



# **Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

Elaboración de galletas enriquecidas con la adición de harina de cebada  
(*Hordeum vulgare L.*), harina de soja (*Glycine max.*) y harina de maíz morado  
(*Zea mays L.*)

Tesis

Para optar el Título Profesional en Ingeniero en Industrias Alimentarias

Autoras

Stefania Giovanna Rojas Marquina

Fiorella Lizbeth Rojas Antunez

Asesor

Mg. Robert William Ocrosopoma Dueñas

Huacho-Perú

2024



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



**LICENCIADA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

*(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)*

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

## **INFORMACIÓN**

<b>DATOS DEL AUTOR (ES) :</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>FECHA DE SUSTENTACION</b>
Stefania Giovanna Rojas Marquina	45440819	24 de Setiembre del 2024
Fiorella Lizbeth Rojas Antunez	48222364	24 de Setiembre del 2024
<b>DATOS DEL ASESOR</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CODIGO ORCID</b>
Mg. Robert William Ocrosopoma Dueñas	15728953	0000-0002-8312-6359
<b>DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS-PREGRADO</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CODIGO ORCID</b>
Mg. Guillermo Napoleón Vásquez Clavo	06100596	0000-0001-5909-5372
Mg. Félix Bustamante Bustamante	44229029	0000-0001-9061-1718
Mg. Edson Max Caro Degollar	45593669	0000-0001-7156-6691

# ELABORACIÓN DE GALLETAS ENRIQUECIDAS CON LA ADICIÓN DE HARINA DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.), HARINA DE SOJA (*Glycine max.*) y HARINA DE MAIZ MORADO (*Zea mays* L.)

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>19%</b>	<b>19%</b>	<b>2%</b>	<b>5%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.unjfsc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.uns.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>www.repositorio.unab.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.unprg.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>pirhua.udep.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>dspace.espoch.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>1library.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

## **AGRADECIMIENTO**

Esta Tesis va dedicado a Dios, a nuestros padres, abuelos, esposos e hijos quienes fueron nuestro impulso en este reto de la vida para lograr nuestras metas. Asimismo, a nuestros hermanos y amigos quienes estuvieron alentándome para continuar con este proyecto, y no dudaron de nuestras capacidades y fortalezas.

Fiorella Lizbeth Rojas Antunez

Stefania Giovanna Rojas Marquina

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios, porque nos mantuvo con salud permitiéndonos elaborar la presente investigación. A nuestros padres, abuelos, esposos e hijos quienes nos han apoyado en todo momento a cumplir nuestro sueño y son nuestra motivación a seguir. A nuestro asesor Ing. Robert Ocospoma Dueñas quien aportó sus conocimientos y recomendaciones durante el presente estudio.

Fiorella Lizbeth Rojas Antunez

Stefania Giovanna Rojas Marquina

## INDICE

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
<b>CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	1
1.2. Formulación del problema.....	1
1.2.1. Problema general.....	1
1.2.2. Problemas específicos .....	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	2
1.3.1. Objetivo general .....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
1.4. Justificación de la investigación .....	2
1.5. Delimitaciones del estudio.....	3
<b>CAPITULO II. MARCO TEORICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	4
2.1.1. Investigaciones internacionales.....	4
2.1.2. Investigaciones nacionales .....	5
2.2. Bases teóricas .....	8
2.2.1. Galleta .....	8
2.2.2. Enriquecimiento de galletas .....	14
2.2.3. Normas técnicas de calidad para galletas enriquecidas y/o nutritivas .....	16
2.2.4. Harina de cebada .....	18
2.2.5. Harina de Soja. ....	19

2.2.6.	Harina de Maíz Morado .....	21
2.3.	Definición de términos básicos.....	23
2.4.	Hipótesis de investigación .....	24
2.4.1.	Hipótesis general .....	24
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	24
2.5.	Operacionalización de las variables .....	25
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....		26
3.1.	Diseño metodológico.....	26
3.1.1.	Tipo de Investigación.....	26
3.1.2.	Nivel de Investigación.....	26
3.1.3.	Diseño de Investigación.....	26
3.1.4.	Análisis estadístico.....	33
3.2.	Población y muestra.....	33
3.2.1.	Población.....	33
3.2.2.	Muestra.....	33
3.3.	Técnicas de recolección de datos.....	34
3.4.	Técnicas para el procesamiento de la información.....	34
CAPITULO IV. RESULTADOS .....		35
4.1.	Análisis de resultados .....	35
4.1.1.	Análisis de la materia prima.....	35
4.1.2.	Resultados de los análisis fisicoquímicos y aceptabilidad de las galletas enriquecidas .....	36
4.1.3.	Resultados del análisis proximal de las galletas enriquecidas .....	60
4.2.	Contrastación de hipótesis .....	61
4.2.1.	Contrastación de la hipótesis general .....	61
4.2.2.	Contrastación de las hipótesis específicas.....	61
CAPITULO V. DISCUSIÓN .....		63

