

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



Proyecto Especial de Graduación

**Desarrollo de una galleta con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum durum*) por harina de raquis, cáscara de banano (*Musa acuminata*) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*)**

Estudiantes

Alex Dariel Aguilar Pesantes

Nicole Michelle Estrella Pincay

Asesores

Sandra Espinoza, M.Sc.

Luis Maldonado, Ph.D.

Honduras, julio 2021

## **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

Introducción.....	10
Materiales y Métodos.....	13
Localización del Estudio.....	13
Materiales.....	13
Equipo Usado.....	14
Etapa 1. Elaboración y Evaluación de las Harinas.....	14
Elaboración de Harina de Raquis, Cáscara de Banano y Cáscara de Plátano Verde.....	14
Análisis Químico.....	15
Contenido de Humedad.....	15
Pruebas Microbiológicas.....	15
Análisis de <i>Escherichia coli</i> por Método de Vaciado en Placa.....	16
Análisis de Mohos (Hongos).....	16
Análisis de <i>Salmonella spp.</i> .....	17
Día 1. Preparación/Pre-enriquecimiento de la Muestra.....	17
Día 2. Enriquecimiento Selectivo.....	17
Día 3. Aislamiento Diferencial.....	17
Día 4. Pruebas Bioquímicas.....	18
Elaboración de Tratamientos.....	18
Prueba Sensorial de Preferencia por Ordenamiento.....	19
Etapa 2. Análisis Sensorial de Aceptación en Galletas.....	20
Diseño Experimental y análisis estadístico de la etapa 2.....	20
Etapa 3. Análisis Físicos y Químicos de la Galleta Seleccionada.....	21
Perfil de Textura.....	21

Color .....	21
Actividad de Agua ( $a_w$ ).....	21
Diseño Experimental y Análisis Estadístico de la etapa 3 .....	22
Contenido Nutricional y Análisis Proximal .....	22
Análisis de Proteína.....	22
Análisis de Grasa Total.....	22
Análisis de Perfil de Ácidos Grasos. ....	23
Análisis de Fibra Dietética.....	23
Análisis de Cenizas.....	23
Análisis de Minerales.....	24
Análisis de Azúcares.....	24
Análisis de Colesterol.....	24
Análisis de Vitamina A.....	25
Análisis de Vitamina C.....	26
Resultado y Discusión .....	27
Etapa 1. Elaboración de las Harinas.....	27
Pruebas Microbiológicas .....	28
Prueba Sensorial de Preferencia por Ordenamiento .....	29
Etapa 2. Análisis Sensorial .....	31
Color .....	32
Aroma .....	32
Sabor .....	33
Textura .....	33
Aceptación General.....	34

Análisis de Correlación .....	34
Etapa 3: Análisis Físicos y Químicos de la Galleta Seleccionada.....	35
Color .....	35
Textura .....	36
Actividad de Agua.....	37
Contenido Nutricional del Tratamiento Seleccionado y Análisis Proximal de la Galleta Control	38
Conclusiones .....	42
Recomendaciones.....	43
Referencias.....	44
Anexos.....	48

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Descripción de los tratamientos de la primera etapa del estudio. ....	19
Cuadro 2 Descripción de los tratamientos.....	21
Cuadro 3 Rendimientos y porcentajes de humedad de a harina de raquis, cáscara de banano y cáscara de plátano. ....	28
Cuadro 4 Resultados del recuento de Mohos, Escherichia coli y Salmonella spp. realizados a la harina de cáscara de banano, cáscara de plátano y raquis de banano. ....	29
Cuadro 5 Resultados de prueba de preferencia por ordenamientos de los tratamientos uno, dos, siete, nueve, 11 y 12. ....	30
Cuadro 6 Resultados de prueba de preferencia por ordenamiento de los tratamientos tres, cuatro, cinco, seis, ocho y 10.....	30
Cuadro 7 Resultados de prueba de preferencia por ordenamiento de los mejores tratamientos. ....	31
Cuadro 8 Resultados de análisis sensorial en los tributos de textura, color, olor, sabor y aceptación general de las galletas utilizando los tratamientos de la etapa 2.....	34
Cuadro 9 Resultados de análisis de correlación de cada atributo con la aceptación general de cada las galletas utilizando los tratamientos de la etapa 2.....	35
Cuadro 10 Resultado de análisis de color de galleta de trigo (control) y tratamiento.....	36
Cuadro 11 Resultado de análisis de textura de galleta de trigo (control) y tratamiento. ....	37
Cuadro 12 Resultados de análisis de actividad de agua ( $a_w$ ) en la galleta de trigo (control) y tratamiento. 37	
Cuadro 13. Resultado de análisis de la composición química de la galleta de trigo (control) y tratamiento en 100 g. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Cuadro 14 Resultado del análisis de colesterol, porcentaje de azúcares, porcentaje de ácidos grasos saturados e insaturados y vitamina A del tratamiento en 100 g..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## Índice de Anexos

Anexo A Escala de maduración establecida por (Von Loesecke 1950).....	48
Anexo B Flujo de proceso en la elaboración de harina de raquis.....	49
Anexo C Flujo de proceso en la elaboración de harina de cáscara de banano y cáscara de plátano..	50
Anexo D Formulación base de las galletas.....	51
Anexo E Galletas con los 12 tratamientos evaluados en prueba de preferencia. ....	52
Anexo F Boleta de evaluación sensorial para prueba de preferencia.....	53
Anexo G Boleta de evaluación sensorial para prueba de aceptación.....	54
Anexo H Tabla de Prueba de Basker: Valor crítico de diferencia entre suma de categorías.....	55
Anexo I Análisis de correlación de los atributos sensoriales de la galleta control (100% trigo).....	56
Anexo J Análisis de correlación de los atributos sensoriales de la galleta con el T8 al 5%.....	57
Anexo K Análisis de correlación de los atributos sensoriales de la galleta con el T8 al 15%.....	58
Anexo L Análisis de correlación de los atributos sensoriales de la galleta con el T8 al 25%.....	59
Anexo M Etiqueta nutricional del tratamiento aceptado sensorialmente.....	60

## Resumen

La industrialización de frutas como el banano y plátano generan muchos residuos ya que solo se aprovecha entre 20 y 30% de su biomasa. El objetivo del estudio fue determinar por medio de pruebas fisicoquímicas y sensoriales, las características de una galleta de trigo con sustitución parcial de una mezcla de harina de raquis, cáscara de banano y cáscara de plátano. En la primera etapa, se elaboró las harinas, se realizaron análisis microbiológicos, humedad y rendimiento; las harinas se mezclaron entre sí, en proporciones de 25, 50, 75 y 100%, resultando 12 tratamientos. Se elaboraron galletas con 10% de la mezcla de harinas y 90% harina de trigo y se seleccionó el tratamiento preferido. En la segunda etapa, se sustituyó 5, 15 y 25% de la harina de trigo por el tratamiento preferido en galletas y se realizó una prueba de aceptación. En la tercera etapa, la galleta más aceptada contenía una sustitución de 5% de la mezcla (75% de harina de cáscara de plátano y 25% de cáscara de banano), fue evaluada mediante análisis fisicoquímicos y se comparó con una galleta de trigo. El tratamiento más aceptado presentó una  $a_w$  de 0.39, 3.25% humedad, 9.18% proteína, 27.45% grasa, 55.75% carbohidratos y 1.64% cenizas; dureza de 38.26 N, fracturabilidad 25.76 N y en color  $L^*$  53.76,  $a^*$  7.78 y  $b^*$  26.11. La adición de 5% del tratamiento no afectó la textura, ni  $a_w$ , pero si disminuyó los valores de  $L^*a^*b^*$ , y aumentó en 28.2% en proteína y 23.3% de cenizas.

*Palabras clave:* Aporte nutricional, potasio, proteína, residuo agroindustrial.



### Abstract

The industrialization of fruits such as bananas and plantains generate a lot of waste since only 20 to 30% of their biomass is used. The objective of the study was to determine, by means of physicochemical and sensory tests, the characteristics of a wheat cookie with partial substitution of a mixture of rachis, banana peel and plantain peel flours. In the first stage, the flours were made, microbiological, moisture and yield analyses; the flours were mixed, in proportions of 25, 50, 75 and 100%, resulting in 12 treatments. Cookies were made with 10% of the flour mixture and 90% wheat flour and the preferred treatment was selected. In the second stage, 5, 15 and 25% of the wheat flour was replaced by the preferred treatment in cookies and an acceptance test was performed. In the third stage, the most accepted cookie contained a 5% substitution of the mixture (75% plantain peel flour and 25% banana peel), was evaluated by physicochemical analysis and compared with a wheat cookie. The most accepted treatment had an  $a_w$  of 0.39, 3.25% humidity, 9.18% protein, 27.45% fat, 55.75% carbohydrates and 1.64% ash: hardness of 38.26 N, fracturing 25.76 N and color  $L^*$  53.76,  $a^*$  7.78, and  $b^*$  26.11. The addition of 5% of the treatment did not affect the texture, nor  $A_w$ , but it decreased the values of  $L^*a^*b^*$  and increased by 28.2% in protein and 23.3% in ash.

*Keywords:* Agro-industrial residue, nutritional contribution, potassium, protein.

## Introducción

La producción y el consumo de frutas está en constante crecimiento alrededor del mundo. El 99% de las frutas tropicales se producen en los países en desarrollo. Actualmente, el 56% de la producción se encuentra en Asia, el 26% en América Latina y el 15% en África (FAO 2020). En las últimas décadas, Honduras ha sido reconocida por su producción frutícola, en especial de banano y plátano. El área sembrada es de 12,125 hectáreas entre banano y plátano con una producción anual de más de 286,109 toneladas métricas de banano y 99,000 toneladas métricas de plátano (SAG 2019)

En los últimos años, muchas empresas se han visto en la necesidad de brindar productos que demanden una corta preparación o que estén listos para su consumo y tengan una mayor vida anaquel (MTC 2014). Con el aumento de la producción de alimentos procesados, aumenta la cantidad de desechos orgánicos agroindustriales. Por lo cual, la industria alimentaria tiene como reto el aprovechamiento de los residuos orgánicos. En el caso del plátano y banano, en la cosecha del racimo, solo se utiliza del 20 al 30% de su biomasa (Mazzeo Meneses et al. 2010). El 70 a 80% corresponde al tronco de la planta con sus hojas, el brote floral, el raquis y la cáscara. La cáscara representa entre el 35 y el 40% del peso del fruto (Rojas et al. 2019).

Muchas de las industrias dedicadas a la transformación, ya sea del banano o plátano, usualmente, solo utilizan la pulpa para la elaboración de productos como purés, tajadas, jugos, cosméticos, entre otros. Las cáscaras al igual que el raquis tienen múltiples usos en la industria. Se pueden elaborar productos biodegradables, biogás, además se puede utilizar como fuente energética o de fibra en piensos para animales. Uno de los usos potenciales es como materia prima para bioplásticos ya que el raquis aportaría la celulosa, mientras que la cáscara contribuye con el almidón necesario en su formulación (Haro Velasteguí et al. 2017). Sin embargo, para productos de consumo humano, estos desechos no se han industrializado a gran escala.

La población en general ha considerado las cáscaras como un desecho con poco valor tanto, económico como nutricional (Jované Garuz 2019). Sin embargo, de acuerdo con varios estudios se ha visto que las cáscaras de banano y plátano poseen porcentajes elevados de humedad, grasa, proteína

y fibra cruda (Ayala Torres et al. 2003). El raquis tiene una composición química superior a la de la pulpa y la cáscara en todos sus componentes menos en almidón, lo que permite pensar que es un producto comestible portador de fibra, vitaminas y minerales (Carvajal et al. 1997). Por lo tanto, el aprovechamiento de los residuos de la industria bananera puede mejorar las características nutricionales en diferentes productos alimenticios.

Una opción para el aprovechamiento de los residuos y la oferta de productos con mejor calidad nutricional, son las harinas. Se conoce como harina el polvo procedente de algunos tubérculos y legumbres, o polvo menudo a que se reducen algunas materias sólidas (RAE 2020). Este es un producto usado en la elaboración de diversos platos de la gastronomía mundial. En la parte occidental se utiliza principalmente harinas de trigo de fuerza ya que tienen un mayor contenido en proteínas como el gluten, el cual sirve para la elaboración de productos principalmente de panificación, en los que se requiere que la masa posea cierta elasticidad y esponjosidad. También se utilizan harinas flojas o sin fuerza de trigo, estas contienen menos gluten y se utilizan para la elaboración de tartas, pasteles, como espesante y en repostería en general (ECOagricultor 2017).

