

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**Aprovechamiento de subproductos de la industria de palmito y sambo para elaboración de galletas libres de gluten y bajas en calorías**

**Martina Burneo Cordovez**

**Ingeniería en Alimentos**

**Trabajo de fin de carrera presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniería en Alimentos**

**Quito, 10 de diciembre de 2024**

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**HOJA DE CALIFICACIÓN**

**DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Aprovechamiento de subproductos de la industria de palmito y sambo para  
elaboración de galletas libres de gluten y bajas en calorías**

**Martina Burneo Cordovez**

**Nombre del profesor, Título académico.      María José Andrade Cuvi, Ph.D.**

**Quito, 10 de diciembre de 2024**

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Martina Burneo Cordovez

Código: 00320702

Cédula de identidad: 1724729452

Lugar y fecha: Quito, 10 de diciembre de 2024

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

## RESUMEN

El aprovechamiento de subproductos de la agroindustria es una estrategia sostenible que permite reducir el impacto ambiental y generar productos de alto valor agregado. El objetivo de este trabajo fue desarrollar galletas libres de gluten utilizando harina de palmito y pasta de semillas de sambo como sustitutos de la harina de avena y la grasa láctea, respectivamente. La metodología incluyó la aplicación de la superficie de respuesta con un diseño central compuesto factorial  $2^2$ , donde se evaluaron los efectos individuales y combinados de los ingredientes sobre variables dependientes como fuerza, dureza, gomosidad, humedad y color. Además, se determinó la composición química y aceptabilidad sensorial siguiendo métodos estandarizados. La formulación optimizada alcanzó una deseabilidad de 0,7, con un 19,47% de harina de palmito (respecto al total de harinas) y 40,70% de pasta de semillas de sambo (respecto al total de grasas). Se obtuvo un producto con 14% de proteína y 30% de grasa, además presentó textura equilibrada y aceptabilidad sensorial moderadamente positiva (7,17/9); el sabor y olor fueron los mejor calificados, mientras que el color presentó puntuaciones más bajas debido a tonalidades verdosas atribuibles a la pasta de semilla de sambo. Se observó que la interacción entre los ingredientes influyó significativamente en las propiedades texturales de las galletas, destacando la importancia de optimizar la formulación para mejorar la aceptación global. En conclusión, el uso de subproductos agroindustriales como harina de palmito y pasta de semillas de sambo es una alternativa viable para la elaboración de galletas funcionales y sostenibles. Sin embargo, son necesarios estudios adicionales para evaluar aspectos como el perfil de aminoácidos, ácidos grasos, minerales y análisis sensorial avanzado, con el fin de potenciar las características del producto y mejorar su aceptación en el mercado.

**Palabras clave:** subproductos, harina de palmito, semillas sambo, libre de gluten, galletas funcionales

## ABSTRACT

Use of agro-industrial by-products is a sustainable strategy that helps reduce environmental impact and generate high-value-added food products. The aim was to develop gluten-free cookies using palm heart flour and sambo seed paste as substitutes for oat flour and dairy fat, respectively. Response surface methodology applied with a factorial  $2^2$  central composite design was used to evaluate individual and combined effects of the ingredients on dependent variables (strength, hardness, gumminess, moisture, and color). Additionally, the chemical composition and sensory acceptability were determined using standardized methods. The optimized formulation achieved a desirability of 0.7, with 19.47% palm heart flour and 40.70% sambo seed paste. The resulting product showed 14% protein and 30% fat, featuring a balanced texture and moderately positive sensory acceptability (7.17/9). Flavor and aroma were the highest-rated attributes, while color received lower scores due to greenish tones attributed to the sambo seed paste. It was observed that the interaction between ingredients significantly influenced the textural properties of the cookies, highlighting the need to optimize the formulation to improve global acceptability. In conclusion, the use of agro-industrial by-products such as palm heart flour and sambo seed paste is a viable alternative for the production of functional and sustainable cookies. However, further studies are required to evaluate aspects such as amino acid and fatty acid profiles and advanced sensory analysis to enhance the product's characteristics and market acceptance.

**Key words:** By-products, Palm heart flour, sambo seeds, gluten-free, functional cookies

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1. Materias primas</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2. Elaboración y caracterización de harina de palmito</b> .....	<b>16</b>
2.2.1. Rendimiento de obtención de harina de palmito. ....	16
2.2.2. Capacidad de retención de agua (CRA). ....	17
2.2.3. Composición nutricional de harina de palmito. ....	17
<b>2.3. Elaboración de pasta de semilla de sambo</b> .....	<b>17</b>
<b>2.4. Elaboración de las galletas</b> .....	<b>17</b>
<b>2.5. Diseño experimental</b> .....	<b>19</b>
2.5.1. Análisis de variables de respuesta. ....	20
<b>2.6. Análisis estadístico y optimización numérica</b> .....	<b>21</b>
2.6.1. Análisis multivariable. ....	22
2.6.2. Caracterización físicoquímica de la formulación óptima. ....	22
<b>2.7. Análisis sensorial</b> .....	<b>22</b>
<b>2.8. Diseño y presentación del prototipo</b> .....	<b>23</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1. Elaboración y caracterización de harina de palmito</b> .....	<b>24</b>
3.1.1. Rendimiento de obtención de harina de palmito. ....	24
3.1.2. Capacidad de retención de agua (CRA). ....	25
3.1.3. Composición nutricional de harina de palmito. ....	26
<b>3.2. Efectos en la calidad de galleta (Análisis de variables de respuesta)</b> .....	<b>27</b>
<b>3.3. Análisis estadístico y optimización numérica</b> .....	<b>29</b>
3.3.1. Análisis multivariable. ....	30
3.3.2. Caracterización físicoquímica de la formulación óptima. ....	33
<b>3.4. Análisis sensorial</b> .....	<b>38</b>
<b>3.5. Diseño y presentación del prototipo</b> .....	<b>40</b>
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	<b>43</b>
<b>5. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>44</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>45</b>
<i>Anexo A. Consentimiento informado para evaluación sensorial</i> .....	<b>50</b>
<i>Anexo B: Formulario evaluación sensorial</i> .....	<b>51</b>
<i>Anexo C: Requisitos bromatológicos para galletas según Norma INEN 2 085:2005</i> .....	<b>52</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Formulación base de galletas de harina de palmito y semillas de sambo .....	18
<b>Tabla 2.</b> Diseño experimental de DCC .....	20
<b>Tabla 3.</b> Capacidad de retención de agua de harina de avena y harina de palmito .....	25
<b>Tabla 4.</b> Composición nutricional de harina de plamito .....	26
<b>Tabla 5.</b> Variables utilizadas para modelo de superficie de respuesta.....	28
<b>Tabla 6.</b> Formulación óptima de galletas de palmito y pasta de semillas de sambo .....	33
<b>Tabla 7.</b> Caracterización del producto final .....	36
<b>Tabla 8.</b> Aceptabilidad sensorial de la formulación optima.....	39
<b>Tabla 9.</b> Etiqueta nutricional para galleta formulada .....	40
<b>Tabla 10.</b> Semáforo nutricional para galletas formuladas.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Proceso de elaboración de galletas moldeadas tipo II .....	19
<b>Figura 2.</b> Efecto de los factores en las variables de textura: a) fuerza, b) dureza, c) gomosidad y d) masticabilidad .....	29
<b>Figura 3.</b> Gráfica de superficie de respuesta multivariable.....	31
<b>Figura 4.</b> Contornos de la superficie de respuesta multivariable .....	32
<b>Figura 5.</b> Diseño de empaque .....	42

## 1. INTRODUCCIÓN

La industria de alimentos es responsable de generar una cantidad considerable de desperdicios tanto en la producción como a lo largo de la cadena de distribución. Se estima que aproximadamente un tercio de los alimentos producidos no se utiliza y se considera desecho, dejando un impacto ecológico y medioambiental significativo (Naikare, 2019). En la industria, muchos de estos desechos pueden ser reducidos, ya que son subproductos con potencial aprovechamiento por su aporte nutricional pudiendo utilizarse como materia prima en procesos posteriores (Martins et al., 2017). Desde hace varias décadas se ha estudiado el uso de subproductos de alimentos para el desarrollo de nuevos productos. Por ejemplo, en un estudio de Pérez-Rocha et al. (2015) se aprovecharon las semillas de la guayaba (subproductos) por su alto contenido de proteína, se obtuvo un aislado proteico que fue utilizado para fortificar pan blanco, generando un producto con buenas propiedades organolépticas, y alto aporte nutricional. Otro ejemplo es el uso de orujo de uva, un subproducto generado en altas cantidades por la industria del vino; Ortega-Hereas et al. (2019) utilizaron el orujo para aportar valor nutritivo a pastelillos, aprovechando el contenido de compuestos bioactivos como antioxidantes además de fibra alimentaria. Este tipo de investigaciones constituye una alternativa para el uso de subproductos de la industria de frutas y hortalizas y su potencial aplicación en productos panificados como panes, pasteles y galletas.

El mercado de la galletería ha evolucionado de ser una actividad artesanal a una industria con presencia global. Las galletas tienen características fisicoquímicas que les permite ser un producto conveniente; están listas para el consumo y son un vehículo eficaz de nutrientes y componentes funcionales. Su baja actividad de agua inhibe el crecimiento de microorganismos, lo que contribuye a su vida útil. Además, existe una gran versatilidad en el mercado incluyendo

formulaciones saladas y dulces, consumidas por personas de todas las edades, niveles económicos y contextos sociales (Arepally et al., 2020).

La formulación tradicional de galletas incluye tres elementos principales: harina de trigo, grasas y azúcar. Cada uno de estos ingredientes desempeña un papel crucial en las transformaciones físicas y bioquímicas de la masa que ocurren durante el horneado. Estas transformaciones incluyen la evaporación del agua, desnaturalización de proteínas, gelatinización parcial del almidón, reacción de Maillard y otras que permiten la textura y sabor deseados por los consumidores (Arepally et al., 2020). Sin embargo, como respuesta a las tendencias actuales de salud y bienestar, se ha comenzado a experimentar con la adición de ingredientes que aportan beneficios nutricionales, cumpliendo con las expectativas de los consumidores más conscientes. Por ello, la industria galletera ha optado por modificar las formulaciones tradicionales y explorar el uso de materias primas innovadoras para crear productos más saludables y funcionales.