5.1. Discusión .....	63
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	65
6.1. Conclusiones.....	65
6.2. Recomendaciones .....	65
CAPITULO VII. REFERENCIAS.....	67
ANEXOS.....	70

## INDICE DE TABLAS

Composición Fisicoquímica de la Harina de Trigo.....	12
Valor Nutricional de la Harina de Cebada por cada 100 g.....	18
Características Fisicoquímicas de la Harina de Cebada.....	19
Composición Química de la Harina de Soya Sin Desgrasar y Desgrasada.....	20
Composición de Harina de Soja por 100 g.....	20
Composición de Aminoácidos en la Soya.....	21
Composición Nutricional de la Harina de Maíz Morado .....	22
Composición de Harina de Maíz morado.....	22
Operacionalización de las variables .....	25
Componentes y tratamientos por cada etapa de proceso.....	27
Formulación obtenida a partir de las pruebas preliminares.....	31
Formulación de una galleta a base de harina de cebada, soja y maíz morado .....	32
Requisitos físico químicos de harinas sucedáneas de trigo para consumo humano.....	35
Resultados del análisis proximal y aceptabilidad de la galleta enriquecidas .....	36
Desviación estándar de las mediciones obtenidas.....	37
ANOVA para los modelos predictivos de % Cenizas de las galletas enriquecidas .....	38
ANOVA para los modelos predictivos para el valor L* del color de las galletas.....	38
ANOVA del modelo cuadrático del valor L* del color de las galletas enriquecidas.....	39
ANOVA para los modelos predictivos para el valor a* del color de las galletas .....	40
ANOVA del modelo cuadrático del valor a* del color de las galletas enriquecidas .....	41
ANOVA para los modelos predictivos para el valor b* del color de las galletas .....	42
ANOVA del modelo cuadrático del valor b* del color de las galletas enriquecidas .....	43
ANOVA para los modelos predictivos para el valor c del color de las galletas .....	44
ANOVA del modelo cuadrático del valor c del color de las galletas enriquecidas .....	45
ANOVA para los modelos predictivos para el valor h del color de las galletas .....	46
ANOVA del modelo cuadrático del valor h del color de las galletas .....	47

ANOVA para los modelos predictivos para el % Humedad de las galletas .....	48
ANOVA del modelo cuadrático del % Humedad de las galletas enriquecidas .....	49
ANOVA para los modelos predictivos para la Aw de las galletas enriquecidas .....	50
ANOVA del modelo cuadrático de la Aw de las galletas enriquecidas .....	51
ANOVA para los modelos predictivos para la Aw de las galletas enriquecidas .....	52
ANOVA del modelo cuadrático de la pH de las galletas enriquecidas .....	53
ANOVA para los modelos predictivos para el % Acidez de las galletas enriquecidas .....	54
ANOVA del modelo cuadrático del % Acidez de las galletas enriquecidas .....	55
ANOVA para los modelos predictivos para el % Acidez de las galletas enriquecidas .....	56
ANOVA del modelo lineal para Aceptabilidad de las galletas enriquecidas .....	57
Resumen de datos capturados en la evaluación sensorial .....	58
Desviación estándar de las medias de datos en la evaluación sensorial .....	59
Análisis proximal de las galletas enriquecidas .....	60

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Determinación las líneas de restricción .....	28
<i>Figura 2.</i> Diagrama de Flujo de la elaboración de la galleta .....	30
<i>Figura 3.</i> Grafica de contorno de la variable L* del color de las galletas. ....	39
<i>Figura 4.</i> Superficie de respuesta para L* del color de las galletas.....	40
<i>Figura 5.</i> Superficie respuesta para variable a* de color .....	41
<i>Figura 6.</i> Superficie de respuesta para a* del color de las galletas .....	42
<i>Figura 7.</i> Grafica de contorno para variable b* de color .....	43
<i>Figura 8.</i> Superficie de respuesta para b* del color de las galletas .....	44
<i>Figura 9.</i> Grafica de contorno para variable c de color .....	45
<i>Figura 10.</i> Superficie de respuesta para variable c del color de las galletas.....	46
<i>Figura 11.</i> Grafica de contorno para variable h de color .....	47
<i>Figura 12.</i> Superficie de respuesta para variable h del color de las galletas .....	48
<i>Figura 13.</i> Grafica de contorno del % Humedad de las galletas.....	49
<i>Figura 14.</i> Superficie de respuesta para el % Humedad de las galletas.....	50
<i>Figura 15.</i> Grafica de contorno de la Aw de las galletas enriquecidas .....	51
<i>Figura 16.</i> Superficie de respuesta para la Aw de las galletas enriquecidas.....	52
<i>Figura 17.</i> Grafica de contorno del pH de las galletas enriquecidas .....	53
<i>Figura 18.</i> Superficie de respuesta para el pH de las galletas enriquecidas .....	54
<i>Figura 19.</i> Grafica de contorno del %Acidez de las galletas enriquecidas.....	55
<i>Figura 20.</i> Superficie de respuesta para %Acidez de las galletas.....	56
<i>Figura 21.</i> Grafica de contorno de la Aceptabilidad de las galletas enriquecidas .....	57
<i>Figura 22.</i> Superficie de respuesta para Aceptabilidad de las galletas. ....	58
<i>Figura 23.</i> Análisis de componentes principales entre atributos .....	59
<i>Figura 24.</i> Análisis de componentes principales para tratamientos.....	60