En la industria harinera, se utilizan diversos procesos tecnológicos para mejorar las características organolépticas como el refinado, el cual provoca importantes pérdidas de minerales y vitaminas (Carbajal Azcona 2013). Por lo tanto, la incorporación de otras harinas como la de cáscara del plátano, cáscara de banano y raquis que poseen un alto contenido de estos micronutrientes, lograrán contribuir al mejoramiento del aporte nutricional en diferentes productos como galletas. Las galletas se definen como “productos alimenticios elaborados, fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, adicionada o no, de azúcares y otros productos alimenticios o alimentarios (Aditivos, aromas, condimentos, especias, entre otros), la cual es sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua” (Presidencia del Gobierno 1982). En los últimos años, se ha considerado este alimento como uno de los más consumidos a nivel mundial debido a su versatilidad de sabores, colores, formas, fácil transporte y su bajo costo (Lopez 2017).

La presente investigación pretende desarrollar una harina en la cual se aproveche la cáscara de plátano y cáscara de banano o el raquis, logrando la obtención de un producto con un alto aporte nutricional y que a su vez logre sustituir parcial o totalmente la harina de trigo en productos de panificación, tales como galletas. Esta investigación permitirá generar información relevante sobre las características de las mejores combinaciones de harinas obtenida y ayudará a personas que estén interesadas en el aprovechamiento de los residuos provenientes de la industria bananera o que deseen elaborar harinas más saludables para el consumo humano como una alternativa a las harinas refinadas. Los objetivos de la investigación fueron:

Determinar una mezcla de harinas de cáscara de banano, cáscara de plátano verde y raquis en la sustitución de harina de trigo para la elaboración de galletas.

Valorar la aceptación sensorial de las diferentes formulaciones de galletas.

Determinar las características físicas y químicas de la galleta con mayor aceptación.

## Materiales y Métodos

### Localización del Estudio

La investigación se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Para el desarrollo de la harina y las galletas se usó las instalaciones de la Planta de Innovación de Alimentos (PIA), posteriormente los análisis físicos y químicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ). El análisis microbiológico se realizó en el Laboratorio de Microbiología (LMAZ). Finalmente, los estudios de preferencia y aceptación del producto se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Análisis Sensorial. Las instalaciones antes mencionadas están ubicadas en el Km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí, Valle del Yeguaré, Municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras.

### Materiales

La materia prima que se utilizó son cáscaras de plátano verde macho (*Musa paradisiaca*, cultivar AAB) proporcionadas por la empresa "Tajiricas", raquis y cáscara de banano enano Cavendish (*Musa acuminata*, cultivar AAA) cosechados en San Pedro Sula. La escala de maduración utilizada fue la establecida por Von Loesecke en 1949 (Anexo A) y se realizó de manera visual, para el banano se consideró el estado de maduración cuatro, el cual representa una coloración más amarillenta que verde; para el plátano los estados de maduración uno y dos, las cuales son coloraciones verdes y verde claro respectivamente. Los estados de maduración fueron establecidos debido al uso industrial que se les da, tanto para el plátano como para el banano la industria utiliza más plátanos y bananos verdes para la producción de diversos productos. En el caso del raquis, no cuenta con un estado de maduración establecido por lo cual, se consideró que el estado de maduración de este estaría directamente relacionado con la maduración del banano al momento de la cosecha. Otros insumos utilizados fueron hipoclorito de sodio, ácido cítrico, harina de trigo, azúcar, huevos, mantequilla (Superline), esencia de vainilla (Francelia). Además, se utilizaron materiales para evaluación sensorial tales como servilletas, bandejas de foam y vasos de 0.14 kg.

## **Equipo Usado**

- Equipo de extracción de lípidos Soxhlet™
- Equipo de destilación para análisis de proteínas FOSS Kjeltex® 8200
- Equipo de digestión FOSS Tecator® D 20
- Horno de convección Fisher Scientific 750 F
- Mufla marca “SYBRON Thermolyne
- Módulo de filtración para análisis de fibra dietética “Fibertec™”
- Potenciómetro de mesa STARTER 2100
- Licuadora Oster
- Balanzas analíticas Adventurer
- Deshidratador de comida, marca Excalibur
- Molino FOSS CT 193 Cyclotec
- Rejilla para molino de 1 mm
- Aqualab Series 3 TE
- Mezcladora KitchenAid
- Deshidratador marca Alto Shaam CTP Combitherm
- Cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890<sup>a</sup>
- Horno de gas Blodgett DFG-100

El estudio se llevó a cabo en tres etapas las cuales se encuentran detalladas a continuación:

### **Etapas 1. Elaboración y Evaluación de las Harinas**

#### ***Elaboración de Harina de Raquis, Cáscara de Banano y Cáscara de Plátano Verde***

El procedimiento realizado fue el establecido por Vargas et al. (2011), Mazzeo Meneses et al. (2010) y Viloria Camilo y Yepez Escobar (2014) (Anexos B y C), con adaptaciones de acuerdo con estudios preliminares realizados en la Planta de Innovación de alimentos (PIA) de Zamorano. Para la obtención de las harinas, se seleccionó la materia prima que contaba con menos daños mecánicos, se lavó y desinfectó con una solución de hipoclorito de sodio al 5% durante 10 minutos. A continuación,

se eliminaron las partes no deseadas, en el banano se descartó el pedúnculo, extremo inferior, áreas con coloraciones oscuras. En el raquis se retiró su corteza y las áreas deterioradas por insectos. Finalizado el paso anterior, se fraccionaron las cáscaras en cuadrados de aproximadamente 1 × 1 cm y el raquis en triángulos de no más de 1 cm de grosor. Luego, se procedió a realizar la inmersión en una solución de ácido cítrico al 1% por un periodo de una hora para evitar el pardeamiento. Posteriormente, los trozos de cáscaras y raquis se secaron mediante el uso de un deshidratador de bandejas a una temperatura constante de 60 °C durante 8 horas para el raquis y 11 horas para las cáscaras, con lo cual se alcanzó un porcentaje de humedad inferior al 12%.

Para reducir el tamaño de partícula, se trituró el producto obtenido con la ayuda de una licuadora. Posteriormente, se pulverizó y homogeneizó por medio del molino "FOSS CT 193 Cyclotec" con una rejilla de orificios de 1 mm de diámetro previamente desinfectada. La harina obtenida fue almacenada en bolsas de polietileno de alta densidad con cierre hermético en un ambiente de baja humedad relativa (< 60%) y sin la exposición directa del sol para evitar cambios físicos.

### ***Análisis Químico***

#### **Contenido de Humedad.**

Se determinó la humedad de las harinas obtenidas mediante el procedimiento establecido por la AOAC 950.46B. Para este procedimiento fue necesario secar previamente los crisoles a 105 °C en un horno de convección el día anterior a la realización del análisis. Posteriormente, se sacaron, se dejaron enfriar a temperatura ambiente en un desecador y se pesaron. A continuación, se agregó en los crisoles  $3 \pm 0.0050$  g de las muestras en 3 repeticiones. Se introdujeron los crisoles nuevamente en el horno a 105 °C por un periodo de 18 horas. Luego se dejó enfriar nuevamente en el desecador durante 15 minutos. Finalmente, se pesaron los crisoles con la muestra seca.

#### ***Pruebas Microbiológicas***

Se realizaron pruebas para la determinación de microorganismos presentes en las harinas de acuerdo con la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería (RM N° 1020-2010/MINSA). Esta norma establece la

determinación y cuantificación de Mohos, *Escherichia coli* y *Salmonella* en harinas, sémolas, féculas y almidones (MINSA 2010).

#### **Análisis de *Escherichia coli* por Método de Vaciado en Placa.**

Previo a la realización del análisis fue necesario desinfectar el área de trabajo con alcohol al 70% y contar con materiales estériles. Posteriormente, se pesaron 10 g de la muestra y se le adicionó 90 mL de buffer fosfato, se colocaron en una bolsa plástica estéril previamente rotulada. La muestra fue llevada al Stomacher® 400 durante 1 minuto. Para la preparación de la placa, con ayuda de un bulbo y una pipeta con filtro, se tomó 1 mL de la muestra correspondiente a la dilución  $10^{-1}$  y se vertió en la placa teniendo precaución de que la boquilla no tuviera contacto con otra superficie. A continuación, se agregó homogéneamente 15 mL de Agar Bilis Rojo Violeta con MUG (ABRV-MUG). Se realizaron movimientos a favor y en contra reloj, hacia arriba y hacia abajo hasta que la muestra se solidificó. Finalmente, se agregaron 5 mL de ABRV-MUG y se esperó hasta que solidificó. El plato Petri se invirtió de tal manera que la tapa quede hacia abajo y se introdujo en la incubadora a 35 °C durante 24 horas. Finalizado el tiempo, el conteo de las colonias presentes se realizó de forma manual con la ayuda de luz ultravioleta a 265 nm. Los datos fueron expresados en UFC/g. Este procedimiento se realizó para cada una de las muestras las cuales fueron harina de cáscara de plátano, harina de cáscara de banano y harina de raquis.

#### **Análisis de Mohos (Hongos).**

Para este análisis, se hizo uso de la muestra preparada en el análisis de *E. coli*. Se rotularon los platos Petri y tubos de ensayo con las diluciones y tipos de muestras correspondientes. Con ayuda de un bulbo y una pipeta con filtro se tomó 1 mL de la muestra ( $10^{-1}$ ) y se colocó en el plato Petri teniendo precaución de que la pipeta no estuviese en contacto con la superficie. Posteriormente, se agregó 15 mL de Agar Rosa Bengala con Cloranfenicol (ARBC). Para obtener una segunda dilución ( $10^{-2}$ ), con ayuda de una pipeta estéril y un filtro, se tomó 1 mL de la muestra  $10^{-1}$ , se colocó en un tubo de ensayo con 9 mL de buffer fosfato y se procedió a agitar en un vortex durante 1 minuto. Con una nueva pipeta estéril, se tomó 1 mL de la nueva dilución y se colocó en el plato Petri con 15 mL de ARBC. En ambos



platos Petri se realizaron movimientos a favor y en contra reloj, hacia arriba y hacia abajo hasta que la muestra se solidificó. Se invirtieron los platos Petri de modo que las tapas quedaran hacia abajo y se introdujo en la incubadora a 25 °C durante 72 horas. Pasado el tiempo estimado se realizó el conteo de las colonias presentes con la ayuda de una plantilla cuadrículada. Los datos fueron expresados en UFC/mL.

#### **Análisis de *Salmonella spp.***

Este análisis se llevó a cabo en varios días.

**Día 1. Preparación/Pre-enriquecimiento de la Muestra.** En primer lugar, se desinfectó el área de trabajo con alcohol al 70%. Se rotularon las bolsas de plástico y en cada una se introdujo 25 g de cada harina (harina de cáscara de plátano, cáscara de banano y raquis). Posteriormente, a cada muestra se le colocó 225 mL de agua peptonada y se llevó al Stomacher® 400 durante 2 minutos para su homogeneización. Pasado este tiempo, se dejaron reposar las muestras durante 1 hora a temperatura ambiente y se dejó en la incubadora a 35 °C durante 24 horas.

**Día 2. Enriquecimiento Selectivo.** Se retiraron las muestras de la incubadora y se tomó 2 mL de muestra con la ayuda de un bulbo y una pipeta estéril. El primer mililitro de la muestra pre enriquecida se colocó en un tubo de ensayo que contenía 9 mL de Caldo Rappaport Vassiliadis y el segundo mililitro de la muestra se colocó en otro tubo con Caldo Tetracionato. Los tubos inoculados fueron llevados a la incubadora a 35 °C durante 24 horas. Este procedimiento se realizó para las tres harinas.

**Día 3. Aislamiento Diferencial.** Antes de realizar el procedimiento del día se desinfectó el área de trabajo con ayuda de alcohol al 70%. Los tubos de ensayos preparados el día 2 fueron sacados de la incubadora y con ayuda de un vortex fueron homogeneizados. Se tenían seis platos Petri con tres medios de cultivo selectivo por duplicado, Agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD), Agar Entérico Hektoen (HE) y Agar Sulfito de Bismuto (SB). Con ayuda de un mechero, se esterilizó un asa microbiológica, se dejó enfriar y posteriormente, se sembró en estría por Frobisher. Los platos Petri se invirtieron de tal

manera que la tapa quedó hacia abajo. Se introdujo todas las muestras en la incubadora a 35 °C durante 24 horas.

Pasadas las 24 horas, se estableció la presencia de colonias sospechosas cuando en el Agar Sulfito Bismuto se encontraron colonias cafés, grises o negras con un halo que puede ser café o negro. En Agar Xilosa Lisina Desoxicolato, las colonias son rojas o rosas y pueden o no tener un centro negro y en Agar Entérico Hektoen las colonias pueden ser verdes o verdes azuladas con presencia o ausencia de un centro negro.