La sustitución de harina de trigo ha sido uno de los principales retos al ser el ingrediente principal de las formulaciones de galletas. Siendo una fuente de carbohidratos complejos que aporta al índice de obesidad especialmente en niños, y también es una fuente de gluten; por ello muchos consumidores buscan eliminarla de su dieta (Arepally et al., 2020). El gluten es una masa viscoelástica que se genera cuando las proteínas prolamina y glutenina (presentes en la harina de trigo y en menor cantidad en cebada y centeno) son sometidas simultáneamente a humedad y fuerza mecánica, resultando en un hinchamiento de la estructura de aminoácidos formando una red que atrapa el aire (Šmídová & Rysová, 2022). Aunque la formación de gluten en galletas es baja, su presencia influye en la textura y en las características sensoriales del producto. Sin embargo, existe un segmento de consumidores que no toleran el gluten, padeciendo trastornos como la enfermedad celíaca, la dermatitis herpetiforme (enfermedad cutánea relacionada) o

sensibilidad al gluten. Aproximadamente el 1% de la población mundial sufre de alguna de estas afecciones (Šmídová & Rysová, 2022). Por lo tanto, la búsqueda de formulaciones con harinas poco convencionales es fundamental para satisfacer este mercado.

Se han realizado varios estudios sobre la sustitución de harinas libres de gluten en formulaciones de galletas, incluyendo el uso de harinas de múltiples granos, arroz, mijo, guandul, avena, soya, yuca, amaranto y otras materias primas que también son ricas en proteínas, minerales y fibra (Arepally et al., 2020). Un ejemplo es el estudio elaborado por De Oliveira et al. (2021), que investigó la calidad química y microbiológica de galletas con sustitución parcial de harina de trigo utilizando harina de yuca, (una materia prima libre de gluten y de gran accesibilidad en Brasil). Esta sustitución es viable para ser utilizada en galletería, encontrando un mayor contenido de cenizas en comparación con galletas elaboradas con 100% de harina de trigo, lo que indica un mayor aporte de minerales como hierro, calcio, potasio, magnesio; y además es una alternativa de uso para la yuca favoreciendo la economía local.

En este sentido, la harina de palmito (*Archontophoenix alexandrae*) es una opción prometedora para reemplazar la harina de trigo en formulaciones de galletas. En Ecuador existen aproximadamente 15 358 hectáreas cultivadas de palmito y en los últimos seis años el porcentaje de incremento de hectáreas cultivadas ha sido del 90,11%, convirtiendo al Ecuador en uno de los mayores exportadores de palmito en el mundo (Álvarez, 2014). Generalmente el palmito se comercializa como partes cortadas del tallo; sin embargo, hay cortes que no cumplen con las características de calidad para ser enlatados y son desechados (De Simas et al., 2009). Normalmente estos desechos son destinados a alimentación animal (ganado vacuno). El aporte nutricional del palmito es significativo, con un alto contenido de fibra (38,8%), además de ácidos grasos como el palmítico, oleico, linoleico y vitamina E, presenta actividad antioxidante por su

contenido de glicoflavonas (Vallilo et al., 2004). Por lo tanto, las partes no aprovechadas en su procesamiento pueden utilizarse para la elaboración de polvo o harina y su aprovechamiento en galletería puede ser beneficioso tanto para reducir el impacto ecológico como para ofrecer a los consumidores un producto con mejor contenido nutricional.

Otro componente clave en la formulación de galletas es la grasa, que contribuye a la textura del producto al evitar una formación completa del gluten, generando así una sensación de suavidad. La grasa también cubre las partículas de harina, impidiendo la difusión del CO<sub>2</sub> dentro de la estructura y brindando friabilidad (textura “desmenuzable”) (Davidson, 2016). Sin embargo, un consumo elevado de grasas saturadas puede causar alteraciones en el sistema cardiovascular, como enfermedades coronarias, aumento de colesterol, además de obesidad (Sudha et al., 2006). Generalmente la mantequilla es la grasa utilizada en formulaciones de galletas; su alto contenido de ácidos grasos saturados está directamente relacionado con el aumento en los niveles de colesterol LDL. Este tipo de colesterol aporta al desarrollo de enfermedades como hipertensión o aterosclerosis (Sudha et al., 2006). Por esta razón, se busca sustituir la mantequilla por grasas insaturadas de origen vegetal. No obstante, el uso de margarinas tampoco representa una alternativa saludable, ya que suelen derivar de grasas hidrogenadas que contienen isómeros trans los cuales también están asociados con enfermedades cardiovasculares (Ivkova et al., 2020). Se ha investigado el uso de sustitutos de grasa en galletas obteniendo productos con buena aceptabilidad; por ejemplo Bolaños et al. (2023) utilizaron puré de aguacate como fuente de grasa como reemplazo de mantequilla, logrando reducir las grasas saturadas y la densidad calórica del producto final y obteniendo buena aceptabilidad sensorial. Otra alternativa es el uso de frutos secos como fuente de grasa, que pueden enriquecer el contenido nutricional del producto sin sacrificar su textura. En Ecuador los frutos secos de mayor consumo son: maní, nuez, almendra y semillas de

girasol, generalmente son consumidos con granola, chocolates o a manera de snack (Guerra & Pacheco, 2017). Desde hace varios años se fomentó el consumo de semillas de sambo, aunque su producción y comercialización se mantiene prácticamente a nivel artesanal (Sánchez-Estrada, 2020).

El sambo (*Cucurbita ficifolia* L.) es una planta rastrera que se adapta a una amplia variedad de climas y altitudes, facilitando su cultivo en diversas regiones. Su fruto posee una larga vida útil gracias a su resistente cáscara y puede utilizarse tanto en preparaciones dulces como saladas, lo que le otorga una gran versatilidad (Carrillo et al., 2018). Como subproducto se obtienen las semillas que en los últimos años se introdujeron en el mercado ecuatoriano como parte de la mezcla de frutos secos y semillas. Estas han sido tradicionalmente utilizadas en las provincias de la sierra ecuatoriana, normalmente tostadas y molidas para consumo directo o para la elaboración del “ají de pepa de sambo”.

Las semillas de sambo son una opción prometedora para mejorar el perfil nutricional de productos como galletas, debido a su alto contenido en ácidos grasos saludables. Aproximadamente el 80,65% de sus ácidos grasos son insaturados, entre los que se incluyen el oleico, linoleico y gadoleico, mientras que solo el 19,35% son saturados, como el palmítico y el esteárico. Estos ácidos grasos insaturados ofrecen beneficios para la salud cardiovascular y pueden ayudar a reducir el riesgo de enfermedades crónicas (Carrillo et al., 2018). Adicionalmente, son ricas en fitosteroles, proteínas, ácidos grasos poliinsaturados, vitaminas, antioxidantes, carotenoides y tocoferoles, lo que las convierte en una fuente importante de nutrientes esenciales. Diversos estudios han demostrado que este perfil nutricional está relacionado con efectos antidiabéticos, antiinflamatorios, antioxidantes, antimicrobianos e incluso anticancerígenos (Carrillo et al., 2018).

El objetivo de este proyecto fue desarrollar una galleta libre de gluten y baja en calorías, con el aprovechamiento de subproductos de la industria de palmito y sambo. Además, se determinó la concentración óptima de subproductos de sambo y palmito en la formulación de galletas utilizando la metodología de superficie de respuesta, optimizando sus características de calidad. Posteriormente, se evaluó la aceptabilidad de las formulación a través de un análisis sensorial, y se caracterizó su calidad bromatológica.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Materias primas

Palmito fresco de desecho fue obtenido de una empresa enlatadora local (Puembo, Ecuador) que cosecha esta materia prima en el noroccidente de la provincia de Pichincha a partir de palmeras perennes de la variedad *Archontophoenix alexandrae*. Los desechos incluyen partes de la manzana del tallo que no son aprovechables para enlatar debido a sus cortes irregulares. Las semillas de sambo secadas y tostadas (marca Nature Hearts) fueron obtenidas en el mercado local. El resto de los componentes de la formulación que incluye hojuelas de avena, mantequilla láctea, huevos, eritritol (edulcorante), cacao en polvo, chispas de chocolate y esencia de vainilla fueron adquiridos en mercados locales (Quito, Ecuador).

### 2.2. Elaboración y caracterización de harina de palmito

Se seleccionaron las partes aprovechables de los desechos de palmito recibidos y se lavaron con agua potable para eliminar impurezas. Se cortaron en rodajas con un espesor aproximado de 5 mm y se colocaron en un horno de deshidratación donde se mantuvieron durante 15 horas a 60°C. Una vez secos se molieron utilizando un molino pulverizador (modelo PRO01635). Se obtuvo un polvo fino que fue tamizado, envasado herméticamente y protegido de la luz hasta el momento de su uso.

#### 2.2.1. Rendimiento de obtención de harina de palmito.

Se calculó la proporción de harina obtenida respecto al peso inicial de palmito previo al secado utilizando la Ecuación 1. El resultado se expresó en porcentaje.

$$\text{Rendimiento } [\%] = \frac{\text{Harina obtenida } [g]}{\text{Palmito fresco } [g]} * 100\% \quad [\text{Ecuación 1}]$$

### 2.2.2. Capacidad de retención de agua (CRA).

Se calculó la capacidad de retención de agua siguiendo la metodología de Fernández (2017): en probetas de 25 ml se añadió 20 ml de agua destilada y 2 g de harina de cada una de las muestras (por triplicado). Se dejó reposar durante 24 horas. Tras desechar el exceso de agua se pesó el producto de harina hidratada. Se obtiene el valor de CRA con la Ecuación 2:

$$CRA = \frac{\text{peso harina hidratada [g]}}{\text{peso harina seca [g]}} \quad \text{[Ecuación 2]}$$

### 2.2.3. Composición nutricional de harina de palmito.

Con el objetivo de conocer sus características fisicoquímicas y de calidad se llevaron a cabo los siguientes análisis: humedad (AOAC 930.15), cenizas (AOAC 945.38), proteínas (AOAC 955.04), grasas (AOAC 920.39C), carbohidratos totales (por diferencia) y fibra cruda (AOAC 991.43).

## 2.3. Elaboración de pasta de semilla de sambo

Las semillas de sambo secas y tostadas se trituraron con un molino pulverizador de granos modelo PRO01635 hasta obtener un polvo fino. Posteriormente se añadieron 10 ml de aceite vegetal de girasol por cada 25 gramos de polvo de semilla de sambo utilizando un procesador de alimentos (marca Black & Decker), la mezcla se homogenizó durante 45 segundos. La pasta se preparó inmediatamente antes de su uso, caso contrario se guardó en un envase hermético y se almacenó en oscuridad y protegida de la luz.

