	2.83728611	1.33	0.2839

### Anexo F

*Efecto e interacción de cada variable con relación al color de las láminas (valor L).*

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FOR	2	246.3631625	123.1815812	3.71	0.0272
GOMA	1	218.2267563	218.2267563	6.57	0.0115
TEMP	1	173.4269507	173.4269507	5.22	0.0240
REP	3	225.4486743	75.1495581	2.26	0.0844
GOMA*TEMP	1	148.2103340	148.2103340	4.46	0.0366
FOR*GOMA	2	97.6525875	48.8262938	1.47	0.2339
FOR*TEMP	2	183.7860014	91.8930007	2.77	0.0667
FOR*GOMA*TEMP	2	13.5098931	6.7549465	0.20	0.8163

### Anexo G

*Efecto e interacción de cada con relación al color de las láminas (valor a\*).*

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FOR	2	203.1397181	101.5698590	16.37	<.0001
GOMA	1	286.4556250	286.4556250	46.16	<.0001
TEMP	1	10.0277778	10.0277778	1.62	0.2059
REP	3	38.9404889	12.9801630	2.09	0.1045
GOMA*TEMP	1	1.1990250	1.1990250	0.19	0.6610
FOR*GOMA	2	143.1952792	71.5976396	11.54	<.0001
FOR*TEMP	2	61.3234181	30.6617090	4.94	0.0086
FOR*GOMA*TEMP	2	96.3340292	48.1670146	7.76	0.0007

### Anexo H

*Efecto e interacción de cada variable con relación al color de las láminas (valor b\*).*

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FOR	2	55.8007264	27.9003632	1.34	0.2662
GOMA	1	28.6225000	28.6225000	1.37	0.2436
TEMP	1	153.8426778	153.8426778	7.37	0.0075
REP	3	61.4261694	20.4753898	0.98	0.4037
GOMA*TEMP	1	19.3160250	19.3160250	0.93	0.3377
FOR*GOMA	2	91.2386542	45.6193271	2.19	0.1164
FOR*TEMP	2	40.7925847	20.3962924	0.98	0.3790
FOR*GOMA*TEMP	2	182.0147792	91.0073896	4.36	0.0147

### Anexo I

*Efecto e interacción de cada variable con relación al color de las láminas (valor de ángulo de matiz).*

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FOR	2	290.5416667	145.2708333	2.54	0.0828
GOMA	1	560.1111111	560.1111111	9.79	0.0022
TEMP	1	400.0000000	400.0000000	6.99	0.0092
REP	3	355.2777778	118.4259259	2.07	0.1073
GOMA*TEMP	1	2.7777778	2.7777778	0.05	0.8259
FOR*GOMA	2	430.2638889	215.1319444	3.76	0.0258
FOR*TEMP	2	138.0416667	69.0208333	1.21	0.3024
FOR*GOMA*TEMP	2	136.2638889	68.1319444	1.19	0.3071

### Anexo J

*Efecto e interacción de cada variable con relación al color de las láminas (valor de croma).*

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FOR	2	146.4705722	73.2352861	4.41	0.0140
GOMA	1	166.1306174	166.1306174	10.01	0.0019
TEMP	1	89.3182507	89.3182507	5.38	0.0219
REP	3	55.7028021	18.5676007	1.12	0.3442
GOMA*TEMP	1	171.2826563	171.2826563	10.32	0.0017
FOR*GOMA	2	105.0517389	52.5258694	3.16	0.0456
FOR*TEMP	2	66.7353556	33.3676778	2.01	0.1382
FOR*GOMA*TEMP	2	103.7052667	51.8526333	3.12	0.0474

## Anexo K

## Apéndice 2 del Bacteriological Analytical Manual (BAM).

Table 1: For 3 tubes each at 0.1, 0.01, and 0.001 g inocula, the MPNs per gram and 95 percent confidence intervals.

Pos. Tubes			MPN/g	Conf. lim.		Pos. tubes			MPN/g	Conf. lim.	
0.10	0.01	0.001		Low	High	0.10	0.01	0.001		Low	High
0	0	0	<>	-	9.5	2	2	0	21	4.5	42
0	0	1	3.0	0.15	9.6	2	2	1	28	8.7	94
0	1	0	3.0	0.15	11	2	2	2	35	8.7	94
0	1	1	6.1	1.2	18	2	3	0	29	8.7	94
0	2	0	6.2	1.2	18	2	3	1	36	8.7	94
0	3	0	9.4	3.6	38	3	0	0	23	4.6	94
1	0	0	3.6	0.17	18	3	0	1	38	8.7	110
1	0	1	7.2	1.3	18	3	0	2	64	17	180
1	0	2	11	3.6	38	3	1	0	43	9	180
1	1	0	7.4	1.3	20	3	1	1	75	17	200
1	1	1	11	3.6	38	3	1	2	120	37	420
1	2	0	11	3.6	42	3	1	3	160	40	420
1	2	1	15	4.5	42	3	2	0	93	18	420
1	3	0	16	4.5	42	3	2	1	150	37	420
2	0	0	9.2	1.4	38	3	2	2	210	40	430
2	0	1	14	3.6	42	3	2	3	290	90	1,000
2	0	2	20	4.5	42	3	3	0	240	42	1,000
2	1	0	15	3.7	42	3	3	1	460	90	2,000
2	1	1	20	4.5	42	3	3	2	1100	180	4,100
2	1	2	27	8.7	94	3	3	3	>1100	420	-

