

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



Proyecto Especial de Graduación

**Desarrollo de una galleta de harina de trigo (*Triticum aestivum*) y un  
chip de harina de maíz (*Zea mays*) con sustitución parcial harina de chaya  
(*Cnidoscolus aconitifolius*)**

Estudiantes

Esteban Andree Duarte Ortiz

Amy Rubí Fuentes Carcamo

Asesores

Sandra Espinoza, M.Sc.

Adriana Hernandez, D. Sc.

Honduras, noviembre 2023

**Autoridades**

**SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO**

Rector

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ADELA M. ACOSTA MARCHETTI**

Directora Departamento Agroindustria Alimentaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

|   |    |
|---|----|
| Índice de Cuadros.....  | 6  |
| Índice de Anexos.....   | 7  |
| Resumen .....   | 8  |
| Abstract.....   | 9  |
| Introducción.....   | 10 |
| Materiales y Métodos .....  | 13 |
| Localización del Estudio .....  | 13 |
| Materiales .....  | 13 |
| Elaboración de la Harina de Chaya .....   | 13 |
| Pruebas Microbiológicas.....  | 14 |
| Análisis de Escherichia coli por Método de Vaciado en Placa .....               | 15 |
| Análisis de Hongos y Levaduras .....  | 15 |
| Análisis de Salmonella spp.....   | 15 |
| Elaboración de Tratamientos.....  | 17 |
| Pruebas preliminares para Galletas y Chip .....                                 | 17 |
| Formulación y Elaboración de Galletas de Harina de Trigo y Harina de Chaya..... | 18 |
| Análisis Sensorial.....   | 20 |
| Diseño Experimental .....   | 21 |
| Análisis Estadístico .....  | 21 |
| Análisis de Textura y Proteína a la Galleta y Chip.....                         | 21 |
| Textura .....   | 21 |
| Proteína.....   | 22 |
| Diseño experimental y Análisis Estadístico.....                                 | 22 |
| Resultados y Discusión.....   | 23 |

|  |    |
|--|----|
| Pruebas Microbiológicas.....   | 23 |
| Análisis Sensorial en galleta.....   | 24 |
| Apariencia y Color.....  | 24 |
| Olor.....  | 25 |
| Sabor.....   | 25 |
| Textura.....   | 26 |
| Aceptación General.....  | 26 |
| Análisis de Correlación en Galleta.....  | 27 |
| Prueba de Preferencia por Ordenamiento.....  | 28 |
| Análisis Sensorial en Chip.....  | 29 |
| Apariencia y Color.....  | 29 |
| Olor.....  | 30 |
| Sabor.....   | 30 |
| Textura.....   | 30 |
| Aceptación General.....  | 31 |
| Análisis de Correlación en Chip.....   | 32 |
| Prueba de Preferencia por Ordenamiento.....  | 33 |
| Análisis de Proteína y Textura de Galletas con Sustitución de Harina de Chaya..... | 34 |
| Análisis de Proteína.....  | 34 |
| Análisis de Textura.....   | 34 |
| Análisis de Textura y Proteína de Chips con Sustitución de Harina de Chaya.....    | 35 |
| Análisis de Proteína.....  | 35 |
| Análisis de Textura.....   | 36 |
| Conclusiones.....  | 37 |
| Recomendaciones.....   | 38 |

Referencias.....39

Anexos.....43

### Índice de Cuadros

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 1 Criterios microbiológicos: frutas y hortalizas desecadas o liofilizadas. ....   | 14 |
| Cuadro 2 Formulación de las galletas de harina de trigo con sustitución parcial de harina de chaya. 18   |    |
| Cuadro 3 Formulación de los chips de harina de maíz con sustitución parcial de harina de chaya.....  | 20 |
| Cuadro 4 Resultados de pruebas microbiológicas a la harina de chaya. ....  | 24 |
| Cuadro 5. Resultados del análisis sensorial de galletas en los atributos de apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptación general. .... | 27 |
| Cuadro 6 Resultado del análisis de correlación de los atributos con la aceptación general. ....  | 28 |
| Cuadro 7 Resultados de la prueba de preferencia por ordenamiento de los tratamientos de galletas. ....   | 28 |
| Cuadro 8 Resultados del análisis sensorial de chips en los atributos de apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptación general. ....     | 32 |
| Cuadro 9 Resultado del análisis de correlación de los atributos con la aceptación general. ....  | 33 |
| Cuadro 10 Resultados de la prueba de preferencia por ordenamiento de los tratamientos de chips.33  |    |
| Cuadro 11 Resultados de los análisis de proteína a 100 g de la galleta con 15% Harina de chaya. ....   | 34 |
| Cuadro 12 Resultados de análisis de textura a la galleta con 15% Harina de chaya. ....   | 35 |
| Cuadro 13 Resultados de análisis de proteína a 100 g del chip con 6% Harina de chaya. ....   | 36 |
| Cuadro 14 Resultados de análisis de textura de chip con 6% Harina de chaya.....  | 36 |

**Índice de Anexos**

|   |    |
|---|----|
| Anexo A Escala hedónica de 9 puntos .....                               | 43 |
| Anexo B Flujo de proceso de elaboración de harina de chaya .....        | 44 |
| Anexo C Flujo de proceso de elaboración de galletas .....               | 45 |
| Anexo D Flujo de proceso de elaboración de chips de harina de maíz..... | 46 |
| Anexo E Hoja de evaluación sensorial de chips de harina de maíz.....    | 47 |
| Anexo F Hoja de sensorial de galletas de harina de trigo.....           | 48 |
| Anexo G Contenido de proteína de galleta testigo teórico. ....          | 49 |
| Anexo H Contenido de proteína de chip testigo teórico. ....             | 49 |

## Resumen

La situación nutricional a nivel mundial es alarmante, tanto por el incremento de la malnutrición, como por la falta de los nutrientes necesarios en la dieta, resultando en deficiencias de proteína y micronutrientes. Una solución para mitigar este problema de salud es la fortificación de alimentos. El propósito de esta investigación fue desarrollar una galleta y un chip nutritivo, con sustitución parcial de harina de chaya. Se desarrollaron cuatro formulaciones para cada producto, un testigo con 0% de sustitución y tres con sustitución del 5, 10 y 15% de la harina de trigo en galletas; y en chip sustituciones de 5, 6 y 7% de la harina de maíz. Se realizó análisis sensorial de aceptación y preferencia, para el análisis de los resultados de aceptación se usó un diseño de Bloques Completos al Azar, un análisis de varianza y una prueba Duncan, y para preferencia la prueba no paramétrica de Basker. Los Tratamientos con sustitución de mayor aceptación fueron 15% (GTrt15) y 6% (CTrt6) de sustitución para galleta y chip respectivamente, se les realizó el análisis de proteína y textura, en el análisis de los datos se usó medidas de tendencia central y dispersión. La sustitución de 15% de harina de chaya para galletas y 6% en chips mejoró la aceptación de la textura. El GTrt15 es considerado “buena fuente de proteína”. En cuanto CTrt6, incrementó la proteína, considerándose “fuente”, de acuerdo con el Reglamento de etiquetado nutricional 67.01.60:10.2012.

*Palabras clave:* Actividad antioxidante, chiskasquil, espinaca maya, glucósidos cianogénicos, proteína vegetal.

### Abstract

The nutritional situation worldwide is alarming, due to the increase in malnutrition as well as, the lack of the necessary nutrients in the diet, resulting in a high deficiency of protein and micronutrients. One solution to mitigate this health problem is the fortification of foods. The purpose of this research was to develop a cookie and a nutritional chip, with partial substitution of chaya flour. Four formulations were developed for each product, a witness with 0% substitution and three with substitution of 5, 10 and 15% of wheat flour in cookies; and in chip substitutions of 5, 6 and 7% of corn flour. A randomized complete block design, analysis of variance and Duncan test were used for the analysis of acceptance results, and the Basker nonparametric test was used for preference. The treatments with the highest acceptance substitution were 15% (GTrt15) and 6% (CTrt6) substitution for cookie and chip, respectively, and protein and texture analysis was performed. The substitution of 15% chaya flour for cookies and 6% for chips improved texture acceptance. GTrt15 is considered "good source of protein". As for CTrt6, it increased protein, being considered "source", according to Nutrition Labeling Regulation 67.01.60:10.2012.

*Keywords:* Antioxidant activity, chiscasquil, cyanogenic glycosides, mayan spinach, vegetable protein.

## Introducción

Actualmente, la situación nutricional a nivel mundial es alarmante, por el incremento de la malnutrición, por un desequilibrio en la alimentación, como la falta de los nutrientes necesarios en la dieta, teniendo una alta deficiencia de proteína y micronutrientes, para satisfacer las necesidades que requiere el mantenimiento corporal, por ello, se deben buscar soluciones para este problema de salud; dentro de estas, la fortificación o enriquecimiento de alimentos, es una tendencia en los últimos años en la industria alimentaria. “La fortificación o enriquecimiento de alimentos es la adición de uno o más nutrientes esenciales a un alimento con el propósito de prevenir o corregir una deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o en grupos específicos de población” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2021). Es una estrategia para prevenir y controlar la deficiencia de vitaminas y minerales (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá [INCAP], 2022).

*Cnidocolus aconitifolius*, conocida comúnmente como “chaya”, es una planta nativa de Mesoamérica, especialmente popular en México y Centroamérica. Es un arbusto semiperenne de la familia de las Euphorbiaceas, que puede crecer hasta cinco metros de altura, se ha utilizado desde tiempos precolombinos debido a sus propiedades nutritivas y medicinales, principalmente en sus hojas (Valenzuela Soto et al., 2015). La chaya se cultiva durante todo el año, preferentemente en condiciones húmedas, pero es resistente a altas temperaturas y secas. Esta planta es un valioso recurso alimenticio en la dieta del ser humano, debido a su alto contenido tanto de macronutrientes como de micronutrientes, que es superior al de otras, como la espinaca, ya que contiene el doble de proteínas (5.7 mg/100g), en cuanto a su contenido de fibra, es el triple (3 mg/100g), además de un alto contenido de vitamina A (7.2 mg/100g) y es una planta rica en omega 3 (5 mg/100 g) (Posada, 2020), un ácido graso de gran importancia en la dieta, debido a que tiene diversas funciones en el organismo, como ser; en el crecimiento y desarrollo del cerebro, regular la presión sanguínea, de igual forma ayuda a la salud cardiovascular, reduciendo los triglicéridos.