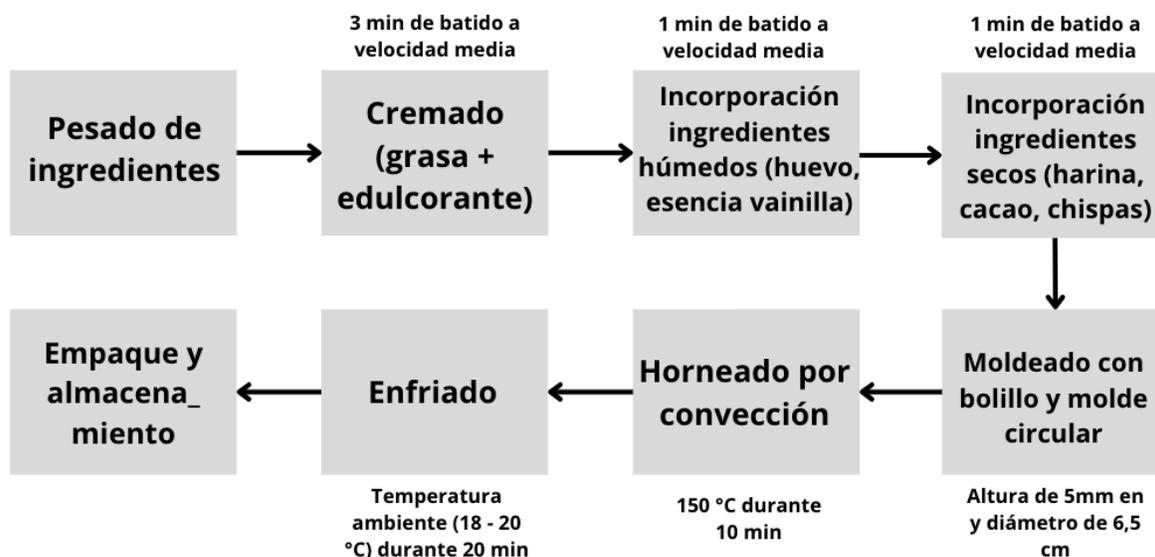
## 2.4. Elaboración de las galletas

Se elaboraron galletas moldeadas tipo II (galletas dulces) según la clasificación de la Norma INEN ecuatoriana (2005). La proporción de los ingredientes se detalla en la Tabla 1, en la que dentro de harinas se considera a la mezcla entre harina de avena y harina de palmito, y dentro de grasas a la mezcla entre mantequilla láctea y pasta de semilla de sambo. Los equipos e insumos utilizados en

el proceso fueron: balanza de precisión Mettler Toledo modelo PB3002-S para el pesado de ingredientes, batidora de mano eléctrica marca Daewoo para procesos de cremado e incorporación de ingredientes, bolillo de madera y molde circular (diámetro de 6,5 cm) para proceso de moldeado y horno eléctrico de convección para el horneado. Las galletas se enfriaron a temperatura ambiente y se almacenaron hasta su análisis. El proceso de elaboración de galletas siguió la metodología detallada en el diagrama de flujo de la Figura 1.

**Tabla 1.** *Formulación base de galletas de harina de palmito y semillas de sambo*

<b>Componente</b>	<b>%</b>	<b>[g]</b>
Harinas	29,66	50
Grasas	17,79	30
Eritritol	16,96	28,6
Huevos	16,01	27
Esencia de vainilla	0,59	1
Cacao en polvo	4,15	7
Chispas de chocolate	14,83	25
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>168,6</b>



**Figura 1.** Proceso de elaboración de galletas moldeadas tipo II

## 2.5. Diseño experimental

Se utilizó la metodología de superficie de respuesta aplicando un Diseño Central Compuesto (DCC) factorial  $2^2$ . La configuración del diseño se realizó utilizando el software Statgraphics Centurion 19. Los factores (variables independientes) que intervinieron en este modelo fueron: 1) el porcentaje de harina de palmito en reemplazo de harina de avena, y 2) el porcentaje de pasta de semilla de sambo en reemplazo de la mantequilla láctea; en ambos casos estableciendo un valor mínimo de 0% y un valor máximo del 100%. Se utilizó esta metodología para medir la influencia individual y conjunta de estos factores sobre las características de la galleta (variables dependientes): humedad, perfil de textura y color; y determinar el nivel de reemplazo óptimo para lograr un producto final con características organolépticas aceptables. Como parte del diseño experimental se incluyeron 12 corridas experimentales, entre ellas 4 factoriales, 4 axiales y 4 réplicas del punto central con el objetivo de asegurar la reproducibilidad del experimento y reducir el error experimental, el porcentaje de sustitución de cada uno de los factores en las corridas se

indica en Tabla 2. Las corridas fueron aleatorizadas para reducir el error experimental. El experimento se realizó por duplicado.

**Tabla 2.** *Diseño experimental de DCC*

Corrida	Niveles codificados		% Harina palmito (sustitución)	% Pasta semilla zambo (sustitución)
	Harina de palmito	Pasta semilla se sambo		
1	-1	-1	14,5	14,5
2	1	-1	85,5	14,5
3	-1	1	14,5	85,5
4	1	1	85,5	85,5
5	-1,4	0	0	50
6	1,4	0	100	50
7	0	-1,4	50	0
8	0	1,4	50	100
9*	0	0	50	50
10*	0	0	50	50
11*	0	0	50	50
12*	0	0	50	50

\*= puntos centrales

### 2.5.1. Análisis de variables de respuesta.

La humedad fue determinada mediante el uso de la termobalanza de secado por radiación infrarroja a una cantidad de 0,5 gramos de muestra de galleta fría triturada. Las propiedades de textura fueron determinadas mediante un análisis de perfil de textura (TPA) utilizando un texturómetro Lamy Rheology TX-700 con accesorio SMS P/2 de forma cilíndrica y diámetro de 2mm. El método de análisis fue programado con una velocidad de bajada de 2 mm/s y de subida de 1 mm/s, una

distancia de penetración de 5 mm, una fuerza de 0,5 N, y un intervalo de 5 segundos entre compresiones. A partir de las curvas obtenidas se obtuvieron valores de los siguientes parámetros de textura: fuerza mínima (N), dureza (N), cohesividad, elasticidad, gomosidad y masticabilidad. El análisis colorimétrico fue obtenido con el uso de un colorímetro Konica Minolta CR-400 Chroma Meter. Los parámetros de color registrados fueron: L\*, C\*, hue, a\* y b\*. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

## 2.6. Análisis estadístico y optimización numérica

Se utilizó el software Statgraphics Centurion 19 para analizar el efecto individual de cada uno de los factores (variables independientes) y sus interacciones sobre las variables dependientes de las galletas. Se realizó este análisis mediante gráficos de superficie tridimensionales con sus respectivos modelos polinómicos de segundo orden (Ecuación 3), según la metodología de Toumi et al. (2022).

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{12}X_1X_2 + \varepsilon \quad \text{[Ecuación 3]}$$

Donde Y es la variable prevista, X1 y X2 son los factores independientes (palmito y sambo), b0 es una constante, b1 y b2 son los efectos lineales, b11 y b22 son los efectos cuadráticos, b12 es el efecto de interacción y  $\varepsilon$  es el error experimental aleatorio.

Adicionalmente, se obtuvieron las tablas del ANOVA para verificar la significancia ( $p < 0,05$ ) de cada uno de los factores/interacciones del modelo para cada una de las variables que mostraron significancia para así asegurar la precisión y confiabilidad del modelo. Se seleccionaron las variables que influyeron significativamente sobre la calidad de las galletas según sus coeficientes  $R^2$  y  $R^2$  ajustado.

### **2.6.1. Análisis multivariable.**

Para la optimización de la formulación de la galleta se utilizó la herramienta de análisis de respuesta múltiple del Statgraphics. Los niveles óptimos de cada uno de los factores fue el resultado de la combinación de las ecuaciones de superficie de respuesta de las variables que mostraron efecto significativo y valores de  $R^2$  adecuados al modelo propuesto según la conveniencia óptima obtenida en el software. Además, se analizó el valor de deseabilidad de la formulación optimizada obtenido también en el software estadístico.

En la formulación óptima se determinó su aceptabilidad sensorial, composición proximal y valor energético. Finalmente, se diseñó un prototipo con su etiqueta nutricional y empaque.

### **2.6.2. Caracterización físicoquímica de la formulación óptima.**

Con el fin de conocer las características físicoquímicas del producto y desarrollado se realizaron los siguientes análisis:

- Humedad por método de secado por estufa (AOAC 930.15)
- Cenizas mediante incineración en horno (AOAC 945.38)
- Proteínas por método de Kjeldahl (AOAC 955.04)
- Grasas totales mediante extracción por solvente en Soxhlet (AOAC 920.39C)
- Carbohidratos totales mediante cálculo por diferencia
- Fibra cruda (AOAC 991.43)
- Sodio por el método de Mohr (AOAC 937.09)
- Azúcares totales mediante el método fenol-sulfúrico (AOAC 979.23)

## **2.7. Análisis sensorial**

Con el objetivo de determinar el grado de aceptación de la formulación optimizada por parte de los consumidores se utilizó una escala hedónica de 9 anclas (1 = me disgusta extremadamente y 9

= me gusta extremadamente) en la que se evaluaron los siguientes aspectos: color, olor, dureza, textura en boca, sabor y aceptación global. Se realizó la prueba a un total de 74 participantes hombres y mujeres de edades comprendidas entre 17 y 48 años, a los que se les presentó una muestra estandarizada de la formulación óptima de la galleta. A cada uno se presentó un formulario de consentimiento informado (Anexo 1) incluyendo todos los componentes del producto y posteriormente el formulario de la prueba (Anexo 2). Los resultados se expresaron como el promedio + desviación estándar en cada uno de los aspectos evaluados y de manera general.

## **2.8. Diseño y presentación del prototipo**

La presentación del prototipo se realizó y diseñando su etiqueta nutricional y etiqueta semáforo y seleccionando un empaque primario y secundario según las necesidades del producto. Se confirmó el cumplimiento de los requisitos bromatológicos de la normativa ecuatoriana para este tipo de productos según la Norma INEN (NTE INEN 2 085:2005) (Anexo 3). Finalmente se diseñó un empaque llamativo como prototipo tamaño real del producto.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. Elaboración y caracterización de harina de palmito**

##### **3.1.1. Rendimiento de obtención de harina de palmito.**

Se obtuvo un rendimiento del 9,30% en la producción de harina de palmito con respecto a su peso fresco. El rendimiento es relativamente bajo, no obstante, se debe considerar que el porcentaje de humedad del palmito fresco varía entre el 89,2% y el 90,2% (Cury et al., 2021). El secado de esta materia prima es altamente beneficioso, ya que al reducir su contenido de agua se inhibe el crecimiento de microorganismos responsables de la descomposición. Esto no solo consigue extender su vida útil, sino que también permite su conservación a una temperatura ambiente sin la necesidad de preservantes, durante un periodo aproximado de dos a tres meses, lo que reduce costos de almacenamiento. Además, al eliminar agua los componentes funcionales del palmito se encuentran en una mayor concentración, aumentando su valor nutricional (Urpí & Echeverría, 1999). La harina de palmito puede ser elaborada con partes del tallo generalmente desaprovechadas, lo que permite reducir el impacto ambiental generado por residuos desaprovechados y aumentar el beneficio económico.