## Anexo L

### Boleta de evaluación sensorial.

#### Evaluación sensorial de Láminas de banano

Fecha: \_\_\_\_\_

Nacionalidad: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: F  M

#### Instrucciones

A continuación, se le presentan 3 muestras diferentes de láminas de banano las cuales se encuentran enumeradas, usted deberá probar cada una de ellas de izquierda a derecha y dar una puntuación de gusto o disgusto de acuerdo con la escala hedónica del cuadro 1.

**\*Por favor limpiar su paladar antes y después de cada muestra con un sorbo de agua\***

**Cuadro 1. Escala hedónica de 9 puntos**

Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta bastante	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta, ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta bastante	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Aspectos por evaluar							
# de muestra	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Textura	Dulzura	Aceptación general

Observaciones:

---



---

Prueba de preferencia por ordenamiento. Una vez hecha la evaluación, por favor ordene las muestras de acuerdo con su preferencia, siendo 1 su muestra preferida y 3 la menos preferida.

# de muestra	Orden de preferencia (1-3)

Observaciones:

---



---

**¡Gracias por su colaboración!**

## Anexo M

*Análisis sensorial: valores críticos de la prueba de preferencia (Basker y Kramer).*

Número de panelistas	Número de productos								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	8.8	14.8	21.0	27.3	33.7	40.3	47	53.7	60.6
21	9.0	15.2	21.5	28.0	34.6	41.3	48.1	55.1	62.1
22	9.2	15.5	22.0	28.6	35.4	42.3	49.2	56.4	63.5
23	9.4	15.9	22.5	29.3	36.2	43.2	50.3	57.6	65.0
24	9.6	16.2	23.0	29.3	36.9	44.1	51.4	58.9	66.4
25	9.8	16.6	23.5	29.9	37.7	45.0	52.5	60.1	67.7
26	10.0	16.9	23.9	30.5	38.4	45.9	53.5	61.3	69.1
27	10.2	17.2	24.4	31.1	39.2	46.8	54.6	62.4	70.4
28	10.4	17.5	24.8	31.7	39.9	47.7	55.6	63.6	71.7
29	10.6	17.8	25.3	32.3	40.6	48.5	56.5	64.7	72.9
30	10.7	18.2	25.7	32.8	41.3	49.3	57.5	65.8	74.2
31	10.9	18.5	26.1	33.4	42.0	50.2	59.4	66.9	75.4
32	11.1	18.7	26.5	34.0	42.6	51.0	60.3	60.3	76.6
33	11.3	19.0	26.9	35.0	43.3	51.7	61.2	69.0	77.8
34	11.4	19.3	27.3	35.6	44.0	52.5	62.1	70.1	79.0
35	11.6	19.6	27.7	36.1	44.6	53.3	63	71.1	80.1
36	11.8	19.9	28.1	36.6	45.2	54.0	63.9	72.1	81.3
37	11.9	20.2	28.5	37.1	45.9	54.8	64.7	73.1	82.4
38	12.1	20.4	28.9	37.6	46.5	55.5	67.2	74.1	83.5
39	12.2	20.7	29.3	38.1	47.1	56.3	65.6	75.0	84.6
40	12.4	21.0	29.7	38.6	47.7	57.0	66.4	76.0	85.7
41	12.6	21.2	30.0	39.1	48.3	57.7	67.2	76.9	86.7
42	12.7	21.5	30.4	39.5	48.9	58.4	68	77.9	87.8
43	12.9	21.7	30.8	40.0	49.4	59.1	68.8	78.8	88.8
44	13.0	22.0	31.1	40.5	50.0	59.8	69.6	79.7	89.9
45	13.1	22.2	31.5	40.9	50.6	60.4	70.4	80.6	90.9
46	13.3	22.5	31.8	41.4	51.1	61.1	71.2	81.5	91.9
47	13.4	22.7	32.2	41.8	51.7	61.8	72	82.4	92.1
48	13.6	23.0	32.5	42.3	52.2	62.4	72.7	83.2	93.8
49	13.7	23.2	32.8	42.7	52.8	63.1	73.5	84.1	94.8
50	13.9	23.4	33.2	43.1	53.3	63.7	74.2	85.0	95.8
55	14.5	24.6	34.8	45.2	55.9	66.8	77.9	89.1	100.5
60	15.2	25.7	36.3	47.3	58.4	69.8	81.3	93.1	104.9
65	15.8	26.7	37.8	49.2	60.8	72.6	84.6	96.9	109.2
70	16.4	27.7	39.2	51.0	63.1	75.4	87.8	100.5	113.3
80	17.5	29.6	42.0	54.6	67.4	80.6	93.9	107.5	121.2
90	18.6	31.4	44.5	57.9	71.5	85.5	99.6	114.0	128.5
100	19.6	33.1	46.9	61.0	75.4	90.1	105	120.1	135.5
110	20.6	34.8	49.2	64.0	79.1	94.5	110.1	126.0	142.1
120	21.5	36.3	51.4	66.8	82.6	98.7	115	131.6	148.4

Ref: Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.