## RESUMEN

**Objetivo.** Desarrollar una galleta enriquecida con la adición de harinas de cebada, soja, y maíz morado aplicando el diseño mezclas. **Metodología.** Este proyecto se realizó en dos etapas, la primera radica en la Formulación de los componentes de la mezcla que tendrá la galleta enriquecida de Harina de Cebada (H.C.), Harina de Soja (H.S.) y Harina de Maíz Morado (H.M.), después en la segunda etapa consistió en la producción de galletas enriquecidas y evaluación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales. En la primera etapa, se usó un diseño de mezclas y los límites de estudio fueron H.C. (60-80 %), H.S. (15-35%) y H.M. (5-15%), obteniéndose 6 formulaciones en función a la relación de proporcionalidad de los 3 componentes. Estos tratamientos fueron evaluados fisicoquímicamente en su estado como producto final y se analizaron estadísticamente a una significancia de 0.05. Por otro lado, se desarrolló un test sensorial con escala hedónica de 5 puntos entre los tratamientos a fin de evaluar las cualidades sensitivas como: Color, Sabor, Olor, Textura y Aceptabilidad. **Resultados.** Las características fisicoquímicas (pH, %Acidez, L\*, a\*, b\*, c, h, %Humedad y Aw) se ajustan a un modelo predictivo de segundo grado, los componentes tienen un resultado significativo sobre los atributos finales de las galletas enriquecidas. En la evaluación sensorial, los atributos Sabor y Textura son los más determinantes para Aceptabilidad. Por otro lado, el atributo olor es el menos influyente. Así mismo, T1 (H.C=80%, H.S=15% y H.M.= 5%) es el más afectivo sensorialmente. Los resultados sugieren que el componente H.C. tiene mayor impresión en la mayoría de las características fisicoquímicas y la aceptabilidad de las galletas. **Conclusión.** La elaboración de galletas enriquecidas con la adición de harinas de cebada, soja, y maíz morado permite obtener un producto aceptable con muy buenas características fisicoquímicas y sensoriales.

**Palabras claves:** Galletas enriquecidas, cebada, soja, maíz morado

## ABSTRACT

**Objective.** To develop an enriched cookie with the addition of barley flour, soy flour, and purple corn flour using mixture design methodology. **Methodology.** The study was conducted in two stages. The first stage involved the formulation of the mixture components for the enriched cookie using Barley Flour (B.F.), Soy Flour (S.F.), and Purple Corn Flour (P.C.F.). The second stage consisted of the production of the enriched cookies and the evaluation of their physicochemical and sensory characteristics. In the first stage, a mixture design was used with the study limits set as B.F. (60-80%), S.F. (15-35%), and P.C.F. (5-15%), resulting in 6 formulations based on the proportionality relationship of the 3 components. These treatments were physicochemically evaluated in their final product state and statistically analyzed at a significance level of 0.05. Additionally, a sensory test was conducted using a 5-point hedonic scale among the treatments to assess sensory attributes such as aroma, flavor, color, texture, and acceptability. Finally, a proximate analysis was performed to evaluate the nutritional profile of the 6 formulations studied. **Results.** The physicochemical characteristics (pH, % Acidity, L\*, a\*, b\*, c, h, %Moisture, and Aw) conform to a second-degree predictive model, with the components having a significant effect on the final characteristics of the enriched cookies. In the sensory evaluation, flavor and texture were found to be the most influential attributes for acceptability, while aroma was the least influential. Furthermore, T1 (B.F.=80%, S.F.=15%, and P.C.F.=5%) was the most sensorially effective. The results suggest that the B.F. component has the greatest effect on most of the physicochemical characteristics and the acceptability of the cookies. **Conclusion.** The production of enriched cookies with the addition of barley flour, soy flour, and purple corn flour allows obtaining a product with acceptable physicochemical and sensory characteristics.