En el proceso de deshidratación del palmito fresco, el contenido de grasas se concentra en la harina, lo que la vuelve propensa a oxidación y enranciamiento durante su periodo de almacenamiento. Este problema puede ser reducido utilizando un empaque de bolsas laminadas que impidan el contacto con el oxígeno y exposición a la luz, o añadiendo un antioxidante que evite la degradación lipídica. Otro posible defecto que puede surgir en la harina es el pardeamiento (oscurecimiento) por acción de enzimas como la polifenol-oxidasa. Este defecto de calidad puede ser evitado con un proceso de escaldado previo a la deshidratación del tallo, sometiéndolo a un baño de vapor de agua durante 1 minuto, o mediante una inmersión del tallo en solución de metabisulfito de sodio

al 0,1% durante 10 minutos. Ya sea por el baño de vapor o la inmersión, lo que se consigue es la inactivación de las enzimas causantes del pardeamiento de la harina (Urpí & Echeverría, 1999). A pesar de estas consideraciones, en este estudio no se observó enranciamiento o pardeamiento de la harina durante su periodo de almacenamiento que fue de aproximadamente 50 días.

### 3.1.2. Capacidad de retención de agua (CRA).

Como se muestra en la Tabla 3, la capacidad de retención de agua (CRA) de la harina de palmito es de 7,50, este valor es significativamente mayor en comparación con la harina de avena (3,20) y a los valores de otras harinas como la de quinua (5,01), soya (3,92) y trigo (5,19) según indica Delgado (2014). La CRA en harinas usadas en galletería tiene una relación directa con la textura final del producto. Según Lara (2021) este factor depende del tamaño de partícula de la harina, mientras mayor es el área de superficie específica por unidad de peso, mayor es la capacidad de retención de agua. También influye en gran medida la composición interna de la harina, especialmente con la fracción proteica y de las cargas entre proteínas. Una alta capacidad de absorción implica la existencia de fuertes enlaces de hidrogeno entre las proteínas de la harina y como resultado de eso una naturaleza hidrofílica (Fernández, 2017). El valor significativamente alto de CRA en la harina de palmito representaría un potencial beneficio para la textura de galletas, favoreciendo a una dureza alta, característica que se desea en el producto, sin embargo se debe considerar el efecto matriz dado por los otros ingredientes de la formulación.

**Tabla 3.** *Capacidad de retención de agua de harina de avena y harina de palmito*

Capacidad de retención de agua (CRA)*	
Harina palmito	7,5 ± 0,44
Harina avena	3,20 ± 0,27

\*media + desviación estándar

### 3.1.3. Composición nutricional de harina de palmito.

El análisis de la composición nutricional (Tabla 4) indica la harina de palmito que tiene las características necesarias para uso en galletería, debido al equilibrio entre sus componentes. Otras harinas no convencionales utilizadas en galletería presentan mayor humedad, menor contenido de cenizas, proteína, grasa y fibra cruda, como es el caso de harina de papa china con valores de 10% de humedad, 2% de cenizas 4% de proteína, 0% grasa y 6% de fibra cruda (Correa et al., 2019).

**Tabla 4.** *Composición nutricional de harina de palmito*

Parámetro	g/100g de harina*
Humedad	7,26 ± 0,30
Cenizas	8,43 ± 0,03
Proteína	6,48 ± 0,58
Grasa	8,36 ± 0,49
Carbohidratos totales	69,48 ± 0,35
Fibra bruta	20,17 ± 1,22
Sodio	0,39 ± 0,04

\*media + desviación estándar

El contenido de carbohidratos totales ( $69,48 \pm 0,35\%$ ) se asocia directamente con un alto contenido de almidón, componente que proporciona estructura en el producto final como resultado de la retrogradación. Este fenómeno ocurre después de la gelatinización, cuando las moléculas de amilosa y amilopectina dentro del almidón se reorganizan y forman una estructura ordenada y firme al enfriarse (Fernández, 2017). Aunque la retrogradación puede ser indeseable en otros productos de panificación como panes o pastas, en galletas sin gluten resulta beneficioso para dar una textura firme y crujiente. A pesar de que una retrogradación excesiva podría sobre-endurecer la galleta, en este caso se ve limitado por el porcentaje significativo de fibra, misma que ayuda a

equilibrar la textura evitando la sinéresis además de aportar beneficios funcionales al perfil nutricional de la galleta. El contenido de grasa en la harina de palmito es moderado, esta también contribuye estabilizando la textura, ya que sus moléculas retienen humedad y aportan suavidad. El contenido de proteína es bajo en comparación con la harina de trigo (alrededor de 10%) o la harina de avena (11%), este valor no afectaría negativamente a la calidad del producto, ya que, al tratarse de galletas duras, la elasticidad que normalmente generan las proteínas no es requerida para este producto (Gutiérrez-Mendivil et al., 2014). Es importante destacar el alto contenido de cenizas en relación con el valor promedio de 2% en harinas integrales, esto indica un alto contenido de minerales y elementos inorgánicos; según Guerra (2016) el aporte de minerales por cada 100g de harina de palmito logra cubrir el 58% de hierro, el 10% de calcio y el 100% de zinc del valor diario recomendado. Las características de una harina ideal para la elaboración de galletas incluyen una fina granulometría, absorción de agua moderada, capacidad de formación de una masa maleable, buena expansión y desarrollo de color y un contenido equilibrado de almidón (Gouvea et al., 2021), por lo que resultaría interesante profundizar el estudio de la harina de palmito de la mezcla de ingredientes de una galleta para conocer sus propiedades tecnológicas.

### **3.2. Efectos en la calidad de galleta (Análisis de variables de respuesta)**

A partir del análisis individual de los datos obtenidos, se identificaron las variables significativas para el modelo en función de su valor de  $R^2$ , considerando como aptas únicamente aquellas con un valor igual o superior al 70%. Las variables seleccionadas como significativas fueron: fuerza, dureza, gomosidad y masticabilidad.

La Tabla 5 presenta los coeficientes de cada variable incluida en el modelo, que según los resultados del ANOVA fueron significativos. Estos coeficientes indican el grado de influencia de cada factor sobre las propiedades de textura del producto final. Los coeficientes positivos

representan una relación directa, donde un incremento del factor genera un incremento en la variable, mientras que los coeficientes negativos representan una relación inversa, donde un aumento en el factor genera una reducción en la variable.

**Tabla 5.** Variables utilizadas para modelo de superficie de respuesta

Variable	Constante	A	B	AB	AA	BB	R2	R2 ajust
<b>Fuerza</b>	0,05017	-0,00009	0,00033	-	-	1,69 E-05	0,73	0,64
<b>Dureza</b>	2,47973	0,23561	0,37051	-0,00584	-	-	0,82	0,76
<b>Gomosidad</b>	-0,71898	0,03543	0,06746	-0,00118	-	0,00036	0,88	0,84
<b>Masticabilidad</b>	-0,69163	-	0,01253	-0,00042	-	0,00031	0,76	0,68

\* A= harina de palmito y B=pasta semilla de sambo

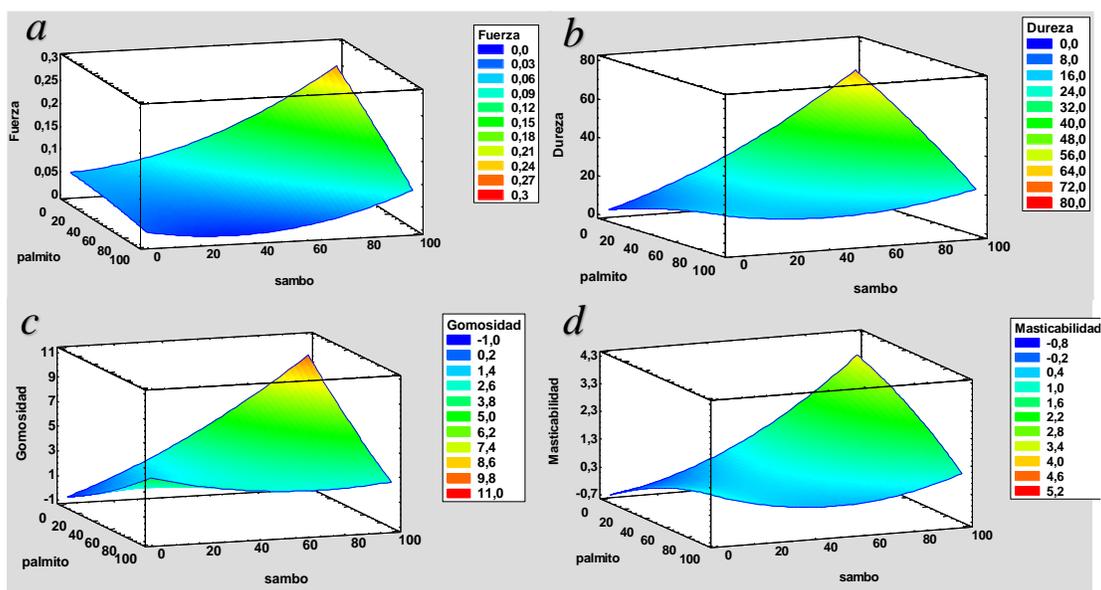
\* La ausencia de coeficientes indica que no existió efecto significativo según el ANOVA. Se reportan únicamente aquellos en los que se encontró  $p < 0,05$ .

La harina de palmito (A) tiene un efecto negativo sobre la fuerza de las galletas, pero impacta positivamente en la dureza y gomosisidad, lo cual podría tener relación con su capacidad de retención de agua y su propensión a retrogradar (Fernández, 2017). La pasta de pepa de sambo (B) muestra una influencia positiva en las cuatro variables, siendo el factor más relevante en el modelo. Esto podría deberse a su alto contenido de lípidos y proteínas que tienen propiedades emulsificantes favoreciendo la estructura equilibrada de la galleta (Núñez, 2024). Sin embargo, se pueden ver coeficientes negativos de interacción de las variables para dureza, gomosisidad y masticabilidad, representando un efecto inverso en las variables en el caso de aumentar la cantidad de harina de palmito y pasta de semilla de sambo simultáneamente. Por último, el efecto cuadrático de la harina de palmito (AA) no fue significativo para ninguna variable, mientras el efecto cuadrático de la pasta de semilla de sambo (BB) influyó positivamente en las variables de fuerza, gomosisidad y masticabilidad, lo que implica que en relación a este factor no solo existe un

comportamiento lineal sino también un efecto cuadrático, lo que indica que existe un valor óptimo para llegar al punto exacto de estas variables.