La chaya contiene un alto porcentaje de glucósidos cianogénicos llamados Linamarina (Anaya y Aguirre, 2018), están conjugados por una acetona y un cianuro, puede ser tóxico en altas concentraciones. Según Gonzales-Laredo et al. (2003) para poder eliminar dicho compuesto de las hojas de chaya se le debe aplicar una cocción en agua hirviendo 100 °C por 5 min.

La industrialización de la chaya aún no está ampliamente desarrollada, pero se están llevando a cabo investigaciones sobre sus beneficios nutricionales. La chaya tiene un gran potencial para crear un mercado global, tanto en forma de hojas frescas, como en productos procesados, en México existe una próspera industria que utiliza las hojas de chaya en la fabricación de productos naturistas, como pastillas, cápsulas, tés y bebidas en polvo, impulsada por su valor nutricional y propiedades medicinales. En lo que respecta a la alimentación humana, la chaya posee un gran potencial que hasta ahora se ha aprovechado solo de manera limitada, principalmente en ensaladas o en la elaboración de salsas picantes caseras en el caso de México, una de las limitaciones en su uso es la falta de conocimiento por parte de los consumidores (Bendaña, 2020). Por lo tanto, es fundamental, promover el uso de chaya, por su contenido proteico, que tienen un efecto beneficioso a la salud, en esta investigación se enfocó principalmente en su contenido de proteína, nutriente esencial en la dieta humana, fundamentales para el crecimiento, al igual que para la reparación y el mantenimiento tanto de las células, como de los tejidos del cuerpo (Centro Médico Quirúrgico de Enfermedades Digestivas [CMED], 2018) .

En la actualidad la tendencia de cuidado personal cotidiano se está volviendo cada vez más importante para los consumidores (Bahena, 2023). Por lo tanto, una opción para aprovechar esta planta rica en nutrientes es la producción de harina, que puede utilizarse en la elaboración de productos alimenticios. Se define la harina como el polvo fino resultante de la molienda de diversas materias sólidas, como tubérculos y legumbres (Real Academia Española [RAE], 2022). En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo principal desarrollar harina de chaya de forma artesanal, posteriormente esta harina se utilizará en la elaboración de galletas, como sustituto parcial

de la harina de trigo, y en la elaboración de chips, sustituyendo parcialmente la harina de maíz, con el propósito de obtener productos saludables con un alto valor nutricional. Las galletas son productos horneados hechos de harina, azúcar, huevos y mantequilla, hay diferentes variedades en cuanto términos de sabores, tamaños y formas (Diccionario de Gastronomía, 2023). Por otro lado, los chips o snacks saludables son alimentos crujientes que a menudo se consumen por placer o para saciar temporalmente el hambre.

En los últimos años, ha habido una creciente demanda en el mercado de snacks saludables y prácticos, debido a la preferencia de los consumidores por opciones nutritivas y convenientes, esta tendencia se impulsa por el cambio hacia opciones más saludables y la búsqueda de una nutrición personalizada (Grand View Research, 2023). A nivel global, el mercado de snacks saludables, que incluye galletas y chips, tuvo un valor de 78.13 mil millones de dólares en 2019, se proyecta que este mercado alcance los 108,11 mil millones de dólares en 2027, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 4.2% (Fortune Business Insights, 2020). Estos productos se destacan por su contenido de proteína y fibra, al hacer una sustitución parcial de harina de chaya, lo que los diferencia de las galletas tradicionales de harina de trigo y los chips de harina de maíz, ofreciendo así una alternativa más saludable.

La psicografía y demografía de los consumidores está cambiando con el tiempo, y están buscando opciones más saludables (Mordor Intelligence, 2023). Los productos propuestos irán dirigidos a jóvenes de 18 años en adelante, se centran en proporcionar proteína, fibra y minerales, ya que estos son los déficits comunes en este grupo demográfico. Estos productos ofrecen alternativas más saludables en la industria alimentaria y contribuyen al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) #3 "Salud y Bienestar". Los objetivos de este estudio fueron los siguientes; determinar el Tratamiento de mayor aceptación para cada uno de los productos. Posteriormente, evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de chaya en la textura de la galleta y el chip de mayor aceptación. Finalmente, valorar el aporte de proteína en la galleta y el chip de mayor aceptación.

## **Materiales y Métodos**

### **Localización del Estudio**

La investigación se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. La harina de chaya se elaboró de manera artesanal, el análisis microbiológico a la harina se realizó en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de Zamorano (LMAZ). Para el desarrollo de los chips y las galletas se usó las instalaciones de la Planta de Innovación de Alimentos (PIA). Posteriormente los estudios de preferencia y aceptación de los productos se llevaron a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Análisis Sensorial. Finalmente, los análisis físico y químicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). Las instalaciones anteriormente mencionadas están ubicadas en el kilómetro 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí, Valle del Yegua, Municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras.

### **Materiales**

La harina de chaya se elaboró a partir de hojas de chaya maduras de más de 12 cm de longitud, de una coloración verde claro y sin daños, proporcionadas por productores del departamento de Copán, Honduras, las hojas fueron cortadas y el mismo día se realizó el procedimiento de deshidratado. Los insumos utilizados en el experimento fueron hipoclorito de sodio a una concentración del 5% para la desinfección. Para elaborar las galletas se usó, harina de trigo todo uso (Gold Star), azúcar morena (Doña Matilde), mantequilla amarilla (Sula), esencia de vainilla (Francelia), cocoa dulce (Morelia), huevos frescos, polvo para hornear (Bakery club), sal fina (Del pacifico). Para los chips se utilizó harina de maíz nixtamalizada (MASECA), sal (Del pacifico), agua. Además, se utilizaron materiales para la evaluación sensorial tales como servilletas, bandejas de foam, galletas saladas (GAMA) y vasos de 240 ml.

### **Elaboración de la Harina de Chaya**

El procedimiento realizado fue establecido por Cordon Leon (2022), con la adaptación por los investigadores para ser aplicado a las hojas de chaya.

Una vez se seleccionaron las hojas más tiernas con una coloración más clara, se realizó un proceso de lavado con agua y desinfectado (solución a 60 ppm de hipoclorito de sodio al 5%), luego se sometieron a un proceso térmico (100 °C por 5 min) para la eliminación de los glucósidos cianogénicos. Posteriormente, las hojas de chaya se deshidrataron mediante el uso de un deshidratador de bandejas a una temperatura constante de 60 °C durante 3 horas hasta obtener una estructura quebradiza para molienda.

Para reducir el tamaño de partícula, se trituró el producto obtenido, con la ayuda de una licuadora. La harina obtenida fue almacenada en bolsas de polietileno de alta densidad empacadas al vacío, posteriormente fue almacenada a temperatura ambiente sin exposición directa al sol, para evitar cambios físicos en la materia prima.

### Pruebas Microbiológicas

Se realizaron las pruebas de la harina para la determinación de microorganismos presentes de acuerdo con la norma para Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas de la norma (RM N° 615-2003 SA/DM) presentada en el Cuadro 1. Esta norma establece la determinación y cuantificación de Hongos y Levaduras, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* (Ministerio de salud del Perú [MINSAL], 2008).

### Cuadro 1

*Criterios microbiológicos: frutas y hortalizas desecadas o liofilizadas.*

| Agente microbiano       | Límite por UFC/g |                   |
|-------------------------|------------------|-------------------|
| Mohos y levaduras       | 10               | 10 <sup>2</sup>   |
| <i>Escherichia coli</i> | 10               | 5x10 <sup>2</sup> |
| <i>Salmonella spp.</i>  | Ausencia/25g     | ND                |

*Nota.* Tomado de MINSAL (2008). UFC/g: Unidades Formadoras de Colonia por gramo. ND: No se Define

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

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 de las manecillas del reloj, hacia arriba y 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.

### ***Análisis de Hongos y Levaduras***

Se realizó a través del método por vaciado en placa. Se utilizó el medio de cultivo Agar Rosa Bengala, se pesó 10 g de la muestra de harina 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, posteriormente, se realizó la preparación de las diluciones, se inoculó en tubos de ensayo (3 tubos por difusión) con diluciones de  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ . Luego se realizó la técnica de vaciado en placa en el Agar Rosa Bengala 1 mL en cada plato Petri rotulado como  $10^{-1}$ , se agitó y se dejó solidificar, se incubó a 25-30 °C durante 5 días. Finalizado el tiempo de incubación se contabilizaron los resultados de las colonias de hongos y levaduras, se reportaron por separado en UFC/g o UFC/mL.

### ***Análisis de Salmonella spp***

Este análisis se llevó a cabo en diferentes días.

#### **Día 1. Preparación/Pre-enriquecimiento de la Muestra.**

En primer lugar, se desinfectó el área de trabajo con alcohol al 70%. Se rotuló una bolsa de plástico, en la cual se introdujeron 25 g de muestra de la harina chaya. Posteriormente, a cada muestra se le colocó 225 mL de agua peptonada y se llevó al Stomacher® 400 durante dos 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 retiró la muestra 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, en donde se almacenaron a una temperatura de 35 °C, durante 24 horas.