**Día 4. Pruebas Bioquímicas.** Para este procedimiento se prepararon tres tubos de ensayo con Agar Triple Azúcar Hierro (TSI), Agar Lisina Hierro (LIA) por sus siglas en inglés y Caldo Urea, los cuales permitieron la confirmación o ausencia de *Salmonella spp.* En primer lugar, de los platos Petri obtenidos el día anterior se seleccionó una o dos colonias aisladas que hayan presentado características sospechosas. Con ayuda de un asa bacteriológica recta esterilizada, se tomó la mitad de la colonia seleccionada con anterioridad y se inoculó el medio TSI inclinado mediante una picadura sin llegar al final del tubo y una estría en la superficie. Con la misma asa utilizada para el medio anterior, se inoculó el agar LIA mediante tres picaduras y estría en la superficie. Al terminar el procedimiento se flameó la boquilla del tubo y se colocó su tapa de rosca. Para el Caldo Urea, se utilizó un asa bacteriológica estéril con la cual se tomó la otra mitad de la colonia utilizada previamente y se inoculó el medio teniendo precaución de no topar las paredes del tubo ni la boquilla del mismo. Se flameó, tapó y se agitó en un vortex. Una vez realizado el procedimiento en todos los tubos, se procedió a incubar a 35 °C durante 24 horas.

#### **Elaboración de Tratamientos**

Las harinas de cáscara de banano, cáscara de plátano verde y raquis de banano se mezclaron entre sí en proporciones que van desde 0, 25, 50, 75 y 100%, para generar 12 diferentes tratamientos, los cuales sustituyeron a la harina de trigo (Cuadro 1). Se elaboró las galletas en base a la formulación establecida en el Anexo D, sustituyendo el 10% de la harina de trigo por las mezclas de harina de cáscara de banano, harina de cáscara plátano verde y harina de raquis de banano. El 10% de la

sustitución fue establecido por un análisis preliminar realizado en Planta de Innovación de Alimentos de Zamorano, tomando como base un 5% de sustitución como mejor tratamiento mencionado en el estudio de Falla Dejo y Ramón Lluén (2018).

### **Cuadro 1**

*Descripción de los tratamientos de la primera etapa del estudio.*

Tratamiento	Harina de cáscara de banano estado de maduración 4 (%)	Harina de cáscara plátano verde (%)	Harina de raquis de banano (%)
T1	0	0	100
T2	0	100	0
T3	0	25	75
T4	0	75	25
T5	25	25	50
T6	25	50	25
T7	25	0	75
T8	25	75	0
T9	50	25	25
T10	75	0	25
T11	75	25	0
T12	100	0	0

### ***Prueba Sensorial de Preferencia por Ordenamiento***

Para discriminar los tratamientos de las galletas, se hizo uso de una evaluación sensorial con el apoyo de 84 panelistas no entrenados. El análisis sensorial aplicado fue de preferencia por ordenamiento el cual constaba de tres partes. En la primera parte, se les presentó a los primeros 23 panelistas seis galletas de seis tratamientos seleccionados al azar, a los 23 panelistas siguientes se pidió que realicen el análisis de los seis tratamientos restantes, para un total de 12 tratamientos (Cuadro 1, Anexo E). Finalmente, a los 35 panelistas restantes se les entregó los cinco tratamientos con mayor preferencia de los dos grupos antes mencionados. La forma de evaluación fue mediante el ordenamiento de las galletas en una escala del uno al seis (Anexo F), siendo uno el producto preferido y seis el último en preferencia (Liria Domínguez 2007).

### ***Diseño Experimental y Análisis Estadístico de la etapa 1***

Para analizar el contenido de humedad se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con tres harinas y tres repeticiones cada una. Por otra parte, los resultados obtenidos de la evaluación

sensorial fueron analizados mediante la prueba no paramétrica de Basker. La prueba de Basker permitió seleccionar las galletas con el tratamiento preferido por el grupo de panelistas.

## **Etapa 2. Análisis Sensorial de Aceptación en Galletas**

En la Etapa 2, se utilizó la mezcla de harinas de la galleta que mostró la mayor preferencia en la Etapa 1. La mezcla de harinas preferida sustituyó en 5, 15 y 25% a la harina de trigo en la formulación de galletas. Los porcentajes de sustitución se decidieron tomando como base el 5% de sustitución de cáscara de plátano en harina de trigo presentado por Falla Dejo y Ramón Lluén (2018) como mejor tratamiento. No se establecieron porcentajes de sustitución superiores debido a la coloración y sabor de estas. Se realizó un análisis sensorial de aceptación con 117 panelistas no entrenados, distribuidos en tres repeticiones. A cada uno de los panelistas se les entregó una boleta en donde se describió el procedimiento a seguir y la forma de evaluación (Anexo G). Se proporcionó a los panelistas una bandeja con cuatro galletas, una galleta elaborada con harina de trigo al 100% (control), y una galleta por cada tratamiento (5,15, y 25% de sustitución, respectivamente). Las galletas estaban codificadas de manera aleatoria con códigos de tres dígitos y cada cinco panelistas se rotaba el orden de presentación.

Se pidió a los panelistas que evaluaran los atributos de olor, color, textura, sabor y aceptación general de cada una de las galletas. La escala utilizada fue de cinco puntos, siendo uno me disgusta mucho y cinco me gusta mucho.

### ***Diseño Experimental y Análisis Estadístico de la Etapa 2***

Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos más un control y tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales (Cuadro 2). Los resultados obtenidos fueron analizados mediante el uso del programa SAS "Statistical Analysis Software". Se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA) para determinar la probabilidad del modelo y una separación de medias mediante la prueba Duncan con un 95% de probabilidad ( $p < 0.05$ ) para determinar cuál fue el tratamiento con mejores características establecidas por los panelistas, además, se hizo un análisis de correlación.

## Cuadro 2

### *Descripción de los tratamientos.*

Tratamiento	Descripción
Control	100% harina de trigo
1	5% mezcla de harinas y 95% harina de trigo
2	15% mezcla de harinas y 85% harina de trigo
3	25% mezcla de harinas y 75% harina de trigo

*Nota.* Mezcla de las harinas: 25% Harina de Cáscara de Banano y 75% Harina de Cáscara de Plátano

### **Etapa 3. Análisis Físicos y Químicos de la Galleta Seleccionada**

En esta etapa se realizaron los análisis físicos y químicos de la galleta que mostró la mayor aceptación por los panelistas y se la comparó con una galleta control elaborada con 100% de harina de trigo. Los análisis físicos realizados fueron color y perfil de textura (dureza y fracturabilidad). En los análisis químicos se realizó la cuantificación de la actividad de agua ( $a_w$ ), y el contenido nutricional solo se realizó a la galleta seleccionada y el análisis proximal a la galleta control.

#### ***Perfil de Textura***

Se realizó con un medidor de textura Brookfield CT3 y con el método de análisis ASTM E83. Se encendió el equipo 30 minutos antes de realizar las mediciones y se realizaron las debidas calibraciones como lo indica el manual de instrucciones LAA-I-004-003 del Brookfield CT3. Después, se ensambló el acople adecuado para realizar la medición, en este caso se utilizó la guillotina TA 43, y una base hecha mediante una impresora 3D. Se realizaron las mediciones correspondientes (fuerza máxima y fracturabilidad en Newtons).

#### ***Color***

Se utilizó el colorímetro Colorflex Hunter  $L^*a^*b$  (ASTM D6290). El colorímetro utiliza una escala de  $L^*a^*b$ , donde el valor "L" indica la claridad siendo 0 negro y 100 blanco, el valor "a" indica la tonalidad de verde (-) a rojo (+) y el valor "b" indica los colores que van de azul (-) a amarillo (+).

#### ***Actividad de Agua ( $a_w$ )***

Se realizó por medio de un Aqualab Serie 3. Previo al uso del equipo se calibró con las soluciones de  $a_w$  conocidas (0.25 y 0.5), las cuales vienen incluidas en el kit de calibración del equipo.

Después, se introdujo la muestra de las galletas previamente molidas en la cámara de medición. El análisis se realizó con tres repeticiones para la galleta control y el tratamiento seleccionado.

### ***Diseño Experimental y Análisis Estadístico de la Etapa 3***

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos más un control y tres repeticiones, teniendo un total de 12 unidades experimentales. La información fue analizada mediante una prueba T-estudiante para muestras independientes y un análisis de varianza (ANDEVA) con un 95% de probabilidad ( $p < 0.05$ ) para el contenido de agua, proteína, carbohidratos, grasas totales, fibra dietética, cenizas, sodio, potasio, hierro y calcio.

### ***Contenido Nutricional y Análisis Proximal***

Se evaluó el contenido nutricional con tres repeticiones de la galleta mejor aceptada por los panelistas en la evaluación sensorial, para lo cual se realizó análisis de proteína cruda (AOAC 2001.11), grasa total (AOAC 2003.06), grasas saturadas e insaturadas, y trans (AOCS Ce 2b-11), fibra dietética (AOAC 985.29), cenizas (AOAC 923.03), minerales (AOAC 985.35), carbohidratos totales (21CFR101), azúcares (AOAC 982.14), colesterol (AOAC 994.10), vitaminas A (AOAC 2001.13) y C (AT 5990-8166EN). Para el análisis proximal de la galleta control se realizó la cuantificación de minerales (AOAC 985.35), grasa (AOAC 2003.06), proteína (AOAC 2001.11) y cenizas (AOAC 923.03).

#### **Análisis de Proteína.**

Se realizó por medio del método AOAC 2001.11. Se pesó  $3 \pm 0.0050$  g en papel encerado, para introducirla en un tubo de digestión junto con dos tabletas Kjeltabs® y ácido sulfúrico. Se colocó el tubo de digestión con la muestra en el Digestor FOSS Tecator® D 20, posteriormente, se destiló el amoníaco en el Destilador FOSS Kjeltec® 8200. Por último, se realizó la titulación con ácido clorhídrico a 0.1N. Los datos fueron expresados en g/100g.

#### **Análisis de Grasa Total.**

De acuerdo con el método AOAC 2003.06. Se pesó 2 g de célite y  $2 \pm 0.0050$  g de muestras en un dedal de celulosa, luego se colocó algodón en el dedal en forma de tapón. Se colocó el dedal en el equipo Soxhlet, se agregó 150 mL de hexano y se dejó en el equipo por 4 horas. Por último, la muestra

extraída se sometió al rotaevaporador para eliminar el hexano y al horno a 105 °C por 30 minutos. Se pesó el contenido de la grasa resultante. Los datos fueron expresados en g/100 g.

#### **Análisis de Perfil de Ácidos Grasos.**

Se utilizó el método AOCS Ce 2b-11. Se trabajó con la muestra extraída del análisis de grasa total. Al balón con grasa se le agregó 1.6 mL de isooctano, se agitó y se colocó en tubos de ensayo. Se le agregó 1 mL de KOH metanólico al 2 M, se agitó en el vortex por 8 minutos y se dejó reposar por 10 minutos para que las fases se separen. Se extrajo 300 microlitros de la fase superior y se colocó en otro tubo de ensayo que tenía 4 mL de isooctano y 1 g de sulfato de sodio. Se agitó por 8 minutos y se dejó reposar por 10 minutos. Por último, se extrajo 1 mL del tubo de ensayo y se colocó en un vial para ponerlo en el cromatógrafo de gases. La gráfica resultante fue integrada y comparada con estándares (Nu-Chek Prep GLC-463).

#### **Análisis de Fibra Dietética.**

Se utilizó el método AOAC 985.29. Primero, se desgrasó la muestra con hexano, ya que contenía más de 10% de grasa, luego se agitó por 1 hora y se filtró. Se pesó  $1 \pm 0.0050$  g de la muestra desgrasada seca en un crisol Fibertec y se agregó 100 mL de solución fosfato. Se añadió 100  $\mu$ L de alfa amilasa al crisol con muestra y se cubrió el crisol con aluminio, después se colocó el crisol en baño María a 95 °C por 15 minutos. Luego se dejó enfriar por 10 minutos, se colocó 100  $\mu$ L de proteasa y 10 mL de NaOH para regular el pH entre 6 a 6.2. Se calentó la muestra en baño María por 30 minutos a 65 °C, se dejó enfriar, se añadió 100  $\mu$ L de amiloglucosidasa y se ajustó el pH de 4 a 4.6 con ayuda del HCl. Se volvió a colocar en baño María por 30 minutos a 65 °C y después se agregó 250 mL de etanol al 95% a 50 °C. Se colocó 1 g de célite en un filtro de vidrio y se procedió a filtrar la muestra con ayuda de una bomba de vacío. Por último, se colocó el filtro de vidrio en el horno por 15 horas a 105 °C y luego a la mufla Syron Thermolyne a 550 °C por 5 horas. Los datos fueron expresados en g/100 g.

#### **Análisis de Cenizas.**

De acuerdo con el método AOAC 923.03. Se incineraron los crisoles a 550 °C por 12 horas y se pesaron después de ser enfriados en un desecador. Se pesaron  $3 \pm 0.0050$  g de la muestra en cada

crisol con tres repeticiones y se procedió a incinerar la muestra en la mufla Syron Thermolyne a 550 °C por 6 horas. Posteriormente, se apagó el incinerador, se dejaron enfriar las muestras a menos de 100 °C, se pasaron a un desecador por 15 minutos a temperatura ambiente y se pesaron.