### 3.3. Análisis estadístico y optimización numérica

Los efectos individuales de los factores y su interacción en cada una de las variables se pueden ver combinados en las gráficas de superficie de respuesta (Figura 2).



**Figura 2.** Efecto de los factores en las variables de textura: a) fuerza, b) dureza, c) gomosidad y d) masticabilidad

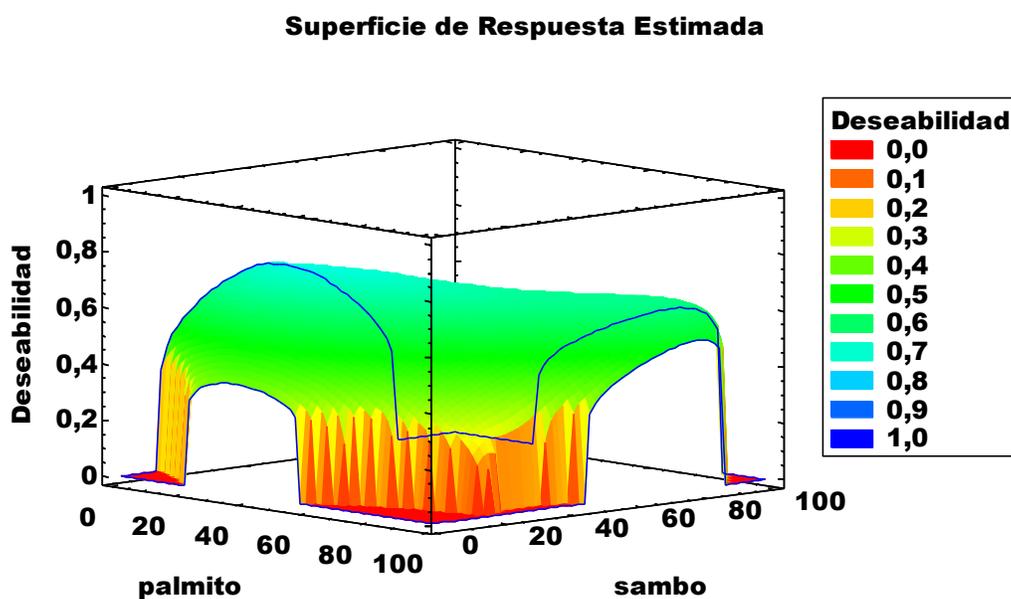
La Figura 2a muestra el efecto combinado de las concentraciones de harina de palmito y pasta de semillas de sambo sobre la fuerza de las galletas. A medida que se aumenta el porcentaje de harina de sambo, la fuerza de las galletas incrementa, especialmente en niveles altos de harina de palmito, en tanto que, en porcentajes bajos de harina de palmito, el incremento de pasta de sambo tiene un efecto menos pronunciado sobre la fuerza ( $R^2=0,73$ ). Esto sugiere una interacción positiva entre ambos factores para mejorar la textura mecánica de la galleta, alcanzando los valores más altos de fuerza cuando ambas harinas están presentes en niveles elevados. Se observó un comportamiento similar en la dureza de las galletas (Figura 2b), con algunas diferencias en intensidad. A medida

que aumenta el porcentaje de harina de sambo, la dureza de las galletas también se incrementa, especialmente cuando el porcentaje de harina de palmito se utiliza en niveles intermedios-altos ( $R^2=0,82$ ). En bajos niveles de harina de palmito, el incremento de pasta de semillas de sambo no tiene un impacto tan pronunciado. La combinación de harina de palmito y pasta de semillas de sambo produce un efecto significativo sobre las propiedades texturales, aunque la relación entre fuerza y dureza puede no ser completamente lineal. Respecto a la gomosidad (Figura 2c), se observa un incremento con mayores porcentajes de pasta de semillas de sambo, especialmente en combinación con niveles altos de harina de palmito. Sin embargo, en porcentajes bajos de palmito, la gomosidad es mínima. Un comportamiento similar se observó en la masticabilidad de las galletas (Figura 2d), confirmando que la interacción de la harina de palmito y la pasta de semillas de sambo influye significativamente en las propiedades mecánicas y texturales de las galletas. En estas dos últimas variables se encontraron coeficientes de correlación de 0,88 y 0,76, para gomosidad y masticabilidad respectivamente. Se puede decir que, el factor dominante sobre las variables de textura es la pasta de semilla de sambo, mientras que la harina de palmito tiene un efecto relativamente menor. Este comportamiento podría deberse al contenido de lípidos de la pasta de semilla de sambo que tiene una propiedad aglutinante, misma que influye en la estructura del producto final (Núñez, 2024)

### **3.3.1. Análisis multivariable.**

Para llegar a la combinación óptima de estas variables dentro de la formulación, se utilizó la gráfica de superficie de respuesta multivariable (Figura 3), lo que permitió conseguir las características deseadas. Se observó cómo la presencia de harina de palmito y pasta de semilla de sambo, tanto como efectos individuales como su interacción, influyen significativamente en cada una de las propiedades de textura del producto final. Como parte del diseño conceptual del producto se buscó

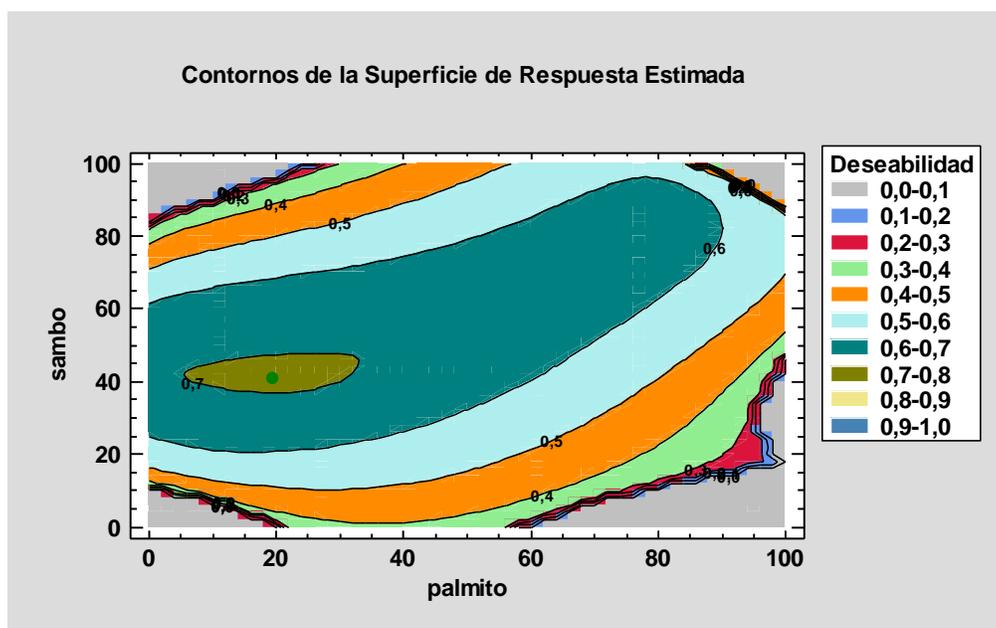
desarrollar una galleta delgada y crocante. Por ende, se minimizaron las variables fuerza, gomosisidad y masticabilidad y se maximizó la variable de dureza.



**Figura 3.** *Gráfica de superficie de respuesta multivariable*

A partir del análisis multivariable se obtuvo una deseabilidad máxima de 0,71, a partir de una combinación de 19,47% de harina de palmito (respecto al total de harinas) y 40,70% de pasta de semillas de sambo (respecto al total de grasas). Esta información puede ser corroborada en la gráfica de contornos de superficie (Figura 4). El valor de deseabilidad es considerablemente alto, lo que indica que el modelo logró una optimización efectiva reflejando una solución aceptable dentro de las limitaciones del diseño experimental, el modelo utilizado y los objetivos establecidos, ya que se encuentra por encima del punto medio del rango de deseabilidad (0,50). Resultados similares al presente estudio, en relación con deseabilidades alrededor de 0,7 se han reportado en procesos de deshidratación osmótica de jícama (Jiménez-Avalos, et al., 2018), en optimización del procesamiento de snacks a partir de harina de trigo y yuca (Omidiran et al., 2016) y camote (Esan et al., 2015); este último reporta una deseabilidad de 0,61 con las condiciones de procesamiento

optimizadas. El no alcanzar el valor máximo de deseabilidad (deseabilidad =1), se entiende que, aunque se logró una combinación de factores relativamente óptima, no se alcanzó el nivel de perfección ideal. De esa manera, para aumentar el valor de deseabilidad, sería necesario modificar otros factores dentro de la formulación. El modelo utilizado está sujeto a la relación entre las variables de respuesta, la complejidad de la matriz debido a interacciones no consideradas como propiedades texturales y sensoriales de los ingredientes.



**Figura 4.** *Contornos de la superficie de respuesta multivariable*

Por otro lado, es importante tomar en cuenta que los niveles de los factores (porcentajes de harina de palmito y pasta de semilla de sambo) se limitaron a un rango específico basado en ensayos preliminares por lo que, si bien se consideraría que un rango más amplio podría haber permitido alcanzar una combinación más cercana al óptimo absoluto (deseabilidad = 1), experimentalmente no era posible dadas las características de las galletas elaboradas con sustituciones extremas de harina de palmito y pasta de semilla de sambo.

### 3.3.2. Caracterización fisicoquímica de la formulación óptima.

La Tabla 6 presenta la formulación óptima del producto, utilizada para analizar su composición química y aceptabilidad sensorial. El porcentaje de harina de palmito (5,78%) tuvo un bajo impacto en los parámetros de textura de la galleta. Su inclusión aporta beneficios nutricionales significativos, especialmente debido a su alto contenido de fibra, componente que desempeña un papel importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares y enfermedades no transmisibles como cáncer y diabetes; además de regular trastornos gastrointestinales y prevenir enfermedades relacionadas (Almeida-Alvarado et al., 2014). El contenido de avena (23,88%) también contribuye de manera importante al aporte de fibra soluble, además de otros componentes como carbohidratos complejos y minerales como hierro y magnesio. Aparte de los beneficios nutricionales, la avena cumple con la función de ser la base estructural de la galleta y aportando a la textura del producto (Gómez et al., 2016).