**Keywords:** Enriched cookies, barley, soy, purple corn.

## INTRODUCCIÓN

En la exploración continua por mejorar el enriquecimiento de la calidad nutricional de los alimentos y el fomento de una alimentación más saludable, la elaboración de productos alimenticios enriquecidos ha surgido como una estrategia clave. En este contexto, las galletas, como uno de los snacks más consumidos y adaptables en la dieta moderna, ofrecen una oportunidad única para la incorporación de ingredientes nutritivos adicionales. En particular, la adición de harinas de cereales y leguminosas ha ganado interés debido a su perfil nutricional destacado.

El presente estudio radica en la producción de galletas enriquecidas utilizando harina de cebada, harina de soja y harina de maíz morado. Estos ingredientes han sido seleccionados por sus propiedades nutricionales, que incluyen elevado contenido de proteínas, fibra alimentaria, vitaminas y minerales esenciales. La cebada, rica en fibra soluble y antioxidantes, se está asociando con ventajas beneficiosas para la salud cardiovascular y la regulación del azúcar en la sangre. Por otro lado, la soja, conocida por su alto contenido proteico de alta calidad y fitonutrientes, proporciona numerosos beneficios para la salud, que incluye desde la disminución del colesterol hasta el fortalecimiento del sistema inmunológico. Además, el maíz morado, con su distintivo color y alto contenido de antioxidantes, ha sido objeto de interés debido a su potencial para combatir enfermedades crónicas y promover la salud en general.

A través de este estudio, se busca analizar como la adición de las harinas utilizadas para este fin afecta las propiedades fisicoquímicas, calidad nutricional, características sensoriales y aceptabilidad de las galletas resultantes. Además, se explorarán aspectos relacionados con la formulación, procesamiento y almacenamiento de estos productos enriquecidos. Los resultados obtenidos proporcionarán información de interés para las ciencias de los alimentos y la industria alimentaria, así como para consumidores interesados en opciones de bocadillos más saludables y nutritivos. Así también, se espera que este trabajo contribuya al desarrollo de productos alimenticios innovadores que promuevan la salud y el bienestar de toda la población.

## **CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1.Descripción de la realidad problemática**

Nuestro país es considerado hoy en día entre los de más alto nivel de desnutrición. Se determinó que la mayor cantidad de personas con grado de desnutrición crónica se encuentra en las áreas rurales, que, en el de área urbana.

Como consecuencia se tiene que hoy en día se busca alternativas de uso en la alimentación humana, como por ejemplo elaboración de panes, de galletas en sus diversas formas, lo que determina adecuarnos al uso de alimentos que sean ampliamente consumidos por la humanidad.

Por esta razón surge la preocupación por obtener un producto de galleta enriquecida con diferentes concentraciones de harinas lo que constituirá una ventaja en la alimentación nutricional.

Las galletas enriquecidas tienen la característica principal de presentar uno o más ingrediente con un alto valor nutricional.(Alamo et al., 2020) , estás galletas no cuentan con una metodología definida para su formulación.

Actualmente, no hay parámetros tecnológicos que se hayan establecido en la producción de galletas enriquecidas con harina de cebada, harina de soja y harina de maíz morado, por ser un producto innovador, debido a ello se requiere determinar los parámetros del proceso industrial.

Por consiguiente, en este estudio se llevará a cabo el desarrollo de “Elaboración de Galletas enriquecidas con la Adición de Harina de Cebada (*Hordeum vulgare* L.), Harina de Soja (*Glycine max.*) y Harina de Mazíz morado (*Zea mays* L.)”. Con el fin de desarrollar una galleta enriquecida con harinas de cebada, soja, y maíz morado aplicando el diseño mezclas.; establecer el porcentaje óptimo de cada harina, asimismo determinar que mezcla es la más aceptable por los panelistas a evaluar.

### **1.2. Formulación del problema**

#### **1.2.1. Problema general**

- ¿Se podrá desarrollar una galleta enriquecida con la adición de harinas de cebada, soja, y maíz morado?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es la formulación óptima para una galleta enriquecida de cebada, soja y maíz morado?
- ¿Cuáles serán las propiedades fisicoquímicas de la galleta enriquecidas con harinas de cebada, soja, y maíz morado?
- ¿De qué manera influye la formulación de la galleta enriquecida con harinas de cebada, soja, y maíz morado en la evaluación sensorial?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Desarrollar una galleta enriquecida con la adición de harinas de cebada, soja, y maíz morado aplicando el diseño mezclas.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar la formulación óptima de la galleta con harinas de cebada, soja, y maíz morado.
- Evaluar las características fisicoquímicas de la galleta con harinas de cebada, soja, y maíz morado.
- Determinar la mejor formulación de la galleta con harinas de cebada, soja, y maíz morado a través de la evaluación sensorial.

### **1.4. Justificación de la investigación**

Al establecer la producción de galletas enriquecidas con la adición de harinas de cebada, soja y maíz morado se pretende obtener mejores características de aceptabilidad por parte del público en el que se pretende conseguir; una gran cantidad consumida de estas harinas por su elevado contenido de fibra la cebada posee sustancias benéficas como los lignanos, antioxidante y también se procura un consumo y su aplicación en productos de pastelería como las galletas.