### **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 ensayo 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 el método de 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 de este. 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**

##### ***Pruebas preliminares para Galletas y Chip***

Se realizó lo que fueron pruebas preliminares para ambos productos en los cuales se enfocó en el aporte de cada Tratamiento y la inclusión de harina de chaya no dañara la formación de ambos productos. En galletas se realizó una prueba preliminar donde se desarrolló la galleta con el mayor porcentaje de inclusión (15%) donde se observó que esta se formaba, sin embargo, el sabor no era agradable debido a que se detallaba que era muy amargo, consiguiente a esto, se incluyó la cocoa dulce para regular el sabor amargo en la galleta con los diferentes porcentajes de inclusión, con la adición se mejoró la aceptación en el sabor de la galleta con los 3 porcentajes de inclusión de harina de chaya. Para el chip se empezó las pruebas con diferentes porcentajes (5, 10 y 15%) en donde de igual manera que con las galletas el sabor no fue aceptado debido al gran amargor que presentaban

los chips, por lo cual, se decidió rebajar los porcentajes de inclusión de harina de chaya a un (5, 6 y 7%) donde de igual manera se comprobó que estos porcentajes bajos aportaban un alto contenido de proteína teórico al producto. Con la menor inclusión de harina de chaya se logró una mejor aceptación en las pruebas preliminares.

### **Formulación y Elaboración de Galletas de Harina de Trigo y Harina de Chaya**

Se evaluaron cuatro Tratamientos con diferentes porcentajes de harina de chaya 5%, 10%, 15% y un testigo (sin la sustitución parcial de harina de chaya). Los porcentajes obtenidos fueron determinados en base a pruebas preliminares, donde se evaluó si la adición de harina de chaya no afectaba la formación de la galleta y la tabla de composición de alimentos para el desarrollo de las formulaciones teóricas para determinar los aportes nutricionales.

Las materias primas utilizadas en la elaboración de las galletas fueron: harina de trigo, cocoa en polvo, azúcar morena, huevos, mantequilla, polvo para hornear, extracto de vainilla y sal. Las proporciones de cada ingrediente se muestran en el Cuadro 2.

#### **Cuadro 2**

*Formulación de las galletas de harina de trigo con sustitución parcial de harina de chaya.*

| Ingredientes (%)     | Testigo    | T1         | T2         | T3         |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|
| Harina de trigo      | 40         | 41         | 35         | 27         |
| Harina de chaya      | 0          | 5          | 10         | 15         |
| Azúcar morena        | 19         | 15         | 16         | 19         |
| Mantequilla          | 16         | 15         | 15         | 15         |
| Huevo                | 16         | 15         | 15         | 15         |
| Cocoa                | 5          | 5          | 5          | 5          |
| Polvo para hornear   | 1          | 1          | 1          | 1          |
| Extracto de vainilla | 2          | 2          | 2          | 2          |
| Sal                  | 1          | 1          | 1          | 1          |
| <b>Total</b>         | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |

*Nota.* % Porcentaje. Testigo: 0% Harina de chaya, T1: 5% Harina de chaya, T2: 10% Harina de chaya, T3: 15% Harina de chaya.

Luego de obtener las materias primas, se procedió con la secuencia de cada una de las etapas de proceso detalladas a continuación:

Pesaje; los ingredientes fueron pesados con una balanza analítica (OHAUS Modelo R31030). Luego se procedió con el mezclado de ingredientes solidos; en un recipiente de acero inoxidable, se

añadió la harina de trigo, harina de chaya, cocoa, polvo para hornear y sal, para poder homogeneizar y el mezclado de ingredientes líquidos; en otro recipiente se disolvió la mantequilla, huevo, azúcar morena y extracto de vainilla y se mezclaron con una batidora manual, se mezcló por un tiempo de 5 minutos. Se realizó la homogeneización; vertiendo los ingredientes líquidos sobre la mezcla de los sólidos, se mezcló hasta la obtención de una mezcla homogénea. Posteriormente la elaboración de galletas; se procedió a darle forma a las galletas con un diámetro de 6 cm y un grosor de 5 mm, haciendo uso de un molde circular. Horneado; una vez hechas las galletas, se colocaron en una bandeja para hornear, colocando papel para hornear sobre la bandeja, para evitar que se adhirieran a la bandeja. Se usó un horno de convección industrial (Marca Turbolino), a una temperatura de 120 °C durante 20 minutos. Enfriado; Posteriormente se dejaron enfriar en las bandejas a temperatura ambiente por 45 minutos. Finalmente, el empacado; una vez las galletas se enfriaron fueron empacadas en bolsas Ziploc.

#### **Formulación y Elaboración de Chips de Harina de Maíz y Harina de Chaya.**

Se evaluaron cuatro Tratamientos con diferentes porcentajes de harina de chaya 5%, 6%, 7% y un testigo (sin la sustitución parcial de la harina de chaya). Los porcentajes de sustitución fueron obtenidos por medio de pruebas preliminar para evaluar si no influían en el desarrollo y formación de la tortilla y posteriormente del chip, además, se determinó por el aporte nutricional obtenido de la formulación teórica de cada Tratamiento con el uso de la tabla de composición de alimentos (INCAP 2018).

Las materias primas utilizadas en la elaboración de los chips fueron: harina de maíz nixtamalizada, harina de chaya, sal, agua. Las proporciones se muestran en el Cuadro 3.

### Cuadro 3

*Formulación de los chips de harina de maíz con sustitución parcial de harina de chaya.*

| Ingredientes (%) | Testigo | T1  | T2  | T3  |
|------------------|---------|-----|-----|-----|
| Harina de maíz   | 39      | 34  | 33  | 32  |
| Harina de chaya  | 0       | 5   | 6   | 7   |
| Agua             | 60      | 60  | 60  | 60  |
| Sal              | 1       | 1   | 1   | 1   |
| Total            | 100     | 100 | 100 | 100 |

*Nota.* % Porcentaje. Testigo: 0% Harina de chaya, T1: 5% Harina de chaya, T2: 6% Harina de chaya, T3: 7% Harina de chaya.

Luego de obtener las materias primas, se procede con la secuencia de las etapas de proceso descritas a continuación:

Pesaje; los ingredientes fueron pesados con una balanza analítica (OHAUS Modelo R31030). Luego se realizó en mezclado y amasado; añadiendo los ingredientes en un recipiente de acero inoxidable, hasta la obtención de una masa homogénea, con una batidora manual por 5 minutos. Elaboración de tortillas; se procedió a realizar la elaboración de tortillas para los chips, de 12 cm de diámetro y 1 mm de grosor cada una, estas fueron cocidas en una estufa industrial por 7 min. Posteriormente se realizó el cortado; una vez que la tortilla fue cocida, se procedió a cortarla en forma triangular (6 cm de largo, 1 mm de grosor y 3 cm de ancho), obteniendo 8 porciones por cada tortilla. Para realizar el freído; se usó una freidora de aire (Ninja modelo OP305CO) a una temperatura constante de 300 °C durante 15 min y enfriado; una vez los chips se frieron, se trasladaron a un recipiente de acero inoxidable y se dejaron enfriar por 40 min a temperatura ambiente. Finalmente, el empaclado; luego de que se enfriaron se empacaron en bolsas ziploc.

### Análisis Sensorial

Se realizó la evaluación sensorial afectiva utilizando una prueba de aceptación a los productos (galletas y chips) Testigo y los Tratamientos, para determinar el de mayor aceptación por los consumidores, donde participaron 100 panelistas no entrenados.

Las muestras se prepararon el día de la prueba, fueron presentadas en recipientes idénticos con una codificación de tres dígitos aleatorios, con un orden de presentación aleatorio y

equilibrado. Los panelistas realizaron la evaluación de manera individual, probando las muestras de izquierda a derecha. Se utilizó una escala hedónica de 9 puntos, donde el valor 1 significa “Me disgusta extremadamente”, 5 “Ni me disgusta ni me gusta” y 9 “Me gusta extremadamente”. Se evaluaron los atributos de apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptación general. Se realizó una prueba de preferencia por ordenamiento, se utilizó una escala de uno a cuatro, siendo uno para el Tratamiento más preferido y cuatro para el menos preferido.

### **Diseño Experimental**

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) y se evaluaron los tres Tratamientos de cada producto y un Testigo, se realizaron tres repeticiones para un total de 12 Unidades experimentales por cada producto (galletas y chips).

### **Análisis Estadístico**

Los datos obtenidos en las evaluaciones sensoriales de aceptación se analizaron utilizando el programa de SAS® con un nivel de probabilidad de 95%, realizando un Análisis de Varianza con una separación de medias de Duncan, para la determinación del Tratamiento con mayor aceptación por los panelistas. Para determinar la influencia de los atributos en la aceptación general de cada producto, se realizó un análisis de correlación. Los datos de la prueba de preferencia fueron analizados mediante la prueba no paramétrica de Basker, con el objetivo de seleccionar la galleta y el chip de mayor preferencia por los panelistas.

### **Análisis de Textura y Proteína a la Galleta y Chip**

Se realizaron los análisis de textura y proteína a la galleta y al chip con sustitución de harina de chaya con mayor aceptación por los panelistas.

#### ***Textura***

Para el análisis de textura en relación con el parámetro de firmeza del chip y la galleta, se utilizó el equipo Medidor de Textura Brookfield CT3 con acople sonda TA4/1000 o TA35. Se utilizó una muestra de chips y galleta de un grosor promedio de 1 mm. Realizando tres repeticiones por muestra.

**Proteína**

Se determinó la concentración de nitrógeno, y eventualmente el contenido de proteína residual, presente en una muestra de alimento por medio del método oficial AOAC 2001.11. Se pesó 1 g de la muestra en papel encerado, para introducirla en el tubo de digestión con dos tabletas Kjeltabs y ácido sulfúrico al 95-98%. 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. Finalmente, se realizó la titulación con ácido clorhídrico a 0.9N. Para determinar el contenido de proteína, se utilizó el factor de conversión de 6.25.

**Diseño experimental y Análisis Estadístico**

Para las pruebas de textura y proteína se utilizó un análisis univariado del Tratamiento de mayor aceptación en la prueba sensorial. Se realizaron tres repeticiones para un total de tres unidades experimentales, utilizando el programa SAS 9.4. Obteniendo el coeficiente de variación y la desviación estándar de los datos obtenidos en dichos análisis.