**Tabla 6.** *Formulación óptima de galletas de palmito y pasta de semillas de sambo*

<b>Componente</b>	<b>%</b>
Harina palmito	5,78
Harina avena	23,88
Pasta semilla sambo	8,18
Mantequilla	9,61
Eritritol	16,96
Huevo	16,01
Esencia vainilla	0,59
Cacao	4,15
Chispas chocolate	14,83

Dentro de la formulación ninguno de los ingredientes contiene gluten de forma natural. Sin embargo, es importante destacar que la avena no siempre es considerada libre de gluten, ya que es propensa a una contaminación cruzada durante su cultivo, almacenamiento o producción con otros productos que sí contienen gluten, como el trigo (Zúñiga et al., 2020). De esa manera, para asegurar que el producto final sea libre de gluten, se debe hacer una selección rigurosa de proveedores que certifiquen que esta materia prima no está contaminada con gluten. Además, se deberá realizar un análisis periódico para confirmar que el producto cumpla con los requisitos del Codex Alimentarius que exige para productos exentos de gluten un valor que no sobrepase 20 mg/kg en el producto tal como se vende (Codex Stan 118-1979).

Las fuentes principales de grasa en la formulación son la mantequilla y la pasta de semilla de sambo, complementadas por el aporte de lípidos del cacao y las chispas de chocolate. Estos ingredientes tienen una influencia significativa en las propiedades de textura, debido a su capacidad ligante, su función de incorporar aire en la matriz y su capacidad de retención de agua dentro de la estructura de las galletas (Marcos et al., 2015). Al haber un porcentaje similar de las dos fuentes principales de grasa, existiría un equilibrio en el contenido de grasas saturadas y colesterol (aporte de la mantequilla), y grasas insaturadas (aporte de las semillas de sambo). De esa manera se obtiene nutricionalmente un perfil lipídico más saludable y tecnológicamente una textura aceptada por los consumidores.

Los ingredientes complementarios también desempeñan un rol importante dentro de la formulación por aportar de propiedades funcionales y sensoriales. El eritritol utilizado como edulcorante tiene bajo aporte calórico y bajo índice glucémico, lo que lo convierte en un sustituto funcional del azúcar y una alternativa viable para el desarrollo de productos libres de azúcar. En este sentido, el desarrollo del color pardo, aroma y sabor durante el horneado producto de la

reacción de Maillard se da por los azúcares reductores y aminoácidos de la composición química propia de las materias primas. El eritritol es un compuesto polihidroxilo que no contiene grupos reductores, por lo tanto, no reaccionó con los aminoácidos presentes en la formulación (Santamaria & Álvarez, 2018). El cacao y chispas de chocolate mejoraron el sabor y evitaron el apareamiento de regusto que puede generarse por el edulcorante o por los otros elementos de la formulación. Estos componentes también aportan con antioxidantes y bajas cantidades de fibra, generando un mayor aporte funcional al producto.

Las características fisicoquímicas de la galleta se muestran en la Tabla 7. La galleta desarrollada muestra un perfil nutricional balanceado y atractivo para los consumidores de productos libres de gluten y azúcar.

Desde el punto de vista técnico el valor de humedad cumple con los requisitos normativos (máximo 10%) lo que permite un tiempo de vida útil prolongado por reducir la proliferación microbiana. Numerosos trabajos de investigación indican la importancia del aporte de minerales cuando se utilizan subproductos vegetales (Naknaen et al., 2016). Valores similares de humedad y cenizas se han reportado en galletas elaboradas con subproductos de café y bagazo de ciruela (Oladunjoye et al., 2021; Aguilar & Vélez, 2019).

**Tabla 7.** *Caracterización del producto final*

<b>Parámetro</b>	<b>g/100g de galleta*</b>	
Humedad	3,22 ± 0,06	
Cenizas	2,13 ± 0,02	
Proteína	14,03 ± 1,62	
Grasa	30,34 ± 0,13	
Carbohidratos totales	50,29 ± 0,46	
Fibra bruta	6,36 ± 0,08	
Azúcares totales	7,06 ± 0,16	
Sodio	0,037 ± 0,01	
pH	6,24 ± 1,13	
L	33,08 ± 1,12	
Croma	20,96 ± 0,84	
Color	Hue	54,99 ± 1,50
	a*	12,14 ± 0,70
	b*	17,07 ± 0,79

\*media + desviación estándar

Este producto destaca por su contenido de grasa (30%) característico en productos de galletería. Además, Ubbor & Akobundu (2009) explican que el uso de harina de semillas subproducto de frutas tiende a incrementar el contenido de grasa en galletas. La sustitución de grasa láctea por la pasta de semilla de sambo produciría cambios en el perfil de ácidos grasos por lo que sería interesante continuar los estudios para conocer el aporte de grasa saludable de la galleta desarrollada. Por otro lado, el aporte de proteínas (14%) atribuido al huevo, pasta de semilla de sambo y las harinas también es elevado en comparación a galletas elaboradas con harina de trigo que presentan valores entre 6 y 8% de proteína (Oladunjoye et al., 2021; Aguilar & Vélez, 2019).

El alto contenido de fibra cruda (6,36%) derivado principalmente de la combinación de harinas permite, según como plantean Aguilar & Vélez (2019), considerar a este producto como una “fuente de fibra dietética”, El valor obtenido en las galletas formuladas puede estimar un contenido de fibra dietaria 3 a 5 veces mayores que los de fibra cruda (Zuleta, 2015), tomando en cuenta que la aplicación de polioles en galletas incrementan la fibra dietaria ya que los polioles tienen propiedades similares a la fibra como carbohidratos de baja digestibilidad (Borczak et al., 2021). Consecuentemente, las galletas formuladas presentan bajo contenido de azúcares (7,06%). Asimismo, las galletas formuladas tienen un bajo contenido de sodio, característica favorable para segmentos de consumidores que modifican sus hábitos alimenticios hacia prácticas más saludables. Finalmente, según de la norma INEN 2085:2005 el producto cumple con los requisitos bromatológicos (Anexo 3) de pH (5,5 – 9,5), proteína (mínimo 3%) y humedad (máximo 10%) . El control del pH es importante porque está relacionado con la calidad tecnológica, sensorial e inocuidad del producto final.

Respecto al color, mostró valores de L (luminosidad) bajos ( $33,08 \pm 1,12$ ) debido al color oscuro característico del chocolate. El valor  $a^*$  ( $12,14 \pm 0,70$ ) indica una tonalidad rojiza asociada al color del cacao y los productos de las reacciones de Maillard durante el horneado, en tanto que el valor de  $b^*$  ( $17,07 \pm 0,79$ ) muestra un ligero tinte amarillento dado por los compuestos resultantes de reacciones de caramelización y el color natural de ingredientes como las semillas de sambo. En consecuencia, la intensidad ( $Cr = 20,96 \pm 0,84$ ) y el matiz ( $hue = 54,99 \pm 1,50$ ) muestran valores típicos de galletas de chocolate. Normalmente los consumidores prefieren galletas con color similar a las galletas de harina de trigo, por esta razón, el color oscuro de las galletas formuladas puede influir en su aceptabilidad sensorial (Arias et al., 2021).

El análisis global de las características fisicoquímicas de las galletas formuladas evidencia un balance apropiado de elementos que aportan valor nutritivo y funcionalidad al producto final, posicionando al producto como una opción innovadora y competitiva en el mercado.

Los resultados de la caracterización de la galleta (Tabla 7) muestran un perfil nutricional balanceado y atractivo para los consumidores conscientes de su alimentación. Se destaca por su contenido de grasas (30,34%), característico en productos de galletería, con una combinación de grasas de origen animal y origen vegetal que contribuye a un perfil balanceado de ácidos grasos saturados e insaturados. El aporte de proteínas (14,03%) atribuido al huevo, pasta de semilla de sambo y las harinas también es elevado en comparación a otros productos similares. Además, el bajo contenido de azúcares (7,06%) gracias al uso de eritritol como edulcorante, y el alto contenido de fibras (6,36%) derivado principalmente de la combinación de harinas, son las características clave que refuerzan la aceptación de consumidores saludables. Desde el punto de vista técnico el valor de humedad cumple con los requisitos normativos y también permite un tiempo de vida útil prolongado por reducir la proliferación bacteriana. Estos resultados evidencian un balance apropiado de elementos que aportan valor nutritivo y funcionalidad al producto final, posicionando al producto como una opción innovadora y competitiva en el mercado.

#### **3.4. Análisis sensorial**

En la Tabla 8 se observan los resultados de la prueba sensorial de aceptación de la formulación final de la galleta, utilizando una escala hedónica de 9 puntos. En el parámetro de color se obtuvo un promedio de 5,83 (correspondiente a “ni me gusta ni me disgusta”) que representa una aceptación neutral. Este resultado puede atribuirse a los tonos verdosos encontrados en ciertas partes de la galleta, causados por la pasta de semilla de sambo. Este resultado representa una

oportunidad de mejora, siendo el color fundamental para una buena primera impresión del producto y una buena aceptación por parte de los consumidores.

**Tabla 8.** *Aceptabilidad sensorial de la formulación optima*

Parámetro	Calificación*
Color	5,83 ± 1,87
Olor	7,71 ± 1,27
Dureza	6,15 ± 1,95
Textura	6,21 ± 1,79
Sabor	7,43 ± 1,54
Global	7,17 ± 1,19

\*media + desviación estándar

Los parámetros de dureza y textura tuvieron una aceptabilidad moderada con valores de 6,15 y 6,21 respectivamente (correspondiente a “me gusta ligeramente”). Esos valores indican que, si bien estas propiedades no provocaron desagrado en los consumidores, tampoco fueron completamente satisfactorias. Esto también sugiere una oportunidad de mejora que podría ser consecuencia de una modificación en las proporciones de la formulación o del proceso de horneado.

En los parámetros de olor y el sabor se tuvieron puntuaciones favorables de 7,71 y 7,43 respectivamente (valores ubicados entre las anclas “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”), lo que indica una buena aceptación sensorial por parte de los consumidores. Estos atributos pueden ser considerados aspectos destacados del producto.

Finalmente, la aceptación global tuvo una calificación promedio de 7,17, valor que corresponde a la categoría de “me gusta moderadamente” dentro de la escala hedónica. El análisis sensorial indica una aceptación general moderadamente positiva del producto, con atributos como el sabor y el olor

como aspectos destacados, mientras que los parámetros de color, dureza y textura representan áreas clave de mejora para optimizar la experiencia del consumidor y maximizar la aceptación global de la galleta.

### 3.5. Diseño y presentación del prototipo

Los valores de grasa total, sodio, carbohidratos totales, azúcares y proteína se utilizaron para la elaboración de la etiqueta nutricional (Tabla 9) y el semáforo nutricional (Tabla 10). Esta información se muestra en el empaque del producto final, con el objetivo de proporcionar al consumidor información clara y visual sobre las características nutricionales del producto.