#### **Análisis de Minerales.**

Para este análisis se utilizó el método AOAC 985.35. En primer lugar, se sumergió durante 12 horas todo el material volumétrico con HNO<sub>3</sub> al 20%, al terminar este periodo se lavó tres veces con agua desionizada. Posteriormente, se obtuvieron cenizas mediante la aplicación del método AOAC 923.03. A continuación, se agregó 5 mL de HNO<sub>3</sub> al 1M. Con la ayuda de una estufa se calentó la muestra a 95 °C durante 3 minutos. Se pasó la solución a un matraz volumétrico de 50 mL. Se lavó el crisol con dos porciones de 5 mL de 1M HNO<sub>3</sub> y se agregó al matraz, se aforó con HNO<sub>3</sub> hasta llegar a los 50 mL. En espectrómetro de absorción atómica se preparó la curva de calibración para Na, K, Fe y Ca y se procedió con el análisis de cada muestra. Los datos fueron expresados en g/100 g.

#### **Análisis de Azúcares.**

Se aplicó el método establecido por la AOAC 982.14. En primer lugar, se pesó tres veces 2 g de la muestra finamente molida, se lo colocaron matraces volumétricos a los cuales se añadió 100 mL de alcohol agua en una proporción 1:1 y se pesó nuevamente. Los matraces se colocaron en baño maría a 85 °C durante 25 minutos, ocasionalmente, se agitaban manualmente. Posteriormente, se enfriaron los matraces a temperatura ambiente y se añadió alcohol hasta llegar al volumen original. Con ayuda de un filtro de jeringa de nylon de 0.45 µm se filtró una pequeña proporción, la muestra transparente fue colocada en un vial previamente rotulado. Se programó el cromatógrafo líquido de alta resolución (HPLC-RID) con las muestras y los estándares. Los resultados obtenidos se establecieron en g/100 g.

#### **Análisis de Colesterol.**

Se realizó mediante el método AOAC 994.10. El método constaba de cuatro partes; saponificación, extracción, derivatización y análisis en cromatógrafo de gases. En la saponificación, se pesó  $3 \pm 0.0010$  g de muestras, se mezcló en un Erlenmeyer la muestra junto a 40 mL de etanol al 95%



y 8 mL de solución KOH al 50%. Se colocó el Erlenmeyer en una estufa y en un condensador de reflujo por  $70 \pm 10$  minutos, después se le agregó 60 mL de etanol al 95%. En la extracción, se colocó 100 mL de tolueno y se agitó para luego colocarlo en un embudo de separación. Después, se le agregó KOH a 1 y a 0.5 M, se mezcló el embudo de separación y se descartó la parte turbia. Además, se realizaron 4 lavados con agua y se descartó la solución acuosa. Luego se vertió la capa de tolueno en un tapón de fibra de vidrio y  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , después se colocó 20 mL del extracto en un balón para rota-evaporarlo y 3 mL de acetona. Al momento en que quedó seco el balón, se le agregó 3 mL de Dimetilformamida (DMF). En la derivatización, se extrajo 1 mL de las soluciones estándar de trabajo y 1 mL de la solución de prueba, y se colocó en tubos de centrifuga junto a 0.2 mL de Hexametildisilano (HMDS) y 0.1 mL de Trimetilclorosilano (TMCS). Después de mezclar los tubos de centrifuga, se añadió 1.0 mL de 5- $\alpha$ -colestano y 10 mL de agua a cada tubo. Por último, la muestra se centrifugó por 2 minutos y se colocó 1 mL en un vial para ser analizado por medio del cromatógrafo de gases. Los datos fueron expresados en g/100 g.

#### **Análisis de Vitamina A.**

Se determinó el contenido de vitamina A con tres repeticiones mediante el método establecido por la AOAC 2001.13. Preparación del estándar: Se pesaron  $50 \pm 0.1$  mg de vitamina A acetato retinol en un matraz volumétrico de bajo actinio de 100 mL. Se adicionaron 2 mL de acetona y se diluyó con etanol al 95%. El estándar se almacenó a 4 °C en la oscuridad. Preparación de la muestra: Se consideró que tiene un alto contenido de grasa: En primer lugar, al ser una muestra sólida se pasó por un tamiz malla 40, se pesaron 5 g y se colocó en un matraz Erlenmeyer de bajo actinio de 125 mL. Se adicionaron 100 mg de ácido pirogálico, 40 mL de etanol al 95%. El siguiente paso fue la saponificación de la muestra, para lo cual se agitó manualmente para asegurar una correcta dispersión de la galleta en la solución, y se tapó con un tapón de corcho hasta seguir con el siguiente paso. A continuación, se colocó un agitador magnético, se pipeteó 10 mL de KOH al 50% a cada matraz, se agitó e inmediatamente se cubrió la parte de arriba del Erlenmeyer para evitar el paso de oxígeno. Se colocaron los matraces en una placa a 63 °C y se conectó a un condensador de reflujo durante 45

minutos en los cuales se mantenía un intervalo de agitado por 15 minutos, 5 minutos de descanso y así sucesivamente hasta completar el tiempo establecido. Una vez terminado el tiempo se removieron los matraces de la placa, se colocaron los tapones de corcho y se enfrió rápidamente con la ayuda de agua fría. Una vez fría la muestra se pipeteó 10 mL de ácido acético glacial, se agitó mecánicamente y volvió a enfriar a temperatura ambiente. Luego, se transfirió la solución a matraces volumétricos de 100 mL de bajo actinio. Para evitar que queden residuos en el Erlenmeyer se realizó enjuagues con una mezcla de THF-etanol 95% (50:50), se aforó a 100 mL, se tapó con papel aluminio y se invirtió el matraz suavemente 10 veces. Para poder utilizar la solución, se dejó en reposo la muestra durante 1 hora a temperatura ambiente, una vez transcurrido el tiempo se filtró utilizando acrodiscos de 0.45  $\mu\text{m}$  y se colocó en viales de HPLC. Los datos fueron expresados en  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ .

#### **Análisis de Vitamina C.**

De acuerdo con el método AT 5990-8166EN se pesó 1 gramo de la muestra en un matraz de 100 mL, se diluyó con eluyente, se aforó, tapó y agitó mecánicamente. Posteriormente, se filtró con acrodiscos y se colocó en un vial de HPLC. Este procedimiento se realizó con tres repeticiones. Los resultados se reportaron en  $\text{mg}/100\text{ g}$ .

## Resultado y Discusión

Los resultados se presentan de acuerdo con las etapas realizadas en la presente investigación. Se inicia con la etapa de elaboración de las harinas de cáscara de banano, cáscara de plátano y raquis, en la cual, fue necesario cumplir ciertos parámetros para la obtención de un producto con características óptimas. En segundo lugar, se realizaron pruebas microbiológicas las cuales determinarían que las harinas son aptas para el consumo humano, con lo cual se procedería a la realización de las galletas y su posterior análisis tanto sensorial como físico y químico.

### Etapa 1. Elaboración de las Harinas

En el proceso de elaboración de harinas, uno de los parámetros que se debe considerar es el porcentaje de rendimiento, este porcentaje hace referencia a la cantidad de producto obtenido a partir de una cierta cantidad de materia prima utilizada. Este valor tiene una estrecha relación con la calidad de la materia prima utilizada, merma durante el proceso, equipos utilizados y humedad del producto final; respecto a este último aspecto, entre más agua tenga el producto mayor será el rendimiento obtenido (ESLAMO 2019).

El contenido de humedad es muy importante ya que es un factor de calidad determinante al momento de conservar un alimento. En este aspecto el porcentaje de humedad obtenido en la harina de raquis fue de 5.3% y un rendimiento del 5.35% (Cuadro 3). Estos valores difieren de los resultados encontrados por Mazzeo Meneses et al. (2010), quienes obtuvieron una humedad del 7.5%, Vargas et al. (2011); de 9% de humedad y Carvajal et al. (1997), 11.7% de humedad. De acuerdo con el rendimiento, Carvajal y colaboradores en 1977 obtuvieron un 7.4% y (Mejía et al. 2010), entre 1.5 y 3%. En la harina de cáscara de plátano, el porcentaje de humedad obtenido fue de 10.46% y un rendimiento del 10.04%, estos valores son diferentes a los obtenidos por Ayala Torres et al. (2003) con un porcentaje de humedad del 6.72% y un rendimiento del 13.4%. Por otra parte, en la harina de cáscara de banano se obtuvo un rendimiento del 10.04% y una humedad del 12.02%, este rendimiento es distinto al obtenido por Ramli et al. (2010), el cual fue de 9.45%. El rendimiento la harina de cáscara

de plátano y cáscara de banano es bajo debido a que la cáscara presenta un alto porcentaje de humedad, de 88.94% según el estudio de (Pilco Romero 2017).

### Cuadro 3

*Rendimientos y porcentajes de humedad de a harina de raquis, cáscara de banano y cáscara de plátano.*

Muestra	Rendimiento (%) Media ± DE	Humedad (%) Media ± DE
Raquis	5.35 ± 0.19	5.30 ± 0.06
Cáscara de Banano	10.04 ± 0.62	12.02 ± 0.17
Cáscara de Plátano Verde	10.16 ± 0.40	10.45 ± 0.16
% CV	6.44	1.92

Nota. Desviación Estándar (DE), Coeficiente de Variación(%CV)

Este tipo de harinas en específico no cuenta con un porcentaje de humedad máximo establecido por un organismo regulador, ya que no se produce a gran escala. Sin embargo, el Reglamento Técnico Centroamericano para Harinas y Harina de trigo fortificada (RTCA 2007) estableció que el límite máximo para harina de trigo debe ser de 15.5%, con el cual se asegura condiciones inocuas en el producto y una mayor vida anaquel. Los datos obtenidos cumplen con el parámetro de referencia. Las variaciones presentadas se pudieron haber dado por varios factores, entre ellos la potencia de los equipos utilizados, variedad de la materia prima utilizada, el tamaño de partícula, tiempo de secado, humedad y temperatura del ambiente, entre otros.

### **Pruebas Microbiológicas**

Dentro de la industria se ha determinado que los alimentos o materias primas, destinadas tanto al consumo humano como animal, se sometan a pruebas microbiológicas para asegurar la inocuidad de los estos y evitar ciertas enfermedades. En el caso de las harinas, existe la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería (MINSA 2010), la cual establece que en el caso de Mohos el límite aceptado es  $10^5$  UFC/g, para *Escherichia coli*  $10^2$  UFC/g y para *Salmonella* debe existir ausencia por cada 25 g. Los análisis se realizaron por separado para la harina de cáscara de banano, cáscara de plátano y raquis de banano.

En el Cuadro 4 se muestran los resultados obtenidos en los análisis realizados, se denota que las harinas se encuentran por debajo del límite establecido por la norma siendo un producto seguro para el consumo humano. La manipulación, temperatura y el tiempo de deshidratación de la materia prima fueron ideales para obtener una harina con condiciones microbiológicas óptimas.

#### **Cuadro 4**

*Resultados del recuento de Mohos, Escherichia coli y Salmonella spp. realizados a la harina de cáscara de banano, cáscara de plátano y raquis de banano.*

Muestra	Análisis		
	<i>Mohos (UFC/g)</i>	<i>Escherichia coli (UFC/g)</i>	<i>Salmonella spp (UFC/g)</i>
Cáscara de plátano	< 10.00	< 10.00	Ausencia/25 g
Cáscara de banano	< 10.00	< 10.00	Ausencia/25 g
Raquis de banano	$2.6 \times 10^2$	< 10.00	Ausencia/25 g

*Nota.* Resultado de mohos expresados de la dilución  $10^{-2}$ . Valores en UFC/g.

#### **Prueba Sensorial de Preferencia por Ordenamiento**

El Cuadro 5, muestra los resultados obtenidos en la primera prueba del análisis sensorial de preferencia de los primeros seis tratamientos establecidos aleatoriamente. Esta prueba permite identificar cuál de los tratamientos fue preferido por un conjunto de panelistas (Pérez Morales y Quintanilla Delgadillo 2012). De acuerdo con el análisis realizado, los tratamientos con 100% de harina de raquis de banano, 100% harina de cáscara de plátano verde y 25% de harina de cáscara de banano con 75% de harina de raquis tuvieron mayor preferencia a diferencia del tratamiento con 75% de harina de cáscara de banano y 25% de harina de cáscara de plátano, el cual fue el tratamiento menos preferido por los panelistas.