## Resultados y Discusión

Los resultados se presentan siguiendo el proceso en que se realizó la investigación. El proceso comienza con la elaboración de la harina de chaya, posteriormente, se llevaron a cabo pruebas microbiológicas para garantizar la idoneidad de la harina como alimento para consumo humano, una vez realizadas estas pruebas, se procedió con la elaboración de galletas y chips. Finalmente, se efectuaron análisis de las propiedades sensoriales, textura y proteína de cada uno de los productos.

### Pruebas Microbiológicas

En la industria alimentaria, es crucial asegurarse de que los alimentos o las materias primas sean seguros tanto para el consumo humano, como para el consumo animal. Esto requiere la detección de la presencia o ausencia de microorganismos patógenos, por lo tanto, antes de proceder a la elaboración de productos alimenticios, es esencial someterlos a pruebas microbiológicas. Estas pruebas permiten evaluar las condiciones higiénicas de los alimentos y en última instancia, prevenir enfermedades o intoxicaciones en los consumidores. En el caso de las harinas, de acuerdo con el numeral 14.3 Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas de la norma (RM N° 615-2003 SA/DM), se establece la determinación y cuantificación de Hongos y Levaduras, *Escherichia coli* y *Salmonella spp* (MINSa, 2008). Se establece que en el caso de *Escherichia coli* el límite aceptado es de  $5 \times 10^2$  UFC/g, para hongos y levaduras  $10^2$  UFC/g y para *Salmonella* ausencia por cada 25 g.

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

#### Cuadro 4

*Resultados de pruebas microbiológicas a la harina de chaya.*

| Prueba             | Hongos y levaduras<br>(UFC/g) | <i>Escherichia coli</i><br>(UFC/g) | <i>Salmonella spp.</i> |
|--------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| Harina de chaya    | 0                             | 108                                | Ausencia/25g           |
| Límites permitidos | 10 <sup>2</sup>               | 5x10 <sup>2</sup>                  | Ausencia/25g           |

*Nota.* Tomado de MINSA (2008). UFC/g: Unidades Formadoras de Colonia por gramo. g: Gramo.

#### **Análisis Sensorial en galleta**

La harina de chaya se empleó como sustituto de la harina de trigo en diferentes proporciones (5%, 10% y 15%) en la elaboración de galletas con cocoa. En el Cuadro 5 se muestra las medias obtenidas para los atributos sensoriales de apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptación general que fueron evaluados para los 4 Tratamientos, utilizando la escala hedónica de 9 puntos, donde 1 indica que le disgusta extremadamente; 5 ni me gusta ni me disgusta y 9 me gusta extremadamente.

Se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) donde después del testigo el Tratamiento mejor aceptado fue, el Tratamiento con sustitución de 15%.

#### **Apariencia y Color**

Estos atributos influyen en la selección de los alimentos por cualquier consumidor. La apariencia representa todos los atributos visibles de un alimento y es un atributo fundamental para la selección (Picallo, 2009). Por otro lado, el color de cualquier alimento define la percepción de los alimentos, convirtiéndose en un estímulo directo para la venta y compra de cualquier producto (Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla [UPAEP], 2014). En los atributos de apariencia y color el mejor evaluado fue el Tratamiento testigo obteniendo una valoración de “me gusta moderadamente”, el cual presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) respecto a los tres Tratamientos, los Tratamientos con sustitución de harina de chaya no presentan diferencias significativas entre ellos evaluados como “me gusta ligeramente”. Dado a los datos obtenidos, se observó que el color influyó en la aceptación de las galletas. El menor puntaje en los Tratamientos de sustitución se debió al color oscuro en las galletas, debido a, la presencia de compuestos bioactivos

que tiene la hoja de chaya, de acuerdo con el estudio de Medina et al. (2019) donde se registró una actividad antioxidante en una concentración de 150 a 900  $\mu\text{g}/\text{ml}$ , esto determinó la alta cantidad de compuestos fenólicos en la hoja. Esto en conjunto con un alto contenido de clorofila determinado por (Ruiz et al., 2019) obtuvieron un contenido de 9.77  $\mu\text{g}/\text{h}$  de clorofila.

### **Olor**

El olfato en un análisis sensorial en alimentos y bebidas juega uno de los papeles más importantes para la aceptación o no del producto, en donde se expresa el carácter más allá de los cinco sabores básicos (Cordon Bueso, 2013). Según los resultados obtenidos, el testigo y el Tratamiento con 10% de sustitución mostraron diferencias significativas entre ellos, siendo el testigo el mejor evaluado en este atributo con una valoración de “me gusta moderadamente” y el Tratamiento con 10% de sustitución fue menos aceptado con una evaluación de “me gusta ligeramente”; en relación con los Tratamientos con sustitución, se presentaron diferencias significativas entre los Tratamientos de 15% sustitución con respecto al de 10% de sustitución. En un estudio realizado por Jiménez et al. (2017) donde realizaron la formulación de bizcochos con adición de Albahaca seca en la formulación (0.5%), se encontró que los panelistas identificaron olor a hierbas en los bizcochos, mostrando que los panelistas no están familiarizado con dichos olores. En un estudio se determinaron los compuestos volátiles predominantes en la hoja de chaya secadas, los compuestos encontrados fueron hexanal y el 2-metilbutanal los cuales son aldehídos que contribuyen a los olores de la chaya procesada (liofilizadas), dando un olor característico a hierba verde, estos compuestos presentan valores relativos de actividad de olor (rOAV) 11.4 y 100 respectivamente, esto se relaciona con nuestro estudio debido a que en comentarios en las evaluaciones sensoriales mencionaron el olor a hierba característico en las galletas (Hutasingh et al., 2023).

### **Sabor**

Otro de los parámetros por los cuales los consumidores eligen un producto es por el sabor, este es el factor más importante para muchos consumidores, unas encuestas realizadas en el 2020

por la Fundación del Consejo Internacional de Información Alimentaria, confirmó que el 88% de los encuestados afirmaron que el sabor es su razón principal para la selección o compra de un alimento. En dicho atributo no existieron diferencias significativas entre los Tratamientos testigo, 5% y 15% de sustitución. En el atributo de sabor el testigo y el Tratamiento con sustitución del 5% de harina de chaya fueron los de mayor aceptación con una valoración cercana a “Me gusta moderadamente”, los Tratamientos con sustitución de 10 y 15% obtuvieron una evaluación más baja de “Me gusta ligeramente”, la aceptación de la galleta disminuyó al aumentar el contenido de harina de chaya esto pudo deberse al sabor amargo que aportó la harina de chaya en las galletas, más, sin embargo, el añadir cocoa dulce a nuestra formulación ayudó a contrarrestar el sabor amargo. Estos sabores amargos se deben a la presencia de alcaloides en la hoja de chaya, encontrados en un estudio realizado por Mena Linares et al. (2016)

### ***Textura***

La textura se define como la manifestación sensorial y funcional de las propiedades estructurales, mecánicas y de superficie de los alimentos (Bartolón Roblero, 2015). Se presentaron diferencias significativas entre los Tratamientos. El Tratamiento con 15% de sustitución evaluado como “Me gusta moderadamente” mostró diferencias significativas con respecto al testigo el cual fue evaluado como “Me gusta ligeramente”. Estos resultados son similares a los obtenidos por Avila Nava et al. (2022), donde se observó que la sustitución de harían de chaya en las galletas no influyó de manera negativa en el atributo de textura y su aceptación por los panelistas. En un estudio realizado por Gupta et al. (2011) detalla que existe una interacción entre las proteínas y el almidón que afectan directamente en la textura de las proteínas, de igual manera, en dicho estudio detalla que la incorporación de harinas sin gluten en galletas aumentaba la preferencia en textura y eran mejor aceptados en los atributos sensoriales por los panelistas.

### ***Aceptación General***

La aceptación general se refiere al nivel de agrado que tiene el panelista sobre las muestras dadas, este atributo engloba todos los atributos anteriores. En este atributo existieron diferencias significativas entre los Tratamientos, el Tratamiento menos aceptado fue el de 10% de sustitución de chaya. El testigo y los Tratamientos con sustitución 5 y 15% de harina de chaya no mostraron diferencias significativas entre ellos, siendo los más aceptados con evaluaciones cercanas a “me gusta moderadamente”.

### Cuadro 5

*Resultados del análisis sensorial de galletas en los atributos de apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptación general.*

| Tratamiento | Apariencia                   | Color                        | Olor                          | Sabor                        | Textura                       | Aceptación general           |
|-------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|             | Media $\pm$ DE               | Media $\pm$ DE               | Media $\pm$ DE                | Media $\pm$ DE               | Media $\pm$ DE                | Media $\pm$ DE               |
| Testigo     | 6.95 $\pm$ 1.57 <sup>a</sup> | 6.81 $\pm$ 1.51 <sup>a</sup> | 6.52 $\pm$ 1.56 <sup>a</sup>  | 6.55 $\pm$ 1.62 <sup>a</sup> | 5.80 $\pm$ 2.03 <sup>c</sup>  | 6.63 $\pm$ 1.52 <sup>a</sup> |
| TRT 1       | 5.83 $\pm$ 1.68 <sup>b</sup> | 5.75 $\pm$ 1.79 <sup>b</sup> | 6.19 $\pm$ 1.61 <sup>bc</sup> | 6.35 $\pm$ 1.70 <sup>a</sup> | 6.43 $\pm$ 1.54 <sup>ba</sup> | 6.36 $\pm$ 1.54 <sup>a</sup> |
| TRT 2       | 5.84 $\pm$ 1.70 <sup>b</sup> | 5.85 $\pm$ 1.64 <sup>b</sup> | 5.93 $\pm$ 1.55 <sup>c</sup>  | 5.69 $\pm$ 1.92 <sup>b</sup> | 6.09 $\pm$ 1.78 <sup>bc</sup> | 5.99 $\pm$ 1.67 <sup>b</sup> |
| TRT 3       | 5.86 $\pm$ 1.55 <sup>b</sup> | 6.05 $\pm$ 1.64 <sup>b</sup> | 6.32 $\pm$ 1.47 <sup>ba</sup> | 6.52 $\pm$ 1.87 <sup>a</sup> | 6.78 $\pm$ 1.78 <sup>a</sup>  | 6.61 $\pm$ 1.71 <sup>a</sup> |
| %CV         | 22.40                        | 21.49                        | 16.98                         | 22.00                        | 24.62                         | 18.14                        |

*Nota.* Medias con letras diferentes (a, b, c) en la misma columna son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ). CV; Coeficiente de variación.