**Tabla 9.** *Etiqueta nutricional para galleta formulada*

<b>Información Nutricional</b>		
Tamaño por porción: 2 galletas (24 g)		
Porciones por envase: 6 aprox.		
<b>Cantidades por porción</b>		
Energía (calorías) 533kJ (127kcal)		
Energía de la grasa 274kJ (66kcal)		
<b>% VDR*</b>		
<b>Grasas totales</b>	7g	11%
Grasas saturadas	2g	9%
Grasas insaturadas	2g	
Grasas trans	0g	
<b>Colesterol</b>	20mg	
<b>Sodio</b>	9mg	<1%
<b>Carbohidratos totales</b>	12g	4%
Azúcares	2g	
<b>Proteínas</b>	3g	
*Los porcentajes de Valores Diarios Recomendados están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal). Los valores varían de acuerdo a las necesidades de cada persona.		

Por otro lado, el etiquetado declara un contenido alto de grasas totales, equivalente al 9% del valor diario recomendado. Se presenta un nivel medio de azúcares, dado probablemente por el azúcar natural de las materias primas utilizadas. Como se mencionó anteriormente el uso del edulcorante no calórico (eritritol) reduce el contenido de azúcar comparado con productos similares elaborados con azúcar. Finalmente, el valor bajo de sal además de ser un aspecto saludable también resulta muy atractivo para los consumidores representando una ventaja competitiva para el producto.

**Tabla 10.** *Semáforo nutricional para galletas formuladas*

Concentración	Azúcares (g/100g)	Grasa Total (g/100g)	Sodio Total (mg/100g)	
	7,06	30,34	37	
Valoración	MEDIA	ALTA	BAJA	

La presentación del producto final es un factor clave tanto para optimizar su vida útil como para captar la atención del consumidor. Como empaque primario, se propone el uso de una bandeja de plástico termoformado cubierta por una bolsa de tereftalato de polietileno (PET). La bandeja de plástico resistente proporciona un soporte y protección estructural al producto, permitiendo su movilización y transporte sin que las galletas se rompan. Por otro lado, la bolsa de PET es una barrera efectiva contra la humedad, el oxígeno y la luz, factores que podrían disminuir la calidad del producto (Medina et al., 2023). Como empaque secundario se utiliza una caja de cartón que rodea la bolsa PET y contiene toda la información del producto, siguiendo la normativa local (Figura 5).



**ALTO** en GRASA

**MEDIO** en AZÚCAR

**BAJO** en SAL



Información Nutricional		
Porción por porción: 2 galletas (24 g)		
Porciones por envase: 6 porciones		
Cantidades por porción		
Energía (calorías) 533kJ (127kcal)		
Energía de la grasa 274kJ (65kcal)		
		% VDAR*
Grasas totales	7g	11%
Grasas saturadas	2g	9%
Grasas insaturadas	2g	
Grasas trans	0g	
Coesterol	20mg	
Sodio	9mg	<1%
Carbohidratos totales	12g	4%
Azúcares	2g	
Fibra	2g	9%
Proteínas	3g	

\*Los porcentajes de valores Diarios Recomendados están basados en una dieta de 8300 kJ (2000 kcal). Los valores varían de acuerdo a las necesidades de cada persona.

FAB. 8/10/2024  
EXP. 8/10/2025  
L. 1014924

**Ingredientes:**  
Avena, edulcorante (eritritol), huevo, chocolate, mantequilla láctea, semilla de sambo, palmito, cacao y vainilla.

**Fabricado por: MartinFooda**  
Pachosina, Tumbaco, Ecuador

**PALMHeartBite**  
GALLETAS DULCES

Figura 5. Diseño de empaque

#### 4. CONCLUSIONES

La metodología de superficie de respuesta fue una herramienta clave para optimizar la formulación de galletas con la sustitución de grasa láctea por pasta de semillas de sambo y harina de avena por harina de palmito. Sin embargo, el valor de deseabilidad obtenido (0,7) sugiere que, si bien se obtuvo un producto aceptable, este no se alcanza un óptimo absoluto (deseabilidad = 1). Esto sugiere que se deben considerar ajustes en la formulación, como la variación en las concentraciones de los ingredientes evaluados. La metodología utilizada es una fase importante en el desarrollo de nuevos productos, por lo que es común que requiera ajustes para perfeccionar las características tecnológicas, sensoriales y nutricionales del producto final.

Por otro lado, los resultados demuestran que es tecnológicamente viable utilizar harina de palmito y pasta de semillas de sambo en galletas, ya que contribuyen a obtener un producto con propiedades texturales aceptables y un perfil nutricional mejorado. No obstante, es necesario profundizar en estudios para conocer sus efectos en la matriz del producto y optimizar su incorporación en la formulación. Este trabajo constituye un antecedente para futuros trabajos de investigación con el aprovechamiento de subproductos de la agroindustria.

Respecto a la formulación optimizada que lleva 5,78% de harina de palmito y 8,18% de pasta de semillas de sambo, presenta características nutricionales atractivas para consumidores de productos funcionales, como un alto contenido de proteína y grasas saludables. Sensorialmente destaca por su sabor y olor, sin embargo, el color y la textura requieren mejoras para aumentar su aceptación global y maximizar su potencial competitividad en el mercado.

## 5. RECOMENDACIONES

Se recomienda profundizar en el uso de la metodología de superficie de respuesta para la optimización de la formulación. A pesar de la deseabilidad aceptable (0,7) obtenida, sería importante ajustar el diseño experimental ampliando los rangos de concentración de harina de palmito y pasta de semillas de sambo, hasta donde tecnológicamente sea posible. También se recomienda profundizar el análisis de composición mineral de la harina de palmito.

También sería interesante conocer el efecto de la variación del tiempo y temperatura de horneado o la adición de otros ingredientes funcionales, para evaluar su impacto en las propiedades tecnológicas, sensoriales y nutricionales del producto. En este sentido, es recomendable estudiar el perfil nutricional y funcional de la galleta formulada.

La caracterización del perfil de aminoácidos y ácidos grasos proporcionará información valiosa sobre su aporte nutricional, especialmente en términos de ácidos grasos poliinsaturados y aminoácidos esenciales. En tanto que el desarrollo del perfil sensorial de la galleta mediante pruebas de discriminación, permitiría identificar áreas de mejora en los atributos organolépticos.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, A., & Vélez, J. (2019). Propiedades nutricionales del garbanzo. *Temas Selectos de Ingeniería de alimentos*, 7(2), 25-34.  
[https://www.researchgate.net/publication/319185894\\_Propiedades\\_nutricionales\\_y\\_funcionales\\_del\\_garbanzo\\_Cicer\\_arietinum\\_L](https://www.researchgate.net/publication/319185894_Propiedades_nutricionales_y_funcionales_del_garbanzo_Cicer_arietinum_L)
- Almeida-Alvarado, S., Aguilar, T., & Hervert, D. (2014). La fibra y sus beneficios de salud. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 27(1), 798-752.  
[https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-07522014000100011](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522014000100011)
- Álvarez, D. (2014). *Propuesta de una estructura asociativa que apoye a la producción y fortifique las cadenas agro productivas del Tomate de árbol (Cyphomandra betacea) en el Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad Andina Simón Bolívar].  
<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/4048/1/T1444-MBA-Alvarez-Propuesta.pdf>
- AOAC (2000) Official Methods of Analysis. 17th Edition, The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. Métodos 930.15, 945.38, 955.04, 920.39, 991.43, 937.09, 979.23.
- Arepally, D., Reddy, R. S., Goswami, T. K., & Datta, A. K. (2020). Biscuit baking: A review. *LWT*, 131, (109726). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109726>
- Arias, W. M., Aguilar, M., Palazzolli-da Silva, M., Favaro-Trindade, C., Vanin, M., & Quintana, D. (2021). Chayotextle flour as raw material of prebiotic gluten-free cookies added with Agave angustifolia Haw fructans. *Biotecnia*, 23(2), 30–38.  
<https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i2.1350>
- Bolaños, J., Perez, B., Ponce, D., Cevallos-Ureña, A., & Vernaza, M. G. (2023). Galletas chocochip con aguacate como fuente de grasa. *Brazilian Journal of Development*, 9(4), 14156–14164. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n4-111>
- Borczak, B., Sikora, M., Kapusta-Duch, J., & Kutyła-Kupidura, E. M. (2022). The Effect of Polyols and Intensive Sweeteners Blends on the Nutritional Properties and Starch Digestibility of Sugar-Free Cookies. *Starch-Stärke*, 74(1-2), 2100180.
- Carrillo, C., Carpio, C., Morales, M., Vilcacundo, V., Alvarez, A., & Silva, S. (2018). Characterization of fatty acids in sambo oil (*Cucurbita ficifolia l*) from Ecuador. *Asian Journal Of Pharmaceutical And Clinical Research*, 11(2), 403.
- Codex Alimentarius (1979). Norma del codex para alimentos “excentos de gluten” Codex Stan 118-1981(Enmandada en 1983).  
[https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/marco/Codex\\_Alimentarius/normativa/codex/stan/118-1981.PDF](https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/marco/Codex_Alimentarius/normativa/codex/stan/118-1981.PDF)

- Correa, L. M. Q., Dioses, O. D. C., Mora, E. O. M., Delgado, F. M. M., & Valarezo, H. M. G. (2019). Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de papa china (*Colocasia esculenta*) sobre las propiedades reológicas de la masa y sensoriales de galletas dulces. *Alimentos Hoy*, 27(47), 49-63
- Cury, G. C., Porcel, W. J. R., Peñarrieta, J. M., & Del Carmen Abela Gisbert, M. (2021). Estudio bromatológico del fruto y palma de la especie arbórea euterpe precatoria, palmera de asaí. *Revista Boliviana de Química*, 38(5). <https://doi.org/10.34098/2078-3949.38.5.4>
- Davidson, I. (2016). *Biscuit baking technology: Processing and Engineering Manual*. Academic Press. <https://www.sciencedirect.com/book/9780323999236/biscuit-baking-technology#book-info>
- De Oliveira, V. A., Da Costa, G. F., & De Sousa, S. (2021). Chemical and microbial evaluation of bread and biscuits made from wheat flour substituted with cassava flour. *Nutrition & Food Science*, 51(5), 792-807. <https://doi.org/10.1108/nfs-06-2020-0231>
- De Simas, K. N., Vieira, L. D. N., Podestá, R., Müller, C. M. O., Vieira, M. A., Beber, R. C., Reis, M. S., Barreto, P. L. M., Amante, E. R., & Amboni, R. D. M. C. (2009). Effect of king palm (*Archontophoenix alexandrae*) flour incorporation on physicochemical and textural characteristics of gluten-free cookies. *International Journal Of Food Science & Technology*, 44(3), 531-538. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01840.x>
- Delgado. (2014). Microestructura y propiedades funcionales de harinas de quinua y chachafruto: potenciales extensores cárnicos. *Vitae*, 19(1), 430-432. <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914135.pdf>
- Esan T, Sobukola O, Sanni L, Bakare H, Munoz L. (2015). Process optimization by response surface methodology and quality attributes of vacuum fried yellow-fleshed sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) chips. *Food Bioprod Process*, 95 (1), 27-37. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.03.008>
- Fernández, N. (2017). *Propiedades funcionales y químicas de harinas de distintas variedades de trigo sarraceno y tef* [Tesis de maestría, Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/29440/TFM-L355.pdf?sequence=1>
- Gómez, Cevallos, Ruiz, Rodriguez, Valero, Ávila, & Valera. (2016). Datos actuales sobre las propiedades nutricionales de la avena. *Fundación Española de la Nutrición*, 1(1). [https://www.fen.org.es/storage/app/media/PUBLICACIONES%202017/INFORME%20AVENA\\_FEN\\_v2\\_2017\\_AvenaFEN2017\\_ok%201.pdf](https://www.fen.org.es/storage/app/media/PUBLICACIONES%202017/INFORME%20AVENA_FEN_v2_2017_AvenaFEN2017_ok%201.pdf)
- Gouvea, S., Maciel, M., Carvalho, E., Cirillo, M., Ângelo, S., Vilas, B., & Natchigal, A. (2021). Características físicas, químicas y sensoriales de las galletas elaboradas con una mezcla de harinas. *Research, Society and Development*, 10(5). 10.33448/rsd-v10i5.15182.
- Guerra, B. (2016). *Diseño de una planta para la elaboración de puré deshidratado instantáneo a base de palmito (Bactris gasipaes H.B.K.)*. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16734/1/CD-7330.pdf>