En este estudio se pretende optimizar la calidad de la alimentación de las personas al consumir galletas elaboradas con harina de cebada, soja, maíz morado, aumentando el aporte energético, dándole un alto valor nutricional, necesarios para el organismo, contando también

con un agradable sabor al paladar, además que no se requiere de equipos costosos para el desarrollo del proyecto.

### **1.5. Delimitaciones del estudio**

El estudio actual se enmarca en el campo de la tecnología de alimentos, una línea de galletas concentradas, en este caso mantecadas, enriquecidas con harina de cebada, soya y maíz morado para comprender sus beneficios nutricionales y para la salud.

**Delimitación espacial:** el presente estudio se desarrollará en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

**Delimitación Temporal:** los datos que se obtienen en el presente estudio se realizarán desde marzo del 2023, agosto del 2023.

## CAPITULO II. MARCO TEORICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Investigaciones internacionales

Janina et al. (2015), en su investigación *“Harina de maíz morado: Composición nutricional. Elaboración de galletitas. Determinación de calidad galletera y Evaluación sensorial”*, se establece que estos insumos tienen varias propiedades nutricionales y medicinales, y se debería considerar incluirlo en la dieta. Objetivo: Elaborar galletas mezclando harina de trigo y harina de maíz morado y determinar su valor nutritivo, calidad de galleta y aceptabilidad mediante evaluación sensorial. Métodos: Estudio observacional, descriptivo simple, transversal. Se analizó la composición química de la harina de maíz morado y se obtuvieron 3 tipos de galletas dulces y una porción estándar (100% harina de trigo) en diferentes proporciones (30%, 40%, 50%). Durante el ensayo de aceptación se observó que las galletas de leche de maíz morado tuvieron mejor aceptación que las galletas estándar en cuanto a sabor, textura, aroma y apariencia. Las galletas saladas que contienen 50% y 30% de harina de maíz morado son las más populares. Conclusión: El valor nutritivo de la harina de maíz morado es mayor que el de la harina de trigo. Por su valor nutricional, calidad de galleta y aceptabilidad, las galletas de leche de maíz morado son una alternativa saludable y con buenas propiedades nutricionales.

Córdova et al., (2022); en su trabajo de investigación de titulación *“Estudio de la adición de harina de maíz morado en galletas libres de gluten”* de la Universidad San Francisco de Quito, tiene como objetivo evaluar el efecto de la incorporación de harina de maíz morado germinado en galletas libres de gluten. Utilizando un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 3x2, se analizaron variables como la germinación y la sustitución parcial de harina de arroz por harina de maíz morado. Los resultados mostraron que la germinación y el porcentaje de maíz morado no tuvieron un efecto significativo en la actividad de Aw ( $p < 0,05$ ). La evaluación sensorial indicó una adecuada aceptación para las tres formulaciones de galletas. Aunque la adición de maíz morado germinado no afectó significativamente el contenido de proteínas, sí tuvo una influencia significativa en la determinación de cenizas, polifenoles, coeficiente de esparcimiento y capacidad antioxidante..

Barrionuevo, (2011) en su investigación *“Elaboración y Evaluación Nutricional de Galletas con Cebada y Frutilla Deshidratada”*, se evaluaron nutricionalmente galletas hechas

con harina de cebada y frutilla deshidratada. Se desarrollaron tres formulaciones de galletas con 20%, 25%, y 30% de cebada, y 10%, 15%, y 20% de frutilla deshidratada, y se realizaron pruebas de degustación con 80 estudiantes usando una escala hedónica de 5 puntos. Las galletas con 25% de harina de cebada y 15% de frutilla deshidratada mostraron un aumento significativo en el valor nutritivo comparado con la galleta de control, mejorando en proteínas (de 8.6% a 10.4%), ceniza (de 0.64% a 1.4%), fibra (de 0.3% a 1.8%) y vitamina C (de 0.01mg/g a 0.04mg/g). Debido a su alto valor nutritivo y ser un producto inocuo, se recomienda su inclusión en la dieta diaria.

Borbor, (2017); en su investigación titulada ***“Formulación de mezclas de harinas de arroz, yuca y soya para la elaboración de galletas libre de gluten, sabor a chocolate”*** presento su Trabajo para obtener su título en el que propuso de producir una galleta libre de gluten con sabor a chocolate mezclando harinas de yuca, soya y arroz. Además, se llevó a cabo una evaluación de la combinación de harinas y sus propiedades físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales; para establecer la mezcla que sea más aceptada por el consumidor, asimismo se determinó que fue imprescindible utilizar un panel sensorial utilizando QDA, y la información se apoyó con el programa estadístico Design Expert 8.0.