Nota. 33.95 es el valor crítico para 105 panelistas, siendo el resultado de la interpolación entre los valores para 100 y 110 panelistas

## Anexo N

Anexo E del Reglamento Técnico Centro Americano para Etiquetado Nutricional.

REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO

RTCA 67.01.60:10

**ANEXO E**  
**CUADRO DE CONDICIONES RELATIVAS AL CONTENIDO DE NUTRIENTES**  
**(NORMATIVO)**

COMPONENTE	DECLARACIÓN DE PROPIEDADES	CONDICIONES
Energía	Exento, libre, sin, cero	No contiene más de 21 kJ (5 Kcal) por porción ó por 100 g ó 100 mL
	Bajo, baja fuente de	No contiene mas de 170 kJ (40 Kcal) por porción o por 100 g o 100 mL
	Ligero, liviano, reducido, menos, Light, lite	Contiene al menos un 25% menos de energía por porción o por 100 g o 100 mL con respecto al alimento de referencia. El alimento de referencia no debe ser bajo en energía
Grasa	Exento, libre, sin, cero	Contiene no más de 0,5 g por porción o por 100 g o 100 ml
	Bajo	Contiene no mas de 3 g por porción o por 100 g o 100 mL
	Ligero, liviano, reducido, menos, Light, lite	Contiene al menos un 25% menos de grasa por porción o por 100 g ó 100 mL, con respecto al alimento de referencia. El alimento de referencia no debe ser bajo en grasa.
Grasas Saturadas	Exento, libre, sin, cero	Contiene no más de 0,5 g de grasa saturada y menos de 0,5 gramos de ácidos grasos trans por porción o por 100 g o 100 mL.
	Bajo	Contiene no más de 1.0 g por porción o por 100 g o 100 mL y la grasa saturada no aporta más del 15% de la energía
	Ligero, liviano, reducido, menos, Light, lite	Contiene al menos un 25% menos de grasa saturada por porción o por 100 g o 100 mL, con respecto al alimento de referencia. El alimento de referencia no debe ser bajo en grasa saturada.
Colesterol	Exento, libre, sin, cero	Contiene no más de 2 mg por porción o por 100 g o 100 ml y contiene 2 g o menos de grasa saturada por poción o por 100 g o 100 mL
	Bajo	Contiene no más de 20 mg por porción por 100 g o 100 mL y contiene 2 gr o menos de grasa saturada por porción o por 100 g o 100 mL

	Ligero, liviano, reducido, menos, Light, lite	Contiene al menos un 25% menos de colesterol por porción o por 100 g o 100 mL, con respecto al alimento de referencia. El alimento de referencia no debe ser bajo en colesterol. Contiene 2 g o menos de grasa saturada por porción o por 100 g o 100 mL
Azúcares	Exento, libre, sin, cero	Contiene no más de 0,5 g por porción por 100 g o 100 mL
	“Sin azúcar agregado” y “Sin adición de azúcares”	Declaraciones permitidas si no se ha adicionado durante el procesamiento, azúcar o ingredientes que contengan azúcar. Se declara si el alimento no es bajo o reducido en energía
	Ligero, liviano, reducido, menos, Light, lite	Contiene al menos un 25% menos de azúcar por porción o por 100 g o 100 mL, con respecto al alimento de referencia
Sodio	Exento, libre, sin, cero	Contiene no más de 5 mg por porción o por 100 g o 100 mL
	Bajo	Contiene no más de 140 mg por porción, por 100 g o 100 mL
	Muy Bajo	Contiene no más de 35 mg por porción, por 100 g o 100 mL
	Ligero, liviano, reducido, menos, Light, lite	Contiene al menos un 25% menos de sodio por Porción o por 100 g o 100 mL, con respecto al alimento de referencia
Proteína	Alto, buena fuente, rico en, excelente fuente	Contiene dos veces los valores para fuente
Vitaminas y Minerales		
Fibra		
Proteína	Fuente, adicionado, enriquecido, fortificado	Contiene no menos de 10% del VRN por 100 g o contiene no menos de 5% del VRN por 100 ml o contiene no menos del 5% del VRN por 100 Kcal, o contiene no menos del 10% del VRN por Porción del alimento
Vitaminas y Minerales		Contiene no menos de 15% de VRN por 100 g (sólidos) 7,5% de VRN por 100 ml (líquidos ó 5% de VRN por 100 Kcal (12% de VRN por 1 MJ) ó 10% de VRN por porción de alimento
Fibra		Contiene no menos de 3 g por 100 g o 1.5 g por 100 Kcal o por porción del alimento
Vitaminas y Minerales	Mas, extra	Contiene al menos una diferencia en el valor de referencia de los nutrientes (VRN o VD) del 10% con respecto al alimento de referencia. Debe existir una diferencia absoluta mínima en el contenido de nutrientes equivalente a la cifra que se define para la