DE: Desviación Estándar. Testigo: 0% Harina de chaya. T1: 5% Harina de chaya. T2: 10% Harina de chaya. T3: 15% Harina de chaya. Escala hedónica de 9 puntos: 1: me disgusta extremadamente; 5: ni me disgusta ni me gusta; 9: me gusta extremadamente.

### Análisis de Correlación en Galleta

En el Cuadro 6, se observó las correlaciones de los atributos con respecto a la aceptación general de la galleta, en todos los atributos se observó una correlación positiva, con un nivel de significancia de ( $< 0.0001$ ).

En términos generales, solo el atributo de apariencia para el Tratamiento con 15% de sustitución de harina de chaya presentó una correlación baja positiva, el resto de los atributos para el testigo y los Tratamientos mostraron correlación positiva media, el atributo de sabor fue el que mostró una mayor influencia en la aceptación de la galleta con valores de correlación más altos.

## Cuadro 6

*Resultado del análisis de correlación de los atributos con la aceptación general.*

| Tratamiento | Correlación      |                  |                  |                  |                  |
|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|             | Apariencia       | Color            | Olor             | Sabor            | Textura          |
| Testigo     | 0.58<br>< 0.0001 | 0.58<br>< 0.001  | 0.61<br>< 0.0001 | 0.65<br>< 0.0001 | 0.61<br>< 0.0001 |
| TRT 1       | 0.59<br>< 0.0001 | 0.66<br>< 0.0001 | 0.58<br>< 0.0001 | 0.77<br>< 0.0001 | 0.54<br>< 0.0001 |
| TRT 2       | 0.64<br>< 0.0001 | 0.54<br>< 0.0001 | 0.62<br>< 0.0001 | 0.78<br>< 0.0001 | 0.56<br>< 0.0001 |
| TRT 3       | 0.45<br>< 0.0001 | 0.60<br>< 0.0001 | 0.62<br>< 0.0001 | 0.87<br>< 0.0001 | 0.70<br>< 0.0001 |

*Nota.* Testigo: 0% Harina de chaya. T1: 5% Harina de chaya. T2: 10% Harina de chaya. T3: 15% Harina de chaya. Correlación baja (< 0.50), media (0.50 a 0.79) y alta (> 0.80).

## Prueba de Preferencia por Ordenamiento

En la prueba se realizó una sumatoria a cada Tratamiento según el valor asignado por los panelistas (1 a 4), cada valor de la columna es restado al valor de cada fila, para observar la interacción entre los Tratamientos.

Utilizando el cuadro de Basker para 100 panelistas y cuatro productos se determinó 46.9 como valor crítico (Liria 2017). En el Cuadro 7 podemos observar los valores obtenidos en la prueba, donde el Tratamiento testigo al obtener el valor más bajo, se describe como el de mayor preferencia por los panelistas. En los Tratamientos con sustitución de harina de chaya el Tratamiento 3 (15%) es el más preferido por los panelistas e igual en preferencia que el testigo y diferente a los Tratamientos 1 y 2.

## Cuadro 7

*Resultados de la prueba de preferencia por ordenamiento de los tratamientos de galletas.*

| Tratamiento | Tratamiento       | TRT Testigo | TRT 1 | TRT 2 | TRT 3 |
|-------------|-------------------|-------------|-------|-------|-------|
|             | Suma de categoría | 196         | 287   | 307   | 210   |
| Testigo     | 196               | 0           | -91   | -111  | -14   |
| TRT 1       | 287               | 91          | 0     | -20   | 77    |
| TRT 2       | 307               | 111         | 20    | 0     | 97    |
| TRT 3       | 210               | 14          | -77   | -97   | 0     |

*Nota.* Testigo: 0% Harina de chaya. T1: 5% Harina de chaya. T2: 10% Harina de chaya. T3: 15% Harina de chaya. Valor crítico para 100 panelistas y 4 tratamientos 46.9.

## **Análisis Sensorial en Chip**

En el Cuadro 8 se muestran las medias que se obtuvieron de las diferentes características sensoriales que fueron evaluadas en cada uno de los 4 Tratamientos, utilizando una escala hedónica de 9 puntos, en donde 1 indica que le disgusta extremadamente; 5 no me gusta ni me disgusta y 9 me gusta extremadamente. Se evaluaron los atributos de apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptación general. Se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) donde después del testigo el Tratamiento mejor aceptado fue, el Tratamiento con sustitución de 6%.

### ***Apariencia y Color***

Estos atributos están enlazados, debido a que influyen de manera significativa en cuanto a la percepción del consumidor al momento de escoger un alimento. La apariencia de un producto es una de las características de mayor interés, teniendo una influencia significativa desde el principio, esta es un factor determinante para la toma de decisiones por parte del consumidor, ya que puede influir en la percepción del sabor, calidad y frescura del alimento, además la apariencia puede ser un indicador de la calidad intrínseca del producto (The Food Tech, 2021). En cuanto al color, este se convierte en la clave para reconocer la comida, radica principalmente en la expectativa que genera hacia el consumidor, ya que el alimento puede considerarse muy atractivo, apetitoso o lo contrario con respecto a su color, lo cual puede provocar el rechazo, influirá en la aceptación e incluso se tendrá una sensación de cambio en el sabor (Romero, 2023). En este caso, el Tratamiento mejor evaluado para ambos atributos fue el testigo con una valoración de “me gusta moderadamente” y presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con los Tratamientos con harina de chaya, sin embargo, los tres Tratamientos con sustitución no presentaron diferencias significativas entre sí, y fueron calificados como “me gusta ligeramente”. La harina de chaya en los chips influyó en el color otorgándoles un color verde lo que disminuyó la aceptación. El color de los chips con harina de chaya se vio afectado debido al contenido de clorofila presente en la chaya (9.77%) (Ruiz et al., 2019), la cual al momento de realizar el proceso térmico de cocido y deshidratado, la hoja de chaya sufre un cambio, el color

verde claro natural, tiende a convertirse a un color verde un poco más oscuro, por la conversión de clorofila a feofilina por la sustitución del magnesio de la clorofila por hidrógeno y la extensión de degradación depende de que tan severo es el proceso térmico, según un estudio de Juarez (2001).

### ***Olor***

El olor de un producto influye mucho en la percepción, ya que este factor es el que atrae al consumidor a querer probar un producto, el olor también puede dar un impacto con respecto al sabor (García, 2020). En este atributo el testigo obtuvo una valoración de “me gusta moderadamente” siendo más aceptado y mostrando diferencias significativas con el Tratamiento con sustitución del 7% de harina de chaya con una aceptación más baja de “me gusta ligeramente”, se pudo observar que, la sustitución con harina de chaya redujo la aceptación por parte de los consumidores, esto pudo deberse a los compuestos aromáticos presentes en la chaya.

### ***Sabor***

El sabor es el factor más importante para el consumidor, al momento de decidir si compran un producto o no, por lo que este es un factor clave en el desarrollo de un producto, al tener un producto con buen sabor y bien desarrollado, se aumentan sus márgenes de beneficio (Olesia, 2023). De acuerdo con los resultados, no se presentó diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre el testigo y los Tratamientos con 5% y 6% de sustitución siendo los de mayor aceptación con una calificación de “me gusta moderadamente”, mientras que el Tratamiento con 7% de sustitución presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), siendo el menor aceptado por los consumidores con una evaluación de “me gusta ligeramente”. De acuerdo con una investigación realizada por Camacho (2017), menciona que la incorporación de alimentos con sustancias funcionales como la chaya, tienden a dar sabores desagradables como el amargo (Olesia, 2023), que no es agradable para todos los consumidores, esto pudo ser evidente en el Tratamiento con la mayor cantidad de sustitución de harina de chaya, el T3 con un 7% que obtuvo la menor aceptación.

### ***Textura***

La textura de los alimentos se define como las propiedades que se detectan al tacto en la boca y con las manos, es considerada un factor de calidad para la caracterización de los productos, esta es importante para el disfrute y la aceptabilidad de los productos, al mejorar la textura también se influye con el mejoramiento del sabor y apariencia (Dahl, 2020). El testigo y el Tratamiento con una sustitución del 6% presentaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) de ellos el testigo fue el obtuvo la aceptación más baja, evaluado como "me gusta ligeramente" y el Tratamiento con 6% de harina de chaya fue el de mayor aceptación con una calificación de "me gusta moderadamente". La hoja de chaya presenta un contenido elevado de fibra cruda (2.35%) según Spell Morales (2022), el cual también fue alto en la harina que se utilizó para la elaboración del chip, lo que pudo mejorar la textura del producto, obteniendo un producto crujiente y agradable para el paladar de los consumidores.

### ***Aceptación General***

La aceptación general se refiere al resultado de la interacción entre el alimento y el consumidor, el cual dependerá de varios factores sensoriales, como los mencionados anteriormente, apariencia, color, olor, sabor, textura. Al igual que los resultados anteriores, el Tratamiento testigo no presentó diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) al compararlo con los Tratamientos que contenían 5% y 6% de sustitución, siendo los más aceptados con una valoración "me gusta moderadamente", el Tratamiento con 7% de sustitución fue el menos aceptado por los consumidores, con una valoración de "me gusta ligeramente". Por lo que, se considera que al aumentar la sustitución del 7%, se reduce la aceptación general del producto.