- Guerra, L. L., & Pacheco, L. A. (2017). *Caracterización de los consumidores de alimentos a base de frutos secos en la provincia de Tungurahua* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA
- Gutiérrez-Mendivil, Treto-Padrón, Frías-Escobar, Pérez-Carrillo, & Guajardo Flores. (2014). Elaboración de galleta con maíz nixtamalizado y diferentes tipos de almidón. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1), 127-133. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/1/21.pdf>
- Ivkova, I., Zubareva, E., Zabolotnykh, M., & Zhidik, I. (2020). Effect of Vegetable Fats on the Quality and Safety of Food Products. *Atlantis Press*, 393(1). <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200113.142>
- Jiménez-Avalos, H. A., Chaires Martínez, L., & Pérez Vargas, M. A. (2018) Optimización de la deshidratación osmótica de cubos de Jícama (*Pachyrizus erosus*) por el Método de Superficie de Respuesta (MSR). *Gobierno del Estado de Veracruz*, 1(1), 68. <https://produccion.siiia.unam.mx/Publicaciones/ProdCientif/PublicacionFrw.aspx?id=596100>
- Lara, F. (2021). Efecto del tratamiento térmico en harina de avena utilizada en la sustitución de harina de trigo para la elaboración de pan. *BIOtecnia*, 23(2), 55-64. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i2.1388>
- Marcos, Del Toro, Ruíz, Ramírez, & Uresti. (2015). *Alimentos funcionales y compuestos bioactivos* (2.<sup>a</sup> ed.). Castellán. [https://www.researchgate.net/profile/Norma-Flores-Martinez/publication/342601000\\_Aceites\\_esenciales\\_como\\_antioxidantes\\_y\\_antimicrobianos\\_naturales/links/5efcaecf92851c52d60cc7ee/Aceites-esenciales-como-antioxidantes-y-antimicrobianos-naturales.pdf#page=96](https://www.researchgate.net/profile/Norma-Flores-Martinez/publication/342601000_Aceites_esenciales_como_antioxidantes_y_antimicrobianos_naturales/links/5efcaecf92851c52d60cc7ee/Aceites-esenciales-como-antioxidantes-y-antimicrobianos-naturales.pdf#page=96)
- Martins, Z., Pinho, O., & Ferreira, I. (2017). Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products. *Trends In Food Science & Technology*, 67(1), 106-128. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.003>
- Medina, J., Pacheco, O., & Avella, A. (2023). Empaques vs Bioempaques para alimentos: Una comparación a nivel técnica, comercial y normativa. *Ingeniería y Competitividad*, 25(3). <https://doi.org/10.25100/iyc.v25i3.13066>
- Naikare, S. M. (2019). Utilization and Management of Food Waste. *Advances in environmental engineering and green technologies book series* (pp. 165-190). <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7706-5.ch009>
- Naknaen, P., Itthisoponkul, T., Sondee, A., & Angsombat, N. (2016). Utilization of watermelon rind waste as a potential source of dietary fiber to improve health promoting properties and reduce glycemic index for cookie making. *Food Science and Biotechnology*, 25(2), 415–424. DOI: [10.1007/s10068-016-0057-z](https://doi.org/10.1007/s10068-016-0057-z)
- NTE INEN 2085. (2005). Galletas. Requisitos.
- Núñez, E. (2024). *Identificación de proteínas en concentrados de las semillas de sambo* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato].

- <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ab59516e-c08d-4b77-8020-b368632c25dd/content>
- Oladunjoye, A. O., Eziama, S. C., & Aderibigbe, O. R. (2021). Proximate composition, physical, sensory and microbial properties of wheat-hog plum bagasse composite cookies. *LWT*, 141(1), 111038. <https://doi.org/10.1002/star.202100180>
- Omidiran AT, Sobukola OP, Sanni A, Adebowale AR, Obadina OA, Sanni LO, Wolfgang T. Optimization of some processing parameters and quality attributes of fried snacks from blends of wheat flour and brewers' spent cassava flour. *Food Sci Nutr*, 4(1), 80-88. <https://doi.org/10.1002/fsn3.255>
- Ortega-Heras, M., Gómez, I., de Pablos-Alcalde, S. and González-Sanjosé, M. L. (2019). Application of the just-about-right scales in the development of new healthy whole-wheat muffins by the addition of a product obtained from white and red grape pomace. *Foods*. 8(9), 419. <https://doi.org/10.3390/foods8090419>
- Pérez-Rocha, K. A., Guémes-Vera, N., Bernardino-Nicanor, A., González-Cruz, L., Hernández-Uribe, J. P. and Sánchez, A. T. (2015). Fortification of white bread with guava seed protein isolate. *Pak. J. Nutr.* 14(11):828-833. DOI: [10.3923/pjn.2015.828.833](https://doi.org/10.3923/pjn.2015.828.833)
- Sánchez-Estrada, B.E. (2020) *Proyecto de factibilidad para la creación de una microempresa industrial dedicada a la elaboración y comercialización de productos derivados de las semillas de sambo ubicada en Llano Grande al norte de Quito*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23187>
- Santamaria, L. & Álvarez, O. (2018). *Disminución del contenido de sacarosa en galletas dulces mediante la implementación de sustitutos de azúcar*. [Tesis de pregrado, Universidad de Los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/2c74ace5-de9c-4d9f-a53a-7ef317b474b6/content>
- Šmídová, Z., & Rysová, J. (2022). Gluten-Free Bread and Bakery Products Technology. *Foods*, 11(3), 480. <https://doi.org/10.3390/foods11030480>
- Sudha, M., Srivastava, A., Vetrimani, R., & Leelavathi, K. (2006). Fat replacement in soft dough biscuits: Its implications on dough rheology and biscuit quality. *Journal Of Food Engineering*, 80(3), 922-930. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.08.006>
- Toumi, Conte, Goncalves, Barroca, & Fadda. (2022). Use of response surface methodology to investigate the effect of sodium chloride substitution with Salicornia ramosissima powder in common wheat dough and bread. *Journal of Functional Foods*, 99 (1), 105349. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105349>
- Ubbor, S. C., & Akobundu, E. N. T. (2009). Quality characteristics of cookies from composite flours of watermelon seed, cassava and wheat. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(7), 1097-1102. DOI: [10.3923/pjn.2009.1097.1102](https://doi.org/10.3923/pjn.2009.1097.1102)
- Urpí, J. M., & Echeverría, J. G. (1999). *Palmito de pejibaye (Bactris gasipaes Kunth): su cultivo e industrialización*. Editorial Universidad de Costa Rica. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10010.pdf>

- Vallilo, M. I., De Souza Machado Crestana, C., Aued-Pimentel, S., Tavares, M., Kumagai, E. E., & De Lima Garbelotti, M. (2004). Composição química das sementes de *Archontophoenix alexandrae* H. Wendl. & Drude (Arecaceae). *Revista Árvore*, 28(5), 676-679. <https://doi.org/10.1590/s0100-67622004000500006>
- Zúñiga, Z. R., Meier, M. R., Ungerfeld, U. M., Fuentes, F. B., Fernández, F. G., Rathgeb, R. F., Hinrichsen, H. R., Castro, C. P. M., Lobos, L. O., & Saldaña, S. P. (2020). *Núcleos de Investigación INIA: Selección de genotipos de avena sativa L. libres de gluten para la alimentación de personas con enfermedad celiaca*. Alliance Of Agricultural Information Services. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/5027>
- Zuleta, A. (2015). Estudio crítico de los métodos oficiales aplicados a la determinación de las principales fracciones de fibra alimentaria. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 65(1), 199-242. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-97/>

## **Anexo A. Consentimiento informado para evaluación sensorial**

### **Consentimiento Informado**

Miércoles 13 de noviembre de 2024

Yo \_\_\_\_\_ con identificación (CI): \_\_\_\_\_  
acepto de forma voluntaria participar en la evaluación sensorial de una galleta libre de gluten,  
conociendo que el producto que consumiré contiene: avena, palmito, pepa de sambo,  
mantequilla, huevo, chocolate y eritritol. Declaro que no presento ninguna contraindicación  
medica ni restricción personal relacionada con los ingredientes del producto.

\_\_\_\_\_

FIRMA

## Anexo B: Formulario evaluación sensorial

### Prueba de nivel de agrado

Miércoles 13 de noviembre de 2024

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_ Sexo: F \_\_\_ M \_\_\_

Por favor pruebe la muestra de galleta libre de gluten e identifique su nivel de agrado marcando el valor en la escala que mejor describa su reacción para cada uno de los atributos del producto.

#### Escala de calificación:

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

#### Muestra: 854

Color \_\_\_\_\_

Olor \_\_\_\_\_

Dureza \_\_\_\_\_

Textura \_\_\_\_\_

Sabor \_\_\_\_\_

Global \_\_\_\_\_

Comentarios \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Gracias por participar, su opinión es muy valiosa

**Anexo C: Requisitos bromatológicos para galletas según Norma INEN 2 085:2005**

<b>Requisitos</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Método de ensayo</b>
pH en solución acuosa al 10%	5,5	9,5	NTE INEN 526
Proteína % (%N*5,7)	3	-	NTE INEN 519
Humedad %	-	10	NTE INEN 518