**Cuadro 5**

*Resultados de prueba de preferencia por ordenamientos de los tratamientos uno, dos, siete, nueve, 11 y 12.*

Tratamiento	Tratamiento	T1	T2	T7	T9	T11	T12
	Suma de categorías	71	71	62	85	110	84
T1	71	0	0	9	-14	-39	-13
T2	71	0	0	9	-14	-39	-13
T7	62	-9	-9	0	-23	-48	-22
T9	85	14	14	23	0	-25	1
T11	110	39	39	48	25	0	26
T12	84	13	13	22	-1	-26	0

*Nota.* T1 sustitución del 10%: (100% Harina de raquis de banano) y 90% Harina de Trigo. T2 sustitución del 10%: (100% Harina de cáscara de plátano verde) y 95% Harina de Trigo. T7 sustitución del 10%: (25% Harina de cáscara de banano y 75% Harina de raquis de banano) y 90% Harina de Trigo. T9 sustitución del 10%: (50% Harina de cáscara de banano, 25% Harina de cáscara de plátano y 25% Harina de raquis de banano) y 90% Harina de Trigo. T11 sustitución del 10%: (75% Harina de cáscara de banano y 25% Harina de cáscara de plátano) y 90% Harina de Trigo. T12 sustitución del 10%: (100% Harina de cáscara de banano) y 90% Harina de Trigo. Valor crítico para 23 panelistas y seis productos: 36.2

En el Cuadro 6, se muestran los resultados obtenidos en la segunda prueba del análisis sensorial de preferencia de los seis tratamientos restantes. Los tratamientos cinco y ocho tuvieron mayor preferencia por otra parte el tratamiento diez fue el de menor preferencia por parte de los panelistas.

**Cuadro 6**

*Resultados de prueba de preferencia por ordenamiento de los tratamientos tres, cuatro, cinco, seis, ocho y 10.*

Tratamiento	Tratamiento	T3	T4	T5	T6	T8	T10
	Suma de categorías	76	77	67	88	69	106
T3	76	0	-1	9	-12	7	-30
T4	77	1	0	10	-11	8	-29
T5	67	-9	-10	0	-21	-2	-39
T6	88	12	11	21	0	19	-18
T8	69	-7	-8	2	-19	0	-37
T10	106	30	29	39	18	37	0

*Nota.* T3 sustitución del 10%: (25% Harina de cáscara de plátano y 75% Harina de raquis de banano) y 90% Harina de Trigo. T4 sustitución del 10%: (75% Harina de cáscara de plátano y 25% Harina de raquis de banano) y 90% Harina de Trigo. T5 sustitución del 10%: (25% Harina de cáscara de banano, 25% Harina de cáscara de plátano y 50% Harina de raquis de banano) y 90% Harina de Trigo. T6 sustitución del 10%: (25% Harina de cáscara de banano, 50% Harina de cáscara de plátano y 25% Harina de raquis de banano) y 90% Harina de Trigo. T8 sustitución

del 10%: (25% Harina de cáscara de banano y 75% Harina de cáscara de plátano) y 90% Harina de Trigo. T10 sustitución del 10%: (75% Harina de cáscara de banano y 25% Harina de raquis de banano) y 90% Harina de Trigo. Valor crítico para 23 panelistas y seis productos: 36.2

En la tercera prueba, se evaluaron los cinco tratamientos obtenidos en las dos pruebas previas. El Cuadro 7 muestra los resultados obtenidos de la prueba de Basker, el valor crítico para 35 panelistas y cinco productos fue de 36.1 (Anexo H), cualquier diferencia entre productos superior a este valor muestra una diferencia estadísticamente significativa entre los productos para una probabilidad menor a 0.05 (Arévalo Jara 2015).

De acuerdo con los puntajes de la sumatoria, el tratamiento ocho (75% harina de cáscara de plátano y 25% harina de cáscara de banano) obtuvo el valor más bajo, es decir obtuvo una mayor cantidad de uno dentro de la escala de evaluación, la cual representaba una mayor preferencia. De acuerdo con la percepción de los panelistas esta galleta tenía un mejor sabor y textura a diferencia de los demás tratamientos. Por el contrario, el tratamiento siete fue el menos preferido.

### Cuadro 7

*Resultados de prueba de preferencia por ordenamiento de los mejores tratamientos.*

Tratamiento	Tratamiento	T1	T2	T5	T7	T8
	Suma de categorías	118	95	97	130	85
T1	118	0	23	21	-12	33
T2	95	-23	0	-2	-35	10
T5	97	-21	2	0	-33	12
T7	130	12	35	33	0	45
T8	85	-33	-10	-12	-45	0

*Nota.* T1 sustitución del 10%: (100% Harina de raquis de banano) y 90% Harina de Trigo. T2 sustitución del 10%: (100% Harina de cáscara de plátano verde) y 95% Harina de Trigo. T5 sustitución del 10%: (25% Harina de cáscara de banano, 25% Harina de cáscara de plátano y 50% Harina de raquis de banano) y 90% Harina de Trigo. T7 sustitución del 10%: (25% Harina de cáscara de banano y 75% Harina de raquis de banano) y 90% Harina de Trigo. T8 sustitución del 10%: (25% Harina de cáscara de banano y 75% Harina de cáscara de plátano) y 90% Harina de Trigo. Valor crítico para 35 panelistas y cinco productos: 36.1

### **Etapas 2. Análisis Sensorial**

El tratamiento preferido de la Etapa 1, fue utilizado para realizar la sustitución del 5, 15 y 20% de harina de trigo en la elaboración de galletas. En el Cuadro 8, se muestran las medias obtenidas de las características sensoriales evaluadas para cada uno de los tratamientos, utilizando una escala hedónica de cinco puntos, donde uno "Me disgusta mucho" hasta cinco "Me gusta mucho". Se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tres tratamientos y el control en los cinco

parámetros evaluados ( $p < 0.05$ ). La galleta control (100% harina de trigo) obtuvo la mejor puntuación en los atributos de color, aroma y aceptación general. El tratamiento con 5% de sustitución fue estadísticamente igual en textura y sabor que el control. El tratamiento con 25% de sustitución fue el que presentó los menores valores en color y aceptación general con respecto a los demás tratamientos.

### **Color**

El color es la primera sensación que percibimos de los alimentos, determina la aceptabilidad y preferencias del consumidor, anticipa y proporciona sensaciones de otras propiedades sensoriales, como el olor y el sabor. (Moreno Arribas 2017). Este atributo de acuerdo con el Cuadro 8 presentó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos con diferentes porcentajes de sustitución y el control. La galleta control fue el tratamiento más aceptado por parte del consumidor, ya que mantuvo una coloración blanco amarillenta, la cual es más común en galletas comerciales como galletas María de Lido<sup>®</sup>, Canelitas de Marinela<sup>®</sup>, Chiky de Pozuelo<sup>®</sup>, entre otras. Se pudo observar que la aceptación de los panelistas disminuye al incrementar el porcentaje de sustitución de la harina de cáscara de banano y cáscara de plátano, esto pudo deberse a que la harina de cáscara de banano y cáscara de plátano muestra coloraciones oscuras y a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución, el color de las galletas tiende a ser más oscuro.

### **Aroma**

Esta propiedad está dada por distintas sustancias volátiles presentes en los alimentos, bien de manera natural o procedente de su procesamiento (Ojeda 2018). De acuerdo con el Cuadro 8, en este atributo no existió diferencia significativa entre el tratamiento con 5 y 15% de sustitución, pero sí en relación con el tratamiento con 25% de sustitución y el control. El control mostró la mayor aceptación y el tratamiento con menor aceptación fue el que en su formulación contenía 25% de sustitución. La variación del aroma percibida por los consumidores se da por los compuestos volátiles presentes en las cáscaras de plátano y cáscara de banano. En el estudio sobre las características organolépticas de los alimentos, Ojeda (2018) considera que los productos vegetales son más ricos en estos compuestos,



los cuales aparecen también como productos secundarios de reacciones enzimáticas como la reacción de Maillard o la caramelización de los azúcares. En el estudio en cuestión, la presencia de un mayor porcentaje de sustitución generó una mayor percepción de los compuestos volátiles, lo que puede resultar invasivo en comparación con la ausencia de estos en la galleta control, en consecuencia, esto puede provocar una menor aceptación de los tratamientos.

### ***Sabor***

El sabor es un conjunto de información sensorial brindada por sentidos como el gusto, el olfato y el tacto los cuales se perciben de la comida cuando es masticada (Ojeda 2018). El Cuadro 8 muestra los datos obtenidos en este atributo, de acuerdo al análisis realizado existe diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, entre el tratamiento con un 5% de sustitución y el control no se encontraron diferencias significativas en este parámetro. De acuerdo con la escala establecida, las dos galletas obtuvieron una calificación de “me gusta moderadamente”. Estos resultados son similares a los obtenidos por Falla Dejo y Ramón Lluén (2018) en su estudio sobre “Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano” quienes determinaron que el tratamiento con mejor sabor de acuerdo a los panelistas fue aquel conformado por 5% de harina de plátano y 95% de harina de trigo.

### ***Textura***

Según el Cuadro 8, en este parámetro sensorial no existió diferencia significativa entre el control y el tratamiento con 5% de sustitución. Además, tampoco hubo diferencia estadística entre el tratamiento ocho 5% y ocho 15%, sin embargo, sí existe diferencia entre el T8 5% y T8 25%. La galleta de mayor aceptación fue el control seguida de aquella que contenía en su composición 5 y 15% del tratamiento compuesto por harina de cáscara de banano y cáscara de plátano. La textura fue afectada sensorialmente con el aumento del porcentaje de sustitución debido a que la harina de este tipo de cáscaras es libre de gluten. El gluten está compuesto por las proteínas gliadinas y gluteninas, las cuales forman una red que estabilizan las cadenas y le confieren una mayor fuerza a la masa (Robles 2017).

A medida que se incrementa el contenido de harina de cáscara de banano y de cáscara de plátano se reduce la aceptación de la textura.

### ***Aceptación General***

Hace referencia al grado de aprobación que puede tener el consumidor sobre el producto presentado, esto se ve influenciado por los atributos evaluados en el estudio, los cuales se detallaron anteriormente. El Cuadro 8 mostró que existen diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos y el control. La galleta más aceptada por los panelistas fue el control, el cual tuvo un puntaje de “me gusta moderadamente” a diferencia de los demás tratamientos evaluados como “no me gusta ni me disgusta”. En general, a medida que se incrementa el contenido de harina de cáscara de banano y de cáscara de plátano se reduce la aceptación general.

### **Cuadro 8**

*Resultados de análisis sensorial en los tributos de textura, color, olor, sabor y aceptación general de las galletas utilizando los tratamientos de la etapa 2.*

Tratamiento	Color	Aroma	Sabor	Textura	Aceptación general
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
Control	4.45 $\pm$ 0.83 <sup>a</sup>	4.00 $\pm$ 0.96 <sup>a</sup>	4.19 $\pm$ 0.92 <sup>a</sup>	4.09 $\pm$ 0.95 <sup>a</sup>	4.22 $\pm$ 0.88 <sup>a</sup>
T8 5%	3.55 $\pm$ 0.99 <sup>b</sup>	3.75 $\pm$ 0.85 <sup>b</sup>	3.98 $\pm$ 0.93 <sup>a</sup>	3.97 $\pm$ 0.88 <sup>ab</sup>	3.83 $\pm$ 0.74 <sup>b</sup>
T8 15%	3.26 $\pm$ 1.01 <sup>c</sup>	3.76 $\pm$ 0.92 <sup>b</sup>	3.59 $\pm$ 1.03 <sup>b</sup>	3.82 $\pm$ 0.91 <sup>b</sup>	3.56 $\pm$ 0.93 <sup>c</sup>
T8 25%	2.96 $\pm$ 1.06 <sup>d</sup>	3.48 $\pm$ 1.00 <sup>c</sup>	2.98 $\pm$ 1.10 <sup>c</sup>	3.42 $\pm$ 1.06 <sup>c</sup>	3.10 $\pm$ 0.92 <sup>d</sup>
% CV	26.02	22.00	23.91	21.46	20.72

*Nota.* <sup>a, b, c</sup>: letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). C. V: Coeficiente de Variación. D.E.: Desviación

Estándar. La escala hedónica de cinco puntos, donde: uno me disgusta mucho, tres no me gusta ni me disgusta y cinco me gusta mucho.

Control: 100% Harina de trigo. T8 sustitución del 5%: (25% Harina de Cáscara de Banano y 75% Harina de Cáscara de Plátano) y 95% Harina de Trigo. T8 sustitución del 15%: (25% Harina de Cáscara de Banano y 75% Harina de Cáscara de Plátano) y 85% Harina de Trigo. T8 sustitución del 25%: (25% Harina de Cáscara de Banano y 75% Harina de Cáscara de Plátano) y 75% Harina de Trigo.

### ***Análisis de Correlación***

En el Cuadro 9 se observa una correlación positiva entre todos los atributos con la aceptación general a un nivel de significancia ( $< 0.0001$ ). Por consiguiente, todos los atributos evaluados ayudan a determinar la aceptación general del producto, sin embargo, algunos atributos se diferencian porque tienen una correlación alta ( $> 0.70$ ), media (0.50-0.69) y baja ( $< 0.49$ ). En el tratamiento control, la textura, color y olor mostraron una correlación media, mientras que el sabor sobresale por su

correlación alta. Al sustituir un 5% la harina de trigo con la mezcla de harinas (25% harina de cáscara de banano y 75% harina de cáscara de plátano), su correlación en textura es media y sabor es alta. Al aumentar la sustitución (T8 15 y T8 25%), la textura presenta una correlación media y el sabor una correlación alta.