**Cuadro 8**

*Resultados del análisis sensorial de chips en los atributos de apariencia, color, olor, sabor, textura y aceptación general.*

| Tratamiento | Apariencia             | Color                  | Olor                    | Sabor                  | Textura                 | Aceptación general     |
|-------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
|             | Media ± DE             | Media ± DE             | Media ± DE              | Media ± DE             | Media ± DE              | Media ± DE             |
| Testigo     | 6.95±1.57 <sup>a</sup> | 6.95±1.53 <sup>a</sup> | 6.54±1.68 <sup>a</sup>  | 6.58±1.61 <sup>a</sup> | 5.71±2.06 <sup>c</sup>  | 6.63±1.52 <sup>a</sup> |
| TRT 1       | 5.90±1.71 <sup>b</sup> | 5.91±1.59 <sup>b</sup> | 6.22±1.69 <sup>bc</sup> | 6.50±1.69 <sup>a</sup> | 6.54±1.78 <sup>ba</sup> | 6.36±1.54 <sup>a</sup> |
| TRT 2       | 5.87±1.66 <sup>b</sup> | 5.97±1.70 <sup>b</sup> | 6.44±1.45 <sup>ba</sup> | 6.53±1.87 <sup>a</sup> | 6.92±1.75 <sup>a</sup>  | 6.62±1.71 <sup>a</sup> |
| TRT 3       | 5.71±1.70 <sup>b</sup> | 5.75±1.73 <sup>b</sup> | 5.95±1.53 <sup>c</sup>  | 5.69±1.92 <sup>b</sup> | 6.12±1.84 <sup>bc</sup> | 5.99±1.67 <sup>b</sup> |
| %CV         | 20.73                  | 19.73                  | 16.01                   | 20.86                  | 24.59                   | 18.11                  |

*Nota.* Medias con letras diferentes (a, b, c) en la misma columna son significativamente diferentes (P < 0.05). CV; Coeficiente de variación.

DE: Desviación Estándar. Testigo: 0% Harina de chaya. T1: 5% Harina de chaya. T2: 6% Harina de chaya. T3: 7% Harina de chaya.

**Análisis de Correlación en Chip**

En el Cuadro 9, se puede observar una correlación positiva entre todos los atributos con la aceptación general a un nivel de significancia (< 0.0001). Por lo tanto, cada uno de los atributos evaluados ayudan a determinar la aceptación general del producto, sin embargo, algunos atributos difieren entre sí, debido a que pueden tener una correlación alta (> 0.80), media (0.50-0.79).

De manera general, el sabor es el atributo que más influencia mostró en la aceptación, presentando los mayores valores que oscilaron entre una correlación media (Testigo) y alta (Tratamientos con sustitución de harina de chaya), el resto de los atributos, apariencia, color, olor, y textura para el testigo y los Tratamientos mostraron correlaciones medias positivas.

**Cuadro 9**

*Resultado del análisis de correlación de los atributos con la aceptación general.*

| Tratamiento | Correlación      |                  |                  |                  |                  |
|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|             | Apariencia       | Color            | Olor             | Sabor            | Textura          |
| Testigo     | 0.58<br>< 0.0001 | 0.55<br>< 0.001  | 0.64<br>< 0.0001 | 0.74<br>< 0.0001 | 0.66<br>< 0.0001 |
| TRT 1       | 0.62<br>< 0.0001 | 0.69<br>< 0.0001 | 0.67<br>< 0.0001 | 0.83<br>< 0.0001 | 0.55<br>< 0.0001 |
| TRT 2       | 0.59<br>< 0.0001 | 0.64<br>< 0.0001 | 0.68<br>< 0.0001 | 0.88<br>< 0.0001 | 0.75<br>< 0.0001 |
| TRT 3       | 0.74<br>< 0.0001 | 0.74<br>< 0.0001 | 0.55<br>< 0.0001 | 0.81<br>< 0.0001 | 0.63<br>< 0.0001 |

*Nota.* Testigo: 0% Harina de chaya. T1: 5% Harina de chaya. T2: 6% Harina de chaya. T3: 7% Harina de chaya. Correlación baja (< 0.50), media (0.50 a 0.79) y alta (> 0.80).

**Prueba de Preferencia por Ordenamiento**

La prueba de preferencia por ordenamiento se lleva a cabo con el propósito de identificar cuál de los productos es el preferido por los panelistas. De acuerdo con el cuadro de Basker el valor crítico para 100 panelistas y 4 productos es 46.9 (Lira 2007). En el Cuadro 10 podemos observar los valores obtenidos en la prueba, donde el testigo al obtener el valor más bajo se describe como el de mayor preferencia por los panelistas, pero este no muestra diferencias con los Tratamientos 1 con 5% de harina de chaya y con el Tratamiento 2 con 6% de harina de chaya, pero si es diferente en preferencia el Tratamiento 3 con 7% de harina de chaya.

**Cuadro 10**

*Resultados de la prueba de preferencia por ordenamiento de los tratamientos de chips.*

| Tratamiento | Tratamiento       | Testigo | TRT 1 | TRT 2 | TRT 3 |
|-------------|-------------------|---------|-------|-------|-------|
|             | Suma de categoría | 222     | 248   | 240   | 290   |
| Testigo     | 222               | 0       | -26   | -18   | -68   |
| TRT 1       | 248               | 26      | 0     | 8     | -42   |
| TRT 2       | 240               | 18      | -8    | 0     | -50   |
| TRT 3       | 290               | 68      | 42    | 50    | 0     |

*Nota.* Testigo: 0% Harina de chaya. T1: 5% Harina de chaya. T2: 6% Harina de chaya. T3: 7% Harina de chaya. Valor crítico para 100 panelistas y 4 tratamientos 46.9.

## **Análisis de Proteína y Textura de Galletas con Sustitución de Harina de Chaya**

Se le realizaron análisis de textura y proteína a las galletas con sustitución parcial de 15% harina de chaya por ser el que mostró la mayor aceptación.

### **Análisis de Proteína**

Las proteínas son moléculas grandes y complejas que cumplen funciones de suma importancia en el cuerpo. Estas son vitales para la mayoría de los trabajos que realizan las células y ayudan a mantener la estructura, función y regulación de tejidos y órganos (Medline Plus, 2021). En el Cuadro 11 se observan que la galleta con una sustitución del 15% con harina de chaya tiene un contenido de proteína de 10.67%, y según el Reglamento técnico centroamericano de etiquetado nutricional se considera que es “buena fuente de proteína”, debido a, que contiene 2 veces el valor para fuente en 100 g y este representa un 21.34% del valor diario. De igual manera en la comparación con la etiqueta teórica realizada para la formulación testigo se registró un aumento de un 77% de proteína con el 15% de sustitución de harina de chaya en la galleta. El tamaño de porción para las galletas según el RTCA es de 30 gramos, en 10 gramos hay 3.3 porciones. Esta galleta con 15% de sustitución se declara “buena fuente de proteína” en 100 gramos, más, sin embargo, en porción no alcanza los valores para fuente.

### **Cuadro 11**

*Resultados de los análisis de proteína a 100 g de la galleta con 15% Harina de chaya.*

| Tratamiento              | Media (%)±DE |
|--------------------------|--------------|
| T3 (15% Harina de chaya) | 10.67±0.09   |
| %CV                      | 0.009        |

*Nota.* DE: Desviación Estándar. %CV: Coeficiente de variación. %: Porcentaje. T3: 15% Harina de chaya.

### **Análisis de Textura**

Se entiende por dureza que es la fuerza aplicada por los dientes para comprimir la comida (Maldo y Conti Silva, 2014). En el Cuadro 12 se observan que el Tratamiento con sustitución de 15% de harina de chaya mayor aceptado por los panelistas mostró una dureza de 16.15 (N), masticabilidad

de 3.44 mJ. En un estudio con galletas 100% harina de trigo, obtuvieron una dureza de 5.54 (N), esta diferencia se debe a que la harina de chaya no contiene gluten a diferencia de la harina de trigo, esto significó un aumento en la dureza de las galletas con 15% de sustitución (Soler Martínez et al., 2023). En un estudio realizado por Mancebo et al. (2015) menciona que la incorporación de harinas sin gluten en galletas influye significativamente en un aumento de la dureza de la galleta.

## Cuadro 12

*Resultados de análisis de textura a la galleta con 15% Harina de chaya.*

| Tratamiento              | Media (%) $\pm$ DE |                    |
|--------------------------|--------------------|--------------------|
|                          | Dureza(N)          | Masticabilidad(mJ) |
| T3 (15% Harina de chaya) | 16.15 $\pm$ 0.13   | 3.44 $\pm$ 0.03    |
| %CV                      | 0.008              | 0.01               |

*Nota.* D. E.: Desviación Estándar. N; Newton. mJ: milijouls. %CV: Coeficiente de Variación. T3: 15% Harina de chaya.

## Análisis de Textura y Proteína de Chips con Sustitución de Harina de Chaya

Se le realizaron análisis de textura y proteína a los chips con sustitución parcial de 6% harina de chaya, por ser el que mostró la mayor aceptación por parte de los panelistas.

### **Análisis de Proteína**

Las proteínas son moléculas grandes y complejas que desempeñan muchas funciones de importancia en el cuerpo, principalmente en las células, estas son necesarias para la estructura, función y regulación de los tejidos y órganos en el cuerpo, están formadas por aminoácidos, los cuales están unidos entre si formando largas cadenas, entre sus funciones está el de anticuerpo que ayuda a proteger el cuerpo de virus y bacterias, de enzimas llevando a cabo casi la totalidad de las reacciones químicas que tienen lugar en las células (Medline Plus, 2021). En el Cuadro 13 se observa que el aporte de proteína que se estimó en el chip con sustitución del 6% con harina de chaya fue de 6.67%. De igual manera en la comparación con la etiqueta teórica realizada para la formulación testigo se registró un aumento de un 3,235% de proteína con el 6% de sustitución de harina de chaya en el chip. Presentando un 13.34% del valor diario, considerándose “fuente de proteína” de acuerdo con el

Reglamento técnico centroamericano de etiquetado nutricional, debido a que contiene no menos de 10% del valor diario por 100 g. Este chip con 6% de sustitución se declara “fuente de proteína” en 100 gramos, más, sin embargo, en porción no alcanza los valores para fuente.