### **2.1.2. Investigaciones nacionales**

Moreno & Andahua, (2020), en su investigación ***“Aceptabilidad y Valor Nutricional de Galletas Dulces Saludables de Harina de Maíz Morado (Zea mays), Camote Morado (Ipomoea batata) y algarrobo (Prosopis pallida)”*** se basó principalmente en determinar sus variables de aceptabilidad y sus beneficios nutricionales de una galleta dulces saludables hechas con harinas de maíz morado, camote morado y algarrobo. Tuvieron una muestra (no probabilístico) de un total de 20 personas. Tuvo como método aplicado un: Nivel descriptivo explicativo y de corte transversal. Se obtuvo como resultado que las galletas de harina de tuza de coronta, maíz morado, camote morado al 20% y de harina de algarroba, tuvo una adecuada aceptación y proporcionaron de 16 a 18g% de grasas, 12 - 16g% de proteínas, y 43 a 50g% de carbohidratos totales, finalmente se obtuvo como conclusiones que las galletas de harina de camote morado, maíz morado y algarroba, son complementos nutricionales que los niños, adultos y personas de edad avanzada puedan aprovechar.

Chavarri, (2019) en su tesis titulada ***“Optimización del proceso de elaboración de galletas utilizando harina de coronta de maíz morado (Zea mays L.)”*** indico como fin principal fue realizar una galleta de coronta de maíz morado donde se investigaron los límites

máximos y mínimos de suplencia de harina de coronta de maíz morado y el tiempo de horneado para aumentar la aceptabilidad en general. En este estudio aplico el diseño compuesto central rotacional, efectuando casi 11 pruebas experimentales con sustituciones, de harina de coronta de maíz morado (3 y 7 %), por un tiempo de 8 y 22 min ( $T^{\circ}= 145^{\circ}\text{C}$ ). Arribando a la conclusión de que a menos sustitución de harina de coronta de maíz morado y tiempo de horneado (corto) se logra una mayor aceptación general. Finalmente concluyen que poder conseguir una aceptación general (8 - 10 puntos), se utilizarían sustituciones de harina de coronta de maíz morado (4.5 a 5.5 %) y tiempo de horneado (13 - 17 minutos).

Jose, (2015) en su tesis **“Formulación y elaboración de galletas enriquecidas con harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*), harina de linaza (*Linum usitassimun*) y alfalfa (*Medicago sativa*) aplicando superficie de respuesta”** tiene como objetivo formular y elaborar galletas enriquecidas con estos ingredientes mediante un diseño experimental utilizando el software STATGRAPHICS y el método de superficie de respuesta. El estudio concluyó que la combinación óptima de 18% de harina de kiwicha, 1.8% de harina de linaza y 3.0% de concentrado foliar de alfalfa permitió alcanzar la mejor textura (350,6 dm<sup>2</sup>/kg.s), la mayor aceptabilidad en color (7: Me gusta bastante) y el mejor sabor (6: Me gusta ligeramente).

Cieza & Ochoa, (2022), en su investigación **“Formulación de galletas sustituyendo parcialmente Harina de Trigo (*Triticum aestivum*) por Harinas de Okara de Soja (*Glycine max*) y Bagazo de piña (*Ananas comosus*)”**; tuvo como objetivo la formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (HT) por harinas de okara de soja (HOS) y bagazo de piña (HBP). Se formulo 4 tratamientos para la producción de las galletas: T1 (0HOS:HBP:100 HT), T2 (10HOS:20HBP:70HT), T3 (15HOS:15HBP:70HT) y T4(20HOS:10HBP:70HT). Luego se realizó la evaluación sensorial con la participación de 30 panelistas no entrenados, lo que dieron una puntuación haciendo uso de la escala hedónica de cinco puntos; en la que se determinó que el cuarto tratamiento T4 presentaba mayor grado de aceptabilidad de los participantes.

Ortiz, (2022), en su investigación **“Características fisicoquímicas y sensorial de galleta integral con harina de trigo (*Triticum aestivum L.*) y okara de soya (*Glycine max*)”**, presento como propósito: evaluar cómo afecta la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum L.*) por Okara de soya (*Glycine max*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de la galleta integral. Se realizaron cuatro formulaciones: 100% harina de trigo (HT) y 0% de okara de soya (OS) tratamiento control (T0); 90% HT y 10% OS (T1); 80% HT y 20% OS (T2); 70%

HT y 30% OS (T3). Las características sensoriales de la galleta fueron evaluadas por un panel no entrenado, los que utilizaron una prueba hedónica con escala estructurada de cinco puntos.

Díaz & Espinoza, (2022), realizó su investigación denominada **“Elaboración de cookies con chips de cushuro (*Nostoc Sphaericum*) fortificada con harinas de soya y cáscara de piña”** con el objetivo de determinar la mejor formulación de harina de soya y cascara de piña para elaborar galletas con chips de cushuro. El método empleado fue el método de Superficie Respuesta de tipo DCCR 22. Se concluyó que la formulación óptima fue de 19.9397% de harina de soya y 5.5898% de cascara de piña.