De manera general, la textura y el sabor son los atributos que más afectaron en la aceptación general, ya que oscilaron entre una correlación media y alta. En base a los resultados obtenidos, el tratamiento ocho con 5% de sustitución fue el seleccionado para evaluar sus características físicas y químicas junto a la galleta control elaborada con 100% de harina de trigo.

En el Anexo I, J, K y L se muestra la interacción de cada uno de los atributos entre sí para cada la galleta control y cada uno de los porcentajes de sustitución 5, 15, 25% respectivamente, de la mezcla de las harinas (25% harina de cáscara de banano y 75% harina de cáscara de plátano).

### Cuadro 9

*Resultados de análisis de correlación de cada atributo con la aceptación general de cada las galletas utilizando los tratamientos de la etapa 2.*

Tratamiento	Correlación			
	Textura	Color	Aroma	Sabor
Control	0.66 < 0.0001	0.58 < 0.0001	0.62 < 0.0001	0.78 < 0.0001
T8 5%	0.64 < 0.0001	0.48 < 0.0001	0.48 < 0.0001	0.78 < 0.0001
T8 15%	0.51 < 0.0001	0.48 < 0.0001	0.55 < 0.0001	0.82 < 0.0001
T8 25%	0.58 < 0.0001	0.55 < 0.0001	0.47 < 0.0001	0.74 < 0.0001

*Nota.* T8 5%: 5% (25% Harina de Cáscara de Banano y 75% Harina de Cáscara de Plátano) y 95% Harina de Trigo, T8 15%: 15% (25% Harina de Cáscara de Banano y 75% Harina de Cáscara de Plátano) y 85% Harina de Trigo, T8 25%: 25% (25% Harina de Cáscara de Banano y 75% Harina de Cáscara de Plátano) y 75% Harina de Trigo.

### Etapa 3: Análisis Físicos y Químicos de la Galleta Seleccionada

#### Color

En el Cuadro 10 se pueden observar los resultados de color de la galleta control y el tratamiento con 5% de sustitución en escalas L\*, a\* y b\*. El valor L\* correspondió a una coloración más oscura, a\* tiende a una tonalidad ligeramente roja y b\* predomina el color amarillo. Se pudo

observar una diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ) en  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . La sustitución del 5% de la mezcla de harina de cáscara de banano y cáscara de plátano en la formulación tuvo un efecto directo en todos los parámetros, ya que el color oscuro de las mismas hizo que la luminosidad bajara y que los valores de  $a^*$  y  $b^*$  tiendan a cero (0). La variación en el color se debe a que las cáscaras de plátano y banano cuentan con ciertos pigmentos colorantes, los cuales les proporcionan su color característico. (Anzora Vasquez y Fuentes Cañas 2008), determinaron que en la cáscara de plátano verde hay presencia de Sesquiterpenlactonas, metabolitos secundarios que forman parte del grupo de los Terpenos, los cuales son los causantes del color. (Gómez Gómez 2016), también destaca la presencia de pigmentos como carotenos y xantófilas en las cáscaras de banano, estos pigmentos influyen directamente en los valores de  $a^*$  y  $b^*$  dependiendo de la concentración en la que se encuentren en el producto. (Gómez Gómez 2016). Adicionalmente, en las cáscaras de banano y plátano están presentes azúcares que provienen de polímeros de celulosa y hemicelulosa de los cuales se puede obtener monómeros de glucosa (Cortes Ortiz et al. 2013). Al existir una fuente de calor, tanto en la elaboración de la harina como en las galletas, estos azúcares tienden a oscurecerse por la reacción de Maillard provocando una menor luminosidad.

#### **Cuadro 10**

*Resultado de análisis de color de galleta de trigo (control) y tratamiento.*

Tratamientos	$L^*$	$a^*$	$b^*$
	Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E	Media $\pm$ D.E
Control	62.92 $\pm$ 0.31	11.35 $\pm$ 0.03	32.32 $\pm$ 0.59
T8 5%	53.76 $\pm$ 0.21	7.78 $\pm$ 0.04	26.11 $\pm$ 0.54
Probabilidad	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
% CV	0.45	0.36	1.92

*Nota.* D.E.: Desviación Estándar. T8 5: 5% (25% Harina de Cáscara de Banano y 75% Harina de Cáscara de Plátano) y 95% Harina de Trigo.

#### **Textura**

En el Cuadro 11 se observan los datos obtenidos de dureza y fracturabilidad de la galleta control y el tratamiento ocho correspondiente a 5% de sustitución de la harina compuesta por 25% de harina de cáscara de banano y 75% de harina de cáscara de plátano. La dureza y la fracturabilidad son características importantes de la textura en las galletas (Jan et al. 2016). Entre el tratamiento y el

control no se encontró diferencias estadísticas ( $p \geq 0.05$ ) en la dureza ni en fracturabilidad. La sustitución del 5% del tratamiento no tuvo efecto en la textura de la galleta.

### Cuadro 11

*Resultado de análisis de textura de galleta de trigo (control) y tratamiento.*

Tratamientos	Dureza (N) $\pm$ D.E	Fracturabilidad (N) $\pm$ D.E
Control	41.41 $\pm$ 6.44	38.79 $\pm$ 2.73
T8 5%	38.26 $\pm$ 6.99	25.76 $\pm$ 3.81
Probabilidad	0.6856	0.0590
% CV	16.87	10.26

*Nota.* D.E.: Desviación Estándar. T8 5%: 5% (25% Harina de Cáscara de Banano y 75% Harina de Cáscara de Plátano) y 95% Harina de Trigo.

N: Newton

### Actividad de Agua

El Cuadro 12 muestra los resultados de actividad de agua ( $a_w$ ) obtenidos, se puede visualizar que no se presentó una diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre el control y el tratamiento con sustitución del 5%. La  $A_w$  es un parámetro que ayuda a determinar la calidad e inocuidad de un alimento, se mide en un rango de 0 a 1, sin embargo, entre más bajo sea este valor existe una mayor probabilidad de un bajo crecimiento microbiano, siendo el producto menos perecedero y más estable en vida anaquel. Para productos de panificación como galletas, Equinlab (2009) indica que es aceptable un rango menor a 0.60. El valor de  $a_w$  obtenido en el estudio tanto para el control como para el tratamiento, es de 0.39, el cual se encuentra dentro de los criterios establecidos por los autores antes mencionados. La sustitución del 5% de harina de cáscara de banano y cáscara de plátano no tuvo un efecto en este parámetro.

### Cuadro 12

*Resultados de análisis de actividad de agua ( $a_w$ ) en la galleta de trigo (control) y tratamiento.*

Tratamientos	$a_w$
	Media $\pm$ D.E
Control	0.39 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>
T8 5%	0.39 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>
Probabilidad	0.9773
% CV	3.48

*Nota.* D.E.: Desviación Estándar. T8 5%: 5% (25% Harina de Cáscara de Banano y 75% Harina de Cáscara de Plátano) y 95% Harina de Trigo.

### ***Contenido Nutricional del Tratamiento Seleccionado y Análisis Proximal de la Galleta Control***

En el Cuadro 13 se pueden observar los resultados obtenidos de los componentes nutricionales para la galleta control y el tratamiento. La sustitución del 5% de harina de cáscara de banano y cáscara de plátano tuvo un efecto en la cantidad de proteína y cenizas. En el caso de las proteínas, el valor obtenido en el tratamiento con sustitución fue de 28.2% más alto que la galleta control. La adición de la harina de cáscara de banano y cáscara de plátano tuvo un efecto en la cantidad de proteína presente en la galleta con sustitución parcial. El aumento se debe a que las cáscaras de banano y plátano cuentan con una mayor cantidad de compuestos con nitrógeno en su estructura, uno de los compuestos de mayor interés es el folato, este elemento se encuentra en una concentración aproximada de 33.12 mg / 100 g (Arun et al. 2015). Por el contrario, la harina de trigo utilizada solo cuenta con 0.18 mg/100g de folatos, lo cual incide directamente en la cantidad de nitrógeno cuantificado en el método de Kjeldahl.

Además, se observó un incremento en el porcentaje de cenizas en un 23.3% en el tratamiento con respecto al control. Las cenizas hacen referencia a la materia inorgánica e indica el total de minerales presentes en el alimento. En cuanto al sodio (Na), no mostró diferencia significativa entre la galleta control y el tratamiento. Sin embargo, se puede observar una diferencia en minerales como el potasio, hierro y calcio. El tratamiento posee 353% más potasio (K) que la galleta control, esto es debido a que contiene harina de cáscara de frutas ricas en potasio, como lo son el banano y plátano. De acuerdo con Oyeyinka y Afolayan (2019), la cáscara de banano contiene aproximadamente 1708.66 mg/100 g y la cáscara de plátano 729.41 mg/100 g de potasio, el cual se ve reflejado en el aumento de este parámetro nutricional. En adultos de acuerdo a la OMS, se indica que la ingesta recomendada al día es de 3510 mg, lo cual va a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, cardiopatía coronaria y reduce la tensión arterial en adultos mientras que en niños la controla (OMS 2013). En consecuencia, una porción de la galleta con el tratamiento proporciona un 3.39% del requerimiento recomendado. Respecto al hierro (Fe), la galleta control presentó un mayor contenido esto se debe a que el hierro proviene de la fortificación obligatoria de la harina de trigo en Honduras (SESAL 2009).

De acuerdo con el RTCA (67. 01. 60:10), el valor de referencia es de 14 mg al día con un mínimo de 0.7 mg/100 g por lo cual, tanto la galleta control como el tratamiento cumplen con el mínimo requerido al día de este mineral.

Finalmente, respecto al calcio (Ca) también existió diferencia significativa entre el tratamiento y el control. De acuerdo con Oyeyinka y Afolayan (2019), las cáscaras de banano cuentan con 40.99 mg/100 g y la cáscara de plátano 45.64 mg/100 g. Por otra parte, según la etiqueta nutricional de la harina de trigo utilizada para la elaboración de las galletas, la harina no posee calcio en su composición. Otros minerales no evaluados en el estudio y que son importantes mencionar es el manganeso y el fósforo. La cáscara de banano posee 28.62 mg/100 g de manganeso y 13.92 mg/100 g de fósforo, mientras que la cáscara de plátano tiene 17.79 mg/100 g y 13.92 mg/100 g respectivamente.

En el Cuadro 14 se presentan los resultados obtenidos del análisis de colesterol, porcentaje de azúcares, porcentaje de ácidos grasos saturados e insaturados y vitamina A del tratamiento en 100 g. El contenido de colesterol en el tratamiento fue de 79.49 mg/100 g, en una porción de 30 g se tiene 23.85 mg de colesterol. La ingesta recomendada por la FAO es menos de 300 mg al día y para individuos sedentarios las grasas no deben superar 30% de la energía diaria (FAO 1997). Por lo tanto, la porción de galletas cumple con la ingesta recomendada en la regulación ya que se encuentra dentro de los límites permitidos. Las fuentes de colesterol en la formulación es el huevo y la leche. El huevo no influye negativamente en los factores de riesgo cardiovascular en individuos saludables, tampoco en aquellas personas con enfermedad cardio metabólica, ya que presenta más ácidos grasos saturados que insaturados (Dussaillant et al. 2017). Por otra parte, según la OMS (2015), el consumo de azúcar no debe superar el 5% de la ingesta calórica diaria (< 25 g). Por lo tanto, una porción de la galleta tratamiento equivale al 17.9% del valor diario.

**Cuadro 13**

Resultado de análisis de la composición química de la galleta de trigo (control) y tratamiento en 100 g.

Tratamiento	Composición química									
	Agua ± DE (%)	Prot. ± DE (%)	CHO's ± DE (%)	Grasa ± DE (%)	F. D. ± DE (%)	Cenizas ± DE (%)	Na ± D.E (mg)	K ± D.E (mg)	Fe ± D.E (mg)	Ca ± D.E (mg)
Control	3.03 ± 0.12 <sup>a</sup>	7.16 ± 0.12 <sup>b</sup>	59.12 ± 2.23 <sup>a</sup>	26.47 ± 1.93 <sup>a</sup>	4.22 ± 0.35 <sup>a</sup>	1.33 ± 0.06 <sup>b</sup>	267.92 + 31.39 <sup>a</sup>	88.04 ± 11.94 <sup>b</sup>	2.35 ± 0.22 <sup>a</sup>	37.56 ± 0.64 <sup>a</sup>
T8 5%	3.25 ± 0.14 <sup>a</sup>	9.18 ± 0.00 <sup>a</sup>	55.75 ± 0.84 <sup>a</sup>	27.45 ± 0.65 <sup>a</sup>	4.37 ± 0.22 <sup>a</sup>	1.64 ± 0.05 <sup>a</sup>	299.53 ± 15.78 <sup>a</sup>	399.39 ± 5.60 <sup>a</sup>	1.67 ± 0.06 <sup>b</sup>	34.4 ± 0.32 <sup>b</sup>
Probabilidad	0.1230	0.0017	0.2929	0.5670	0.7217	0.0021	0.3311	0.0009	0.0492	0.0253
% CV	4.21	1.03	4.15	5.35	5.59	3.66	8.76	3.82	7.91	1.42

Nota. TRT: tratamientos, Prot: proteína, CHO's: carbohidratos, F. D: Fibra Dietética. T8 5%: 5% (25% Harina de Cáscara de Banano y 75% Harina de Cáscara de Plátano) y 95% Harina de Trigo

**Cuadro 14**

Resultado del análisis de colesterol, porcentaje de azúcares, porcentaje de ácidos grasos saturados e insaturados y vitamina A del tratamiento en 100 g.