### Cuadro 13

*Resultados de análisis de proteína a 100 g del chip con 6% Harina de chaya.*

| Tratamiento             | Media (%)±DE |
|-------------------------|--------------|
| T2 (6% Harina de chaya) | 6.67±0.18    |
| %CV                     | 0.02         |

*Nota.* DE: Desviación Estándar. %CV: Coeficiente de variación. %: Porcentaje. T2: 6% Harina de chaya.

### **Análisis de Textura**

La textura está definida como el conjunto de propiedades físicas que dependen de las estructuras macro y microscópicas del alimento, que se detectan al tacto por las manos o músculos bucales (Dahl, 2020). Se entiende por dureza, que es la fuerza necesaria para morder o cortar el alimento, en cuanto a masticabilidad, se mide como la energía necesaria para masticar un alimento sólido, y desintegrarlo hasta que está listo para ser tragado. En el Cuadro 14 se observan los resultados obtenidos en el análisis de textura, en relación con la dureza (N) y masticabilidad (mJ), del Tratamiento con sustitución de 6% harina de chaya, al ser el que mostró mayor aceptación, en el cual se obtuvo una dureza de 14.46 N y una masticabilidad de 1.67 mJ.

### Cuadro 14

*Resultados de análisis de textura de chip con 6% Harina de chaya.*

| Tratamiento             | Media (%)±DE |                    |
|-------------------------|--------------|--------------------|
|                         | Dureza(N)    | Masticabilidad(mJ) |
| T2 (6% Harina de chaya) | 14.46±0.08   | 1.67±0.01          |
| %CV                     | 0.006        | 0.0068             |

*Nota.* D. E.: Desviación Estándar. N; Newton. mJ: milijoules. %CV: Coeficiente de Variación. T2: 6% Harina de chaya.

### **Conclusiones**

La galleta con sustitución de 15% harina de chaya, y el chip con sustitución de 6% harina de chaya, fueron los que mostraron una mayor aceptación.

La sustitución de 15% harina de chaya en galletas y 6% en chips, mejoró la aceptación de la textura, al realizar una comparación con el testigo.

El sabor es el atributo que más influyó en la aceptación general de galletas y chips con sustitución parcial de harina de chaya.

En 100 g de la galleta con 15% de harina de chaya es considerada “buena fuente” de proteína y del chip con sustitución de 6% de harina de chaya considerado “fuente” de proteína de acuerdo con el RTCA 67.01.60:10.2012.

### **Recomendaciones**

Realizar un estudio completo de los componentes fisicoquímicos de la harina de chaya.

Implementar el uso de chaya en el desarrollo de nuevos productos como ser; en bebidas, jaleas, mermeladas y suplementos proteicos, para el aprovechamiento de sus aportes nutricionales.

Aumentar los valores de sustitución de la harina de chaya en galletas y chips, y evaluar la aceptación de los consumidores.

Determinar los costos de producción de la elaboración de harina de chaya en comparación con otras harinas en la industria.

## Referencias

- Anaya, J. y Aguirre, E. (2018). *Determinación De Procedimientos Para La Eliminación De Glucósidos Cianogénicos En La Hoja De Chaya (Cnidosculus Aconitifolius) De Las Variedades Mansa Y Picuda Para La Formulación De Chaya Deshidratada Y En Polvo Como Una Alternativa De Materia Prima En La Producción De Alimentos* [Tesis]. Universidad de El Salvador, El Salvador. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19238/1/Determinaci%C3%B3n%20de%20procedimientos%20para%20la%20eliminaci%C3%B3n%20de%20gluc%C3%B3sidos%20cianog%C3%A9nicos%20en%20la%20hoja%20de%20chaya%20%28Cnidosculus%20aconitifolius%29%20de%20las%20variedades...pdf>
- Avila Nava, A., Alarcón, S., Gómez, J., Corona, L., Gutierrez Solis, A. L., Lago, R., Márquez Mota y Claudia. (2022). *Development of a Functional Cookie Formulated with Chaya (Cnidosculus aconitifolius (Mill.) I.M. Johnst) and Amaranth (Amaranthus cruentus)* [Tesis]. Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico. <https://web.s.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=bb079359-401e-4f57-9eb1-5b8af0ba5b67%40redis>
- Bahena, L. (2023). Cada vez más consumidores están interesados en alimentos funcionales. *The Food Tech*. <https://thefoodtech.com/normatividad-y-certificaciones/cada-vez-mas-consumidores-estan-interesados-en-alimentos-funcionales/>
- Bartolón Roblero, Y. I. (2015). *“Calidad nutricional, sensorial y sanitaria de productos alimenticios obtenidos a base de harinas no convencionales, chaya (cnidosculus chayamansa) y pacaya (chamaedorea tepejilote)”* [Tesis]. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Mexico. <http://repositorio.digital.tuxtla.tecnm.mx:8080//xmlui/handle/123456789/1013>
- Bendaña, G. (2020). *La chaya. Valor nutritivo, cultivo, utilizacion*. [https://www.researchgate.net/publication/338902144\\_LA\\_CHAYA\\_VALOR\\_NUTRITIVO\\_CULTIVO\\_UTILIZACION](https://www.researchgate.net/publication/338902144_LA_CHAYA_VALOR_NUTRITIVO_CULTIVO_UTILIZACION)
- Centro Médico Quirúrgico de Enfermedades Digestivas. (2018). *La gran importancia de las proteínas en la alimentación*. Centro Médico Quirúrgico de Enfermedades Digestivas (CMED). [https://www.cmed.es/actualidad/la-gran-importancia-de-las-proteinas-en-la-alimentacion\\_614.html](https://www.cmed.es/actualidad/la-gran-importancia-de-las-proteinas-en-la-alimentacion_614.html)
- Cordon Bueso, G. (2013). *Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria*. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (Gustavo Cordero-Bueso, Ed). [https://www.researchgate.net/publication/262561546\\_APLICACION\\_DEL\\_ANALISIS\\_SENSORIAL\\_DE\\_LOS\\_ALIMENTOS\\_EN\\_LA\\_COCINA\\_Y\\_EN\\_LA\\_INDUSTRIA\\_ALIMENTARIA](https://www.researchgate.net/publication/262561546_APLICACION_DEL_ANALISIS_SENSORIAL_DE_LOS_ALIMENTOS_EN_LA_COCINA_Y_EN_LA_INDUSTRIA_ALIMENTARIA)  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3548.4003>
- Cordon Leon, C. A. (2022). *Desarrollo de pan molde integral con sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de Hierba Mora (Solanum Americanum)* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/1b1543fd-032a-444e-a050-1b070e8c5d48/content>
- Dahl, W. (2020). *Modificación de la textura de los alimentos para el adulto mayor*. University of Florida. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FS183>

- Diccionario de Gastronomía. (2023). *Galleta*. Diccionario de Gastronomía. <https://diccionariodegastronomia.com/word/galleta/>
- The Food Tech (2021). Esta es la importancia del color en los alimentos para la calidad alimentaria. *The Food Tech*. <https://thefoodtech.com/tecnologia-de-los-alimentos/esta-es-la-importancia-del-color-en-los-alimentos-para-la-calidad-alimentaria/>
- Fortune Business Insights. (2020). *Healthy Snacks Market Size, Global Share, Industry Growth, 2030: The global healthy snacks market size was valued at \$78.13 Bn in 2019 & is projected to reach \$108.11 Bn by 2027, with a CAGR of 4.2% during the forecast period... Read More at:-* <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/healthy-snacks-market-101454>. <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/healthy-snacks-market-101454>
- García, G. (2020). El aroma, la inspiración de los saboristas. *The Food Tech*. <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/el-aroma-la-inspiracion-de-los-saboristas/>
- Grand View Research. (2023). *Healthy Snacks Market Size & Share Analysis Report, 2030*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/healthy-snack-market>
- Gupta, M., Bawa, A. S. y Abu-Ghannam, N. (2011). Effect of barley flour and freeze–thaw cycles on textural nutritional and functional properties of cookies. *Food and Bioprocess Technology*, 4(4), 520–527. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2010.07.005>
- Hutasingsh, N., Tubtimrattana, A., Pongpamorn, P., Pewlong, P., Paemanee, A., Tansrisawas, N., Siripatrawan, U. y Sirikantaramas, S. (2023). *Unraveling the Effect of Drying Techniques on Chaya Leaves: Metabolomics Analysis of Volatile and Nonvolatile Metabolites, Umami Taste, and Antioxidant Capacity*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4503399>
- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. (2022). *Alimentos Fortificados*. INCAP. <https://www.incap.int/index.php/es/alimentos-fortificados4>
- Jiménez, M. J., Margalef, M. I. y Marrupe, Silvia Mónica Jimémez Marta Julia, Dip. Margalef María Isabel, Lic. Marrupe Silvia Mónica. (2017). *Formulación y caracterización sensorial de bizcochos artesanales saludables* (35ª ed., Vol. 158). [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-73372017000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372017000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Juarez, G. (2001). *Análisis de la hoja de chaya para desarrollar el producto “Hoja de chaya enlatada en salmuera”* [Tesis]. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. <https://repositorio.uvg.edu.gt/xmlui/bitstream/handle/123456789/146/Ju%C3%A1rez%20Gil,%20Flor%20de%20Mar%C3%ADa.PDF?sequence=1>
- Maldo, A. P. y Conti Silva, A. C. (2014). Texture profile and correlation between sensory and instrumental analyses on extruded snacks. *ScienceDirect*, 121, 9–14. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877413004111>
- Mancebo, C. M., Picón, J. y Gómez, M. (2015). Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar-snap cookies. *LWT - Food Science and Technology*, 64(1), 264–269. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.05.057>
- Medina, U., Millán, C., Arana Victor y Segura Campos, M. (2019). Actividad antioxidante y antiinflamatoria in vitro de extractos de chaya (*Cnidocolus acontifolius* (Mill.) I.M. Johnst.