Contreras et al., (2018), su investigación **“Optimización de Mezclas por Aceptabilidad de una Galleta con Adición de Harina de Plátano (*Musa Paradisiaca*), Soya (*Glycine Max*) y Cacao (*Theobroma Cacao L.*)”**, tuvo como objetivo formular las galletas enriquecidas con la harina de plátano, soya y cacao. Se empleó el diseño de mezcla del método de superficie de respuesta (diseño simplex con centroide ampliado), asimismo se delimitó la extensibilidad de la mezcla de harinas, el porcentaje de humedad, así como la valoración sensorial de las galletas. Se concluyó que la relación óptima de humedad fue de 0.128% de plátano, 9.035% de soya y 5.837% de cacao, de aceptación sensorial fue de 4.32% de harina de soya y 5.33% de harina de cacao, 5.33% de harina de plátano y de extensibilidad fue de 1.73% de plátano, 2.12 de soya y 11.15 de cacao.

Sandoval, (2020) en su trabajo de tesis buscó evaluar la consecuencia de reemplazar parcialmente la harina de trigo por harina de moringa y soya para elaborar galletas dulces. El Diseño Compuesto Central Rotacional  $2^2$ , fue el método utilizado, realizándose 11 formulaciones con diferentes proporciones de harina. Se concluyó que la proporción más óptima fue de 84% harina de trigo, 6% harina de moringa y 10% harina de soya, cuya composición química es de 10.38% en proteínas, 2.27% en ceniza, 16.87% en grasa y 0.80% en fibra.

## **2.2.Bases teóricas**

### **2.2.1. Galletas**

#### **2.2.1.1. Historia**

Nos menciona Escobar, 2012, como se citó en Montes R., (2014):

Uno de los primeros alimentos que se le dio el nombre de galleta fue un pan plano que se podía almacenar durante mucho tiempo y se distribuía a hordas de marineros y soldados. Ahora usamos el término para referirnos a una numerosa gama de productos alimenticios en todas las formas y sabores producidos en casa, en panaderías y en la industria. Las pequeñas industrias artesanales recurrieron a otras industrias con un mayor grado de mecanización y procesos productivos junto con una creciente demanda y rentabilidad de la producción. Las industrias de galletas han iniciado paulatinamente un mecanismo de crecimiento y desarrollo que no se detiene, sino que crece de acuerdo a las nuevas demandas del público consumidor. En el presente, las galletas constituyen el alimento público sin fronteras ni regiones y se pueden ver en todas partes.

#### **2.2.1.2 Definición**

Nos menciona Escobar, 2012, como se citó en Montes R., 2014:

Estas galletas son productos elaborados a través de la cocción adecuada de figuras obtenidas amasando trigo u otros productos de harina con otros ingredientes comestibles. Así mismo se puede conceptualizar como un alimento elaborado a partir de una mezcla de harina, grasa, alimento y agua, a veces añadiendo azúcar, especias, condimentos, etc. Tras el proceso de amasado y posterior calentamiento, se obtiene un producto de exposición muy diverso, caracterizado por un bajo contenido en humedad.

#### **2.2.1.3 Clasificación**

- G. Simples
- G. Saladas
- G. dulces
- G. wafer.
- G. con relleno

#### **2.2.1.4 Cualidades que deben tener las Galletas y factores que las Determinan**

Las galletas pueden tener infinitas formas, tamaños, sabores y texturas. Algunos tipos de cookies requieren propiedades que no se encuentran en otros tipos de cookies. Un ejemplo sería, que unas cuantas galletas deben ser firmes y otras suaves. Algunos necesitan mantener su forma, otros crecen cuando se hornean para obtener las propiedades deseadas y corregir las imperfecciones, y es esencial una comprensión profunda de lo que crea estas propiedades básicas. (Rodríguez, 2011, como se citó en Capurro & Huerta, 2016).

##### **a. Dureza**

Nos menciona Rodríguez, 2011, como se citó en Capurro & Huerta, 2016, que las galletas tienden a ser crujientes o al horno cuando el contenido de humedad es bajo y los siguientes factores contribuyen a esta textura:

1. Con un bajo porcentaje de acuosidad en la mezcla, la mayoría de las patatas fritas están hechas de una masa dura.
2. Elevado contenido en grasas y azúcares. Una elevada proporción de estos ingredientes se puede mezclar fácilmente en una pasta manejable y con poca humedad.
3. Hornee el tiempo adecuado para que se evapore la mayor parte de la humedad.
4. Las formas pequeñas o delgadas permiten que las galletas se sequen más rápido durante la cocción.
5. Almacenamiento adecuado. A medida que se absorbe el agua, el pretzel se vuelve suave.