Tratamiento	Colesterol ± D.E (mg)	Azúcar ± DE (%)	Á.G. s ± DE (%)	Á.G. m ± DE (%)	Á.G. p ± DE (%)	Á.G. t ± DE (%)	Vit. A ± D.E (µg)
T8 5%	79.49 ± 0.62	14.93 ± 0.11	15.33 ± 0.04	2.41 ± 0.06	9.68 ± 0.02	0.03 ± 0.00	154.5 ± 0.76
% CV	0.78	0.71	0.25	0.61	0.76	5.02	0.49

Nota. Vit: vitamina. T8 5%: 5% (25% Harina de Cáscara de Banano y 75% Harina de Cáscara de Plátano) y 95% Harina de Trigo.



El tratamiento presenta 154.5  $\mu\text{g}$  de vitamina A en 100 g de galleta o 46.35  $\mu\text{g}$  en una porción de 30 g. De acuerdo con el Reglamento Técnico Centroamericano (67. 01. 60:10), el tratamiento con sustitución de las harinas cumple con valor mínimo declarado, el cual es de 40  $\mu\text{g}$ /porción. La principal fuente de vitamina A fue la margarina fortificada y la leche. La margarina posee un alto contenido de vitamina A debido a la fortificación que les dan los fabricantes, ya que varias investigaciones comprobaron una deficiencia de vitamina A en los alimentos (INCAP 2019). El Anexo M muestra la etiqueta nutricional de las galletas con 5% de sustitución del tratamiento preferido, para una porción de 30 gramos.

### Conclusiones

El tratamiento con 75% de la harina de cáscara de plátano y 25% de la harina de cáscara de banano obtuvo mayor preferencia sensorialmente.

Se determinó que el porcentaje de sustitución más aceptado de la mezcla de harina fue de 5%. Los atributos que tuvieron una mayor influencia en el panelista al momento de determinar su aceptación fueron la textura y el sabor.

La sustitución del 5% del tratamiento en la galleta no tuvo efecto en la textura, ni  $a_w$ , pero sí en el color en comparación con la galleta control, y ésta presentó una disminución en los valores de L, a y b. De acuerdo con los análisis químicos, la galleta con harina de cáscara de plátano y cáscara de banano presenta un aumento en el contenido de nutrientes como proteínas en 28.2% y cenizas 23.3% (Potasio 3.5 veces más que el control).

### Recomendaciones

Realizar un estudio para determinar cuál es el empaque que puede conservar de mejor manera las características físicas y sensoriales de la galleta.

Evaluar el contenido nutricional de galletas con el tratamiento obtenido en este estudio aplicando otras variedades de plátano (*Musa paradisiaca*) y banano (*Musa acuminata*) diferentes a las utilizadas en este estudio.

Determinar el costo de producción de las harinas y las galletas para analizar la factibilidad de una producción a gran escala de dichos productos.

Determinar la posible variabilidad nutricional que puede existir al usar otros tipos de maduración tanto de banano como del plátano.

## Referencias

- Anzora Vasquez AD, Fuentes Cañas CE. 2008. Obtención de un colorante a partir de *Musa paradisiaca* (plátano verde) con aplicación en la industria textil [Tesis]. San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador; [consultado 17 de mar. de 2021]. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2921/1/16100230.pdf>.
- Arévalo Jara MA. 2015. Elaboración de Yogurt a base de bacterias probióticas, prebióticos y vitamina A en la planta piloto de lácteos de la Universidad de Cuenca [Tesis]. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca; [consultado 22 de mar. de 2021]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21946/1/TESIS.pdf>.
- Arun KB, Persia F, Aswathy PS, Chandran J, Sajeev MS, Jayamurthy P, Nisha P. 2015. Plantain peel - a potential source of antioxidant dietary fibre for developing functional cookies. *J Food Sci Technol*; [consultado el 17 de mar. de 2021]. 52(10):6355–6364. eng. doi:10.1007/s13197-015-1727-1.
- Ayala Torres CE, Rivas Cortez GM, Zambrana Rodríguez CB. 2003. Estudio proximal comparativo de la cascara y pulpa del plátano (*Musa paradisiaca*) para su aprovechamiento completo en la alimentación humana y animal [Tesis]. San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador; [consultado el 14 de feb. de 2021]. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5595/1/10122377.pdf>.
- Carbajal Azcona Á. 2013. Manual de nutrición y dietética. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid; [consultado el 24 de ago. de 2020]. <https://eprints.ucm.es/22755/1/Manual-nutricion-dietetica-CARBAJAL.pdf>.
- Carvajal LL, Sánchez ML, Giraldo Giraldo GA, Arcila Pulgarin GA. 1997. Diseño de un producto alimenticio para humanos (hojuelas) a partir del raquis del banano (*Musa AAB Simmonds*). [Tesis]. Colombia: Universidad de Quindío; [consultado el 27 de ago. de 2020]. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/17603>.
- Cortes Ortiz WG, Ibla Gordillo JF, Calderon Velasquez LM, Herrera Bueno AF. 2013. Cuantificación de azúcares reductores en las cáscaras de naranja y banano. *Revista de Tecnología*; [consultado el 18 de feb. de 2021]. 12(2):72–76. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6041504>.
- Dussaillant C, Echeverría G, Rozowski J, Velasco N, Arteaga A, Rigotti A. 2017. Consumo de huevo y enfermedad cardiovascular: una revisión de la literatura científica [Egg intake and cardiovascular disease: a scientific literature review]. *Nutr Hosp*; [consultado el 14 de mar. de 2021]. 34(3):710–718. spa. doi:10.20960/nh.473.
- ECOagricultor. 2017. 20 tipos de harinas, usos y propiedades nutricionales. España: [sin editorial]; [consultado el 8 de may. de 2021]. <https://www.ecoagricultor.com/harinas-tipos-propiedades/>.
- Equinlab. 2009. La importancia de la Aw – Actividad de Agua. Argentina; [consultado el 19 de feb. de 2021]. [http://www.equinlab.com/pdf/La%20importancia%20de%20la%20actividad%20de%20agua%20\(aw\).pdf](http://www.equinlab.com/pdf/La%20importancia%20de%20la%20actividad%20de%20agua%20(aw).pdf).
- [ESLAMO] Escuela Latinoamericana de Molinería. 2019. Buenas Prácticas de Molinería para Incrementar la Extracción y Reducir el Consumo de Energía. [sin lugar]; [consultado el 7 de mar. de 2021]. <https://www.iaom.org/wp-content/uploads/workshopla2019.pdf>.
- Falla Dejo FT, Ramón Lluén MY. 2018. Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) [Tesis]. Perú: Universidad Nacional Pedro Luis Gallo; [consultado el 19 de ago. de 2020].

- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1997. Aceites y grasas. [sin lugar]; [consultado el 7 de mar. de 2021]. <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0y.htm>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2020. Perspectivas para la producción y el comercio mundial de bananos y frutas tropicales 2019-2028. Roma: FAO; [consultado el 2 de ago. de 2020]. <http://www.fao.org/3/ca7568es/ca7568es.pdf>.
- Gómez Gómez A. 2016. ¿Por qué el banano es amarillo? Medellín, Colombia: Universidad EAFIT; [consultado el 15 de mar. de 2021]. <https://www.eafit.edu.co/ninos/reddelaspreguntas/plantas/Paginas/elbananoesamarillo.aspx>.
- Haro Velasteguí AJ, Triviño Bloisse SY, Borja Arévalo AE. 2017. Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables. *Dominio de las Ciencias*; [consultado el 20 de mar. de 2021]. 3(2):506–525. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6325873>.
- [INCAP] Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. 2019. Azúcar primer vehículo para la fortificación de la vitamina A en Guatemala. Guatemala: [sin editorial] ; [consultado el 26 de feb. de 2021]. <http://www.incap.int/index.php/es/contribuciones8>.
- Jan R, Saxena DC, Singh S. 2016. Physico-chemical, textural, sensory and antioxidant characteristics of gluten – Free cookies made from raw and germinated *Chenopodium* (*Chenopodium album*) flour. *LWT - Food Science and Technology*; [consultado el 23 de feb. de 2021]. 71:281–287. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.001>. doi:10.1016/j.lwt.2016.04.001.
- Jované Garuz DM. 2019. Efecto de un biopreparado de cáscaras de frutas en el crecimiento de *Lactobacillus casei* y evaluación antagónica contra bacterias patógenas [Tesis]. [sin lugar]: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano; [consultado el 9 de may. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6567/1/AGI-2019-T032.pdf>.
- Liria Domínguez MR. 2007. Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos. Lima: Instituto de Investigación Nutricional.
- Lopez MA. 2017. ¿Cuáles son los tipos de galleta preferidos de los mexicanos? México: [sin editorial]; [actualizado el 7 de jul. de 2017; consultado el 10 de may. de 2021]. <https://www.america-retail.com/estudios/estudios-cuales-son-los-tipos-de-galleta-preferidos-de-los-mexicanos/>.
- Mazzeo Meneses M, Mejía Gutiérrez LF, Guerrero Mendieta LE, Botero López JD, León Agatón L. 2010. Aprovechamiento Industrial de Residuos de Cosecha y Pos cosecha del Plátano en el Departamento de Calda. Manizales, Colombia. *Educación en Ingeniería*; [consultado el 15 de ago. de 2020]. (9):128–139. <https://educacioningenieria.org/index.php/edi/article/view/14/13>.
- Mejía MS, Dufour D, Wilder Miguel León, Elkin Giovanny Arcos, Escobar AF, Rodríguez DX, Karen EH, Muñoz IC. 2010. Aprovechamiento de raquis de plátano Dominic Hartón (*Mussa paradisiaca* L.) para elaboración de harinas utilizables en aborrajados y galletería. Colombia; [consultado el 25 de ene. de 2021]. [https://www.researchgate.net/publication/335224727\\_Aprovechamiento\\_de\\_raquis\\_de\\_platano\\_Dominico\\_Harton\\_Mussa\\_paradisiaca\\_L\\_para\\_elaboracion\\_de\\_harinas\\_utilizables\\_en\\_aborrajados\\_y\\_galleteria](https://www.researchgate.net/publication/335224727_Aprovechamiento_de_raquis_de_platano_Dominico_Harton_Mussa_paradisiaca_L_para_elaboracion_de_harinas_utilizables_en_aborrajados_y_galleteria).
- MINSA. 2010. Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería RM N° 1020-2010. Perú: [sin editorial]. 2010; [actualizado 2010; consultado el 17 de ago. de 2020]. <http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf>.