- Nutrición Hospitalaria*, 37(1), 1699–5198.  
[https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112020000100008](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112020000100008)
- Medline Plus. (2021). *What are proteins and what do they do?* National Library of Medicine.  
<https://medlineplus.gov/genetics/understanding/howgeneswork/protein/>
- Mena Linares, Y., González Mosquera, D. M., Valido Díaz, A., Pizarro, A., Castillo, O. y Escobar, R. (2016). Estudio fitoquímico de extractos de hojas de *Cnidocolus chayamansa* Mc Vaugh (Chaya). *Revista Cubana De Plantas Medicinales*, 21(4), 1028–4796.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962016000400003&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962016000400003&script=sci_arttext)
- Ministerio de salud del Perú (MINSA) (2008). *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.* (Norma Sanitaria, 591-2008).  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/Proy\\_RM615-2003.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Proy_RM615-2003.pdf)
- Mordor Intelligence. (2023). *Informe de mercado de barras energéticas, tamaño, participación, crecimiento y tendencias (2023-28).* Mordor Intelligence.  
<https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/united-kingdom-energy-bar-market>
- Olesia, S. (2023). *La importancia del sabor en el desarrollo de los productos.* International Taste Institute.  
<https://www.taste-institute.com/es/resources/blog/importance-of-taste-in-product-development>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). *Nutrición internacional y problemas alimentarios mundiales en perspectiva.*  
<https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s05.htm#bm05.1x>.
- Picallo, A. (2009). El imperio de los sentidos(46).  
[http://repositorioubi.sisbi.uba.ar/gsd/collect/encruce/index/assoc/HWA\\_257.dir/257.PDF](http://repositorioubi.sisbi.uba.ar/gsd/collect/encruce/index/assoc/HWA_257.dir/257.PDF)
- Posada, K. (2020). *Actividad antioxidante in vitro de extractos etanólicos de Cnidocolus Chayamansa* [Tesis, Instituto Tecnológico Superior De la Región Sierra, Mexico]. RIS.  
<http://rinacional.tecnm.mx/handle/tecnm/3057>
- Real Academia Española. (2022). *Harina.* Real Academia Española (RAE). <https://dle.rae.es/harina>
- Romero, C. (2023). *Los colores de los alimentos.* Unilever Food Solutions.  
<https://www.unileverfoodsolutions.com.mx/tendencias/luchemos-juntos-contra-el-coronavirus/los-colores-de-los-alimentos-.html>
- Ruiz, S., Ruiz Velázquez, J. A., Hernández, J. A., García Jiménez, R. y Valadez Villareal, A. (2019). Extracción y cuantificación de clorofila en hojas comestibles del estado de Tabasco. *Investigación Y Desarrollo En Ciencias Y Tecnología De Alimentos*, 4.  
<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/10/126.pdf>
- Soler Martínez, N., Castillo Ruíz, O., Rodríguez Castillejos, G., Perales Torres, A. y González Pérez, A. (2023). Análisis proximal, de textura y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol. *Archivos Latinoamericanos De Nutrición*, 67(3), 2309–5806.  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222017000400227&script=sci\\_arttext](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222017000400227&script=sci_arttext)
- Spell Morales, L. (2022). *Preparación y caracterización química y nutricional de la proteína foliar de la chaya* [Tesis, Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala]. repositorio.uvg.edu.gt.

<https://repositorio.uvg.edu.gt/static/flowpaper/template.html?path=/bitstream/handle/123456789/429/Tesis%20Luc%c3%ada%20Spell%20-%20Chaya.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. (2014). *Análisis sensorial* [Artículo]. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Mexico. [https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial\\_final.pdf](https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial_final.pdf)

Valenzuela Soto, R., Morales Rubio, M. E., Verde Star, M. J., Oranday Cárdenas, A., Preciado-Rangel, P., González, J. A. y Esparza-Rivera, J. R. (2015). Cnidoscolus chayamansa hidropónica orgánica y su capacidad hipoglucemiante, calidad nutraceutica y toxicidad. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 6(4), 815–825. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263138102012.pdf>.

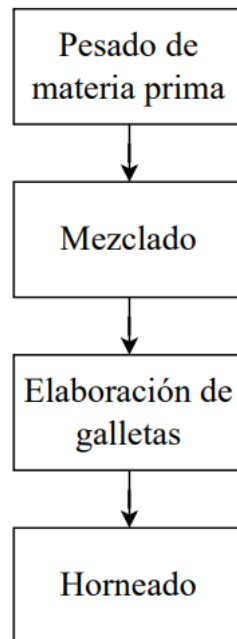
**Anexos**

**Anexo A**

*Escala hedónica de 9 puntos*

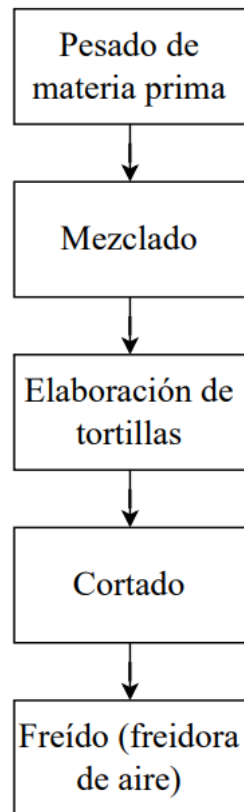
| 1                                    | 2                       | 3                                   | 4                      | 5                                   | 6                   | 7                                | 8                    | 9                              |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| Me<br>disgusta<br>extremada<br>mente | Me<br>disgusta<br>mucho | Me<br>disgusta<br>moderada<br>mente | Me<br>disgusta<br>poco | Ni me<br>disgusta<br>ni me<br>gusta | Me<br>gusta<br>poco | Me<br>gusta<br>moderada<br>mente | Me<br>gusta<br>mucho | Me gusta<br>extremada<br>mente |

**Anexo B***Flujo de proceso de elaboración de harina de chaya*

**Anexo C***Flujo de proceso de elaboración de galletas*

**Anexo D**

*Flujo de proceso de elaboración de chips de harina de maíz*



## Anexo E

Hoja de evaluación sensorial de chips de harina de maíz.

### Boleta de Evaluación Sensorial

**Prueba de aceptación de chips de harina de maíz (*Zea mays*), con sustitución parcial de harina de chaya (*Cnidioscolus aconitifolius*)**

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

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

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

**Instrucciones:** Frente a usted se encuentran cuatro muestras de chips. Por favor, pruebe cada una de las muestras presentadas, en orden de izquierda a derecha. Antes y después de probar cada muestra debe comer un pedazo de galleta soda y tomar agua con la finalidad de limpiar su paladar. Posteriormente, indique el grado de aceptación en cuanto a los atributos presentados, guiándose con *cuadro No. 1*. Anote los resultados percibidos en el *cuadro No.2* apuntando el código de cada una de las muestras.

#### Cuadro No. 1. Escala hedónica de 9 puntos.

| 1                          | 2                 | 3                         | 4                       | 5                          | 6                    | 7                      | 8              | 9                       |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------|----------------|-------------------------|
| Me disgusta extremadamente | Me disgusta mucho | Me disgusta moderadamente | Me disgusta ligeramente | Ni me gusta ni me disgusta | Me gusta ligeramente | Me gusta moderadamente | Me gusta mucho | Me gusta extremadamente |

#### Cuadro No. 2

| # Muestra | Apariencia | Color | Olor | Sabor | Textura | Aceptación general |
|-----------|------------|-------|------|-------|---------|--------------------|
| 353       |            |       |      |       |         |                    |
| 682       |            |       |      |       |         |                    |
| 417       |            |       |      |       |         |                    |
| 936       |            |       |      |       |         |                    |

**Comentarios:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

A continuación, enumere las muestras en orden de preferencia, siendo 1 la muestra más preferida y 4 la menos preferida.

**Código**

**Rango asignado**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Comentarios:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN.**

## Anexo F

### Hoja de sensorial de galletas de harina de trigo.

#### Boleta de Evaluación Sensorial

#### Prueba de aceptación de galletas de harina de trigo (*Triticum*), con sustitución parcial de harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*)

Nacionalidad: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Frente a usted se encuentran cuatro muestras de galletas. Por favor, pruebe cada una de las muestras presentadas, en orden de izquierda a derecha. Antes y después de probar cada muestra debe comer un pedazo de galleta soda y tomar agua con la finalidad de limpiar su paladar. Posteriormente, indique el grado de aceptación en cuanto a los atributos presentados, guiándose con *cuadro No. 1*. Anote los resultados percibidos en el *cuadro No.2* apuntando el código de cada una de las muestras.

#### Cuadro No. 1. Escala hedónica de 9 puntos.

| 1                          | 2                 | 3                         | 4                       | 5                          | 6                    | 7                      | 8              | 9                       |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------|----------------|-------------------------|
| Me disgusta extremadamente | Me disgusta mucho | Me disgusta moderadamente | Me disgusta ligeramente | Ni me gusta ni me disgusta | Me gusta ligeramente | Me gusta moderadamente | Me gusta mucho | Me gusta extremadamente |

#### Cuadro No. 2

| # Muestra | Apariencia | Color | Olor | Sabor | Textura | Aceptación general |
|-----------|------------|-------|------|-------|---------|--------------------|
|           |            |       |      |       |         |                    |
|           |            |       |      |       |         |                    |
|           |            |       |      |       |         |                    |

#### Comentarios:

\_\_\_\_\_

A continuación, enumere las muestras en orden de preferencia, siendo 1 la muestra más preferida y 4 la menos preferida.

**Código**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Rango asignado**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Comentarios: \_\_\_\_\_

**GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN.**

**Anexo G**

*Contenido de proteína de galleta testigo teórico.*

| <i>Componente</i>   | <i>Base 100 gramos</i> | <i>Cantidad por porción</i> | <i>%VD</i> |
|---------------------|------------------------|-----------------------------|------------|
| <i>Proteína (g)</i> | 6                      | 1                           | 3          |

**Anexo H***Contenido de proteína de chip testigo teórico*

| <i>Componente</i>   | <i>Base 100 gramos</i> | <i>Cantidad por porción</i> | <i>%VD</i> |
|---------------------|------------------------|-----------------------------|------------|
| <i>Proteína (g)</i> | 0.2                    | Menos de 1 gr               | 0          |