- Moreno Arribas MV. 2017. La importancia del color en los alimentos. *Revista de tecnología e higiene de los alimentos*; [consultado el 17 de feb. de 2021]. (486):6–7. [https://www.revistaalimentaria.es/fotos\\_noticias/PDF4752.pdf](https://www.revistaalimentaria.es/fotos_noticias/PDF4752.pdf).
- [MTC] Misión para la Transformación del Campo. 2014. *Propuesta para Desarrollar un Modelo eficiente de Comercialización y Distribución de Productos*. Bogota, Colombia.: Centro Regional de Estudios Regionales Cafeteros Empresariales; [consultado agosto 2020].
- Ojeda N. 2018. ¿Qué son las características organolépticas de los alimentos? España: [sin editorial]; [consultado el 15 de feb. de 2021]. <https://www.ceac.es/blog/que-son-las-caracteristicas-organolepticas-de-los-alimentos>.
- [OMS] Organización Mundial de la Salud. 2013. *Directrices: Ingesta de potasio en adultos y niños*. Geneva, Switzerland: Departamento de Nutrición para la Salud y el Desarrollo; [consultado el 20 de abr. de 2021].
- [OMS] Organización Mundial de la Salud. 2015. *Directriz: Ingesta de azúcares para adultos y niños*. [sin lugar]; [consultado el 1 de may. de 2021]. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/154587/WHO\\_NMH\\_NHD\\_15.2\\_spa.pdf;jsessionid=0FCC4B6F021F64460BAA102041C64622?sequence=2](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/154587/WHO_NMH_NHD_15.2_spa.pdf;jsessionid=0FCC4B6F021F64460BAA102041C64622?sequence=2).
- Oyeyinka BO, Afolayan AJ. 2019. Comparative Evaluation of the Nutritive, Mineral, and Antinutritive Composition of *Musa sinensis* L. (Banana) and *Musa paradisiaca* L. (Plantain) Fruit Compartments. *Plants* (Basel); [consultado el 12 de mar. de 2021]. 8(12). eng. doi:10.3390/plants8120598.
- Pérez Morales RS, Quintanilla Delgadillo AM. 2012. Utilización de sangre bovina para la elaboración de moronga (Morcilla) como forma de aprovechamiento de subproductos de la industria cárnica. [sin lugar]: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; [consultado el 20 de mar. de 2021]. <http://riul.unanleon.edu.ni/jspui/bitstream/123456789/6065/1/223240.pdf>.
- Pilco Romero GT. 2017. *Caracterización bromatológica de la cáscara de banano (musa paradisiaca) y posterior extracción e identificación de la fracción con mayor actividad antimicrobiana* [Tesis]. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador; [consultado el 18 de mar. de 2021]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14473>.
- Presidencia del Gobierno. 1982. Real Decreto 1124/1982, de 30 de abril, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración Fabricación, Circulación y Comercio de Galletas. España. Informe no. 133; [consultado el 8 de may. de 2021]. <https://www.boe.es/buscar/pdf/1982/BOE-A-1982-13243-consolidado.pdf>.
- [RAE] Real Academia Española. 2020. *Harina*. Madrid: Asociación de Academias de la lengua Española; [consultado el 14 de feb. de 2021]. <https://dle.rae.es/harina>.
- Ramli S, Ismail N, Alkarkhi AFM, Easa AM. 2010. The use of principal component and cluster analysis to differentiate banana peel flours based on their starch and dietary fibre components. *Trop Life Sci Res*; [consultado el 7 de feb. de 2021]. 21(1):91–100. eng. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3819067/>.
- Robles B. 2017. ¿Qué función tiene el gluten en los alimentos? España; [consultado el 20 de mar. de 2021]. <https://beatrizrobles.com/tecnologia-del-gluten/>.
- Rojas AF, Rodríguez-Barona S, Montoya J. 2019. Evaluación de Alternativas de Aprovechamiento Energético y Bioactivo de la Cáscara de Plátano. *Información Tecnológica*; [consultado el 17 de ago. de 2020]. 30(5):11–24. Colombia. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500011>. doi:10.4067/S0718-07642019000500011.

- [RTCA] Reglamento Técnico Centroamericano. 2007. Harinas, Harinas de trigo fortificada, Especificaciones. Centroamérica: RTCA Reglamento Técnico Centroamericano; [consultado el 8 de feb. de 2021]. [http://cgab.org.gt/images/documentos\\_publicos/inter\\_67\\_01\\_15\\_07.pdf](http://cgab.org.gt/images/documentos_publicos/inter_67_01_15_07.pdf).
- [SAG] Secretaría de Agricultura y Ganadería Honduras. 2019. La SAG presenta acciones ante situación del agro debido a la sequía. Honduras: [sin editorial]; [actualizado el 27 de ago. de 2019; consultado el 15 de ago. de 2020]. <https://sag.gob.hn/sala-de-prensa/noticias/ano-2019/agosto-2019/la-sag-presenta-acciones-ante-situacion-del-agro-debido-a-la-sequia/>.
- [SESAL] Secretaria de Salud de Honduras. 2009. Situación de los alimentos fortificados Honduras, 2004-2008. Tegucigalpa, Honduras; [consultado el 25 de feb. de 2021]. [https://www.paho.org/hon/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=134-situacion-de-alimentos-fortificados-honduras-2004-2008&category\\_slug=desarrollo-humano-sostenible-y-estilos-de-vida-sal&Itemid=211](https://www.paho.org/hon/index.php?option=com_docman&view=download&alias=134-situacion-de-alimentos-fortificados-honduras-2004-2008&category_slug=desarrollo-humano-sostenible-y-estilos-de-vida-sal&Itemid=211).
- Vargas A, Aycho K, Lezama R, Cerquín S, Azabache C, Tuesta E, Linares Luján G. 2011. Efecto del tiempo de fritura y del porcentaje de reemplazo de harina de trigo en las características sensoriales de snacks a base de harina de raquis de banano (*Musa Cavendish*). *Agroindustrial Science*; [consultado el 18 de ago. de 2020]. 1(2):76–83. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6583460>.
- Viloria Camilo A, Yopez Escobar C. 2014. Obtención y caracterización de harina de cáscara de banano maduro Cavendish (*Musa paradisiaca*) e identificación de sus posibles usos en la industria alimentaria [Tesis]. Colombia.: Universidad de Antioquia; [consultado el 24 de jul. de 2020].

**Anexos****Anexo A**

*Escala de maduración establecida por (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

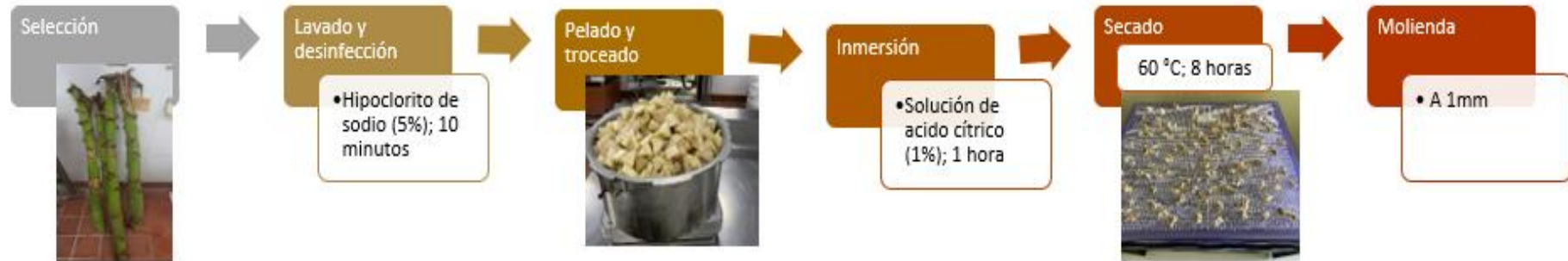


7- Amarelo com Áreas Marrons



**Anexo B**

*Flujo de proceso en la elaboración de harina de raquis.*



## Anexo C

*Flujo de proceso en la elaboración de harina de cáscara de banano y cáscara de plátano.*



**Anexo D***Formulación base de las galletas.*

<b>INGREDIENTES</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>
Harina	g	100
Mantequilla	g	33
Azúcar	g	33
Huevo	g	11
Levadura en polvo	g	1
Vainilla	g	2.5
Leche semidescremada	g	34

**Anexo E**

*Galletas con los 12 tratamientos evaluados en prueba de preferencia.*



## Anexo F

*Boleta de evaluación sensorial para prueba de preferencia.*

### **Boleta de Evaluación sensorial Prueba afectiva de preferencia de galletas**

**Fecha:**

#### **Instrucciones:**

Por favor para comenzar con el análisis primero enjuague su boca con un poco de agua. Al finalizar cada muestra, tome nuevamente un poco de agua para limpiar su paladar y continúe con la siguiente muestra. No está permitido volver a probar las muestras.

En este estudio se le presentarán 6 muestras diferentes de galletas. Usted deberá ordenarlas de acuerdo a la siguiente escala.

NOTA: No está permitido repetir los puntajes.

<b>Calificación</b>	<b>Puntaje</b>
Me gusta extremadamente	1
Me gusta mucho	2
Me gusta un poco	3
Me disgusta ligeramente	4
Me disgusta mucho	5
Me disgusta extremadamente	6

<b>Muestra</b>	<b>Puntaje</b>

**Comentarios:**

---



---

## Anexo G

*Boleta de evaluación sensorial para prueba de aceptación.*

### Boleta de Evaluación sensorial Prueba afectiva de aceptación de galletas

**Fecha:**

#### Instrucciones:

Por favor para comenzar con el análisis primero enjuague su boca con un poco de agua. Al finalizar cada muestra, tome nuevamente un poco de agua para limpiar su paladar y continúe con la siguiente muestra.

En este estudio se le presentarán 4 muestras diferentes de galletas. Usted deberá calificarlas de acuerdo a los siguientes puntajes

Calificación	Puntaje
Me disgusta mucho	1
Me disgusta un poco	2
No me gusta ni me disgusta	3
Me gusta un poco	4
Me gusta mucho	5

Muestra	Color	Olor	Textura	Sabor	Aceptación general

**Comentarios:**

---



---

## Anexo H

Tabla de Prueba de Basker: Valor crítico de diferencia entre suma de categorías.

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

### Anexo I

*Análisis de correlación de los atributos sensoriales de la galleta control (100% trigo).*

	COLOR	OLOR	TEXTURA	SABOR	ACEPTACION_GENERAL
COLOR	1.00000	0.39890	0.50292	0.42414	0.57731
		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
OLOR	0.39890	1.00000	0.56694	0.52356	0.62359
	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
TEXTURA	0.50292	0.56694	1.00000	0.62603	0.66361
	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001
SABOR	0.42414	0.52356	0.62603	1.00000	0.78199
	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001
ACEPTACION_GENERAL	0.57731	0.62359	0.66361	0.78199	1.00000
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	



**Anexo J**

*Análisis de correlación de los atributos sensoriales de la galleta con el T8 al 5%.*

	COLOR	OLOR	TEXTURA	SABOR	ACEPTACION_GENERAL
COLOR	1.00000	0.39890	0.50292	0.42414	0.57731
		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
OLOR	0.39890	1.00000	0.56694	0.52356	0.62359
	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
TEXTURA	0.50292	0.56694	1.00000	0.62603	0.66361
	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001
SABOR	0.42414	0.52356	0.62603	1.00000	0.78199
	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001
ACEPTACION_GENERAL	0.57731	0.62359	0.66361	0.78199	1.00000
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	

**Anexo K**

*Análisis de correlación de los atributos sensoriales de la galleta con el T8 al 15%.*

	COLOR	OLOR	TEXTURA	SABOR	ACEPTACION_GENERAL
COLOR	1.00000	0.38483	0.45063	0.44318	0.48312
		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
OLOR	0.38483	1.00000	0.40625	0.41784	0.55471
	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
TEXTURA	0.45063	0.40625	1.00000	0.45050	0.50804
	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001
SABOR	0.44318	0.41784	0.45050	1.00000	0.82339
	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001
ACEPTACION_GENERAL	0.48312	0.55471	0.50804	0.82339	1.00000
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	

**Anexo L**

*Análisis de correlación de los atributos sensoriales de la galleta con el T8 al 25%.*

	COLOR	OLOR	TEXTURA	SABOR	ACEPTACION_GENERAL
COLOR	1.00000	0.35956	0.45105	0.40313	0.55074
		0.0001	<.0001	<.0001	<.0001
OLOR	0.35956	1.00000	0.32321	0.33785	0.47044
	0.0001		0.0005	0.0003	<.0001
TEXTURA	0.45105	0.32321	1.00000	0.41153	0.57983
	<.0001	0.0005		<.0001	<.0001
SABOR	0.40313	0.33785	0.41153	1.00000	0.74176
	<.0001	0.0003	<.0001		<.0001
ACEPTACION_GENERAL	0.55074	0.47044	0.57983	0.74176	1.00000
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	

## Anexo M

*Etiqueta nutricional del tratamiento aceptado sensorialmente.*

# Nutrition Facts

## Datos de Nutrición

Serving Size 6 pieces (30 g) / Tamaño Por Ración 6 piezas (30 g)

Serving Per Container (3) / Raciones Por Envase (3)

### Amount Per Serving/Cantidad Por Ración

**Total Energy 650 kJ (160 kcal)/Energía Total 650 kJ (160 kcal)**

Energy from Fat/Energía de la Grasa 300 kJ (70 kcal)

	%Daily Value*/ % Valor Diario*
<b>Total Fat/Grasa Total 11g</b>	<b>12% **</b>
Saturated Fat/Grasa Saturada 8g	<b>23%</b>
Trans Fat / Grasa Trans 0g	
<b>Cholesterol/Colesterol 15mg</b>	<b>8%</b>
<b>Sodium/Sodio 105mg</b>	<b>4% **</b>
<b>Total Carbohydrate/Carbohidratos Totales 16g</b>	<b>6% **</b>
Dietary Fiber/Fibra Dietética 1g	<b>4%</b>
Sugars/Azúcares 5g	
<b>Protein/Proteínas 2g</b>	
Vitamin A/Vitamina A	0%
Vitamin C/Vitamina C	0%
Calcium/Calcio	2%
Iron/Hierro	2%

\*Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs:

\*Los Porcentajes del Valores Diarios están basados en una dieta de 2,000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores, dependiendo de las calorías que usted necesite.

\*\* Reference from FDA / Referencia a la FDA

	Calories/Calorias	2,000	2,500
Total Fat/Grasa Total	Less than/Menos de	65g	80g
Sat Fat/Grasa Saturada	Less than/Menos de	20g	25g
Cholesterol/Colesterol	Less than/Menos de	300mg	300mg
Sodium/Sodio	Less than/Menos de	2400mg	2400mg
Total Carbohydrate/Carbohidratos Totales		300g	375g
Dietary Fiber/Fibra Dietética		25g	30g