##### **b. Suavidad**

Nos menciona Rodríguez, 2011, como se citó en Capurro & Huerta, 2016, que lo suave es lo opuesto a duro, por ello se tiene razones opuestas:

1. El porcentaje de líquido en la mezcla es alto
2. Presenta pequeño contenido en grasa y azúcar
3. Recetas que contengan melaza, jarabe de glucosa-fructuosa o miel. Estos azúcares tienen la propiedad de ser higroscópicos, lo que significa que tienen gran facilidad por absorben rápidamente la humedad del aire o del medio ambiente.

4. Pocas horas de horneado.
5. La estructura gruesa y grande apoya a paralizar que se produzca mayor humedad.
6. Acopio apropiado. Las galletas blandas se echarán a perder y se secarán si no están completamente cubiertas o envueltas

### **c. Correosidad**

Nos menciona Rodríguez, 2011, como se citó en Capurro & Huerta, 2016, que la existencia de humedad es crucial, ya que esto determinará que el grado de masticación; sin embargo a la vez es un componente importante. Dicho de otra manera, la mayoría de las galletas masticables son blandas.

1. Mucho líquido, más azúcar, pero poca grasa.
2. La proporción de huevos es alta.
3. Gluten presente durante la aleación.

### **d. Capacidad de expansión**

Nos menciona Rodríguez, 2011, como se citó en Capurro & Huerta, 2016, que algunas galletas necesitan expandirse, mientras que otras necesitan conservar su forma. Es posible que varios factores contribuyan la preservación de la forma:

#### ➤ Leudantes

Si contiene gran cantidad de Amoníaco o Bicarbonato de sodio, es bueno para que la masa agrande.

#### ➤ Azúcar

Un excelso contenido de azúcar ayuda contra la descamación. El azúcar grueso aumentará el aumento, mientras que el azúcar glasé o en polvo lo disminuirá.

#### ➤ Acremado

Agregar grasa junto con azúcar ayuda a la fermentación al incorporar aire. Si la mezcla se unta hasta que se vuelva ligera, aumentará la hinchazón. En el momento que se mezcla el azúcar con la grasa hasta que se forme una pasta (sin dejar entrar demasiado aire), el hinchamiento bajara

#### ➤ Temperatura

Una baja temperatura en el horno aumentará el crecimiento. El calor alto reducirá esto ya que las galletas se endurecerán antes de que crezcan demasiado.

➤ Líquido

Una masa fina con un elevado contenido de líquido es más fácil de untar que una masa dura.

➤ Harina

La fuerte activación de harina o gluten reduce el agrandamiento

➤ Grasa en el troquel

Las galletas crecerán más si se hornean en un molde engrasado.

### 2.2.1.5 Componentes Básicos en la producción de galletas

#### 2.2.1.5.1 Harinas

La harina blanda es esencial para hacer galletas. Estas harinas suelen estar hechas de trigo blando. Su composición en proteínas usualmente es inferior al 10%. El compuesto resultante es poca elástica y estirable que la masa de harina dura (10 % o más de proteína). Las proteínas del gluten se pueden clasificar según cuán solubles son. La gliadina, que constituye aproximadamente un tercio del gluten, es la más soluble y ayuda a la pegajosidad y viscoelasticidad de la masa, haciéndola que tenga una suavidad y fluides. Los dos tercios restantes son glutenina, que ayuda a la extensibilidad, un tejido más resistente y firme. (Rodríguez, 2011, como se citó en Capurro & Huerta, 2016).

➤ **Harina de Trigo**

Nos menciona Rodríguez, 2011, como se citó en Capurro & Huerta, 2016; para la elaboración de esta harina se utiliza trigo blando, que se caracteriza por granos muy finos, debe presentar bajo contenido proteico, bajo contenido en cenizas, y un color blanco intenso. Sus propiedades reológicas mejoran la ductilidad y minimizan la tenacidad.

En general, con algunas excepciones, la harina para galletas suele ser esponjosa, baja en gluten y muy elástica. Si la variedad de galletas horneadas es desmenuzable y ligeramente dulce, generalmente tiene un contenido de proteína

de 8 a 9. %, pero otras galletas esponjosas o bizcochos, o si la receta incluye levadura comprimida, tendrá un porcentaje de proteína más bajo. 9-10%.

**Tabla 01**

*Estructura Fisicoquímica de la Harina de Trigo*

<b>Componente</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
- Porcentaje de Humedad	No especificado	14.5
- Porcentaje en base seca de Cenizas.	No especificado	0.71
- Porcentaje de Acidez (de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	No especificado	0.10
- Masa en Hierro (mg/kg de harina)	55.0	No especificado
- Masa en Tiamina (mg/kg de harina)	5.0	No especificado
- Masa en Riboflavina (mg/kg de harina)	4.0	No especificado
- Masa Niacina (mg/kg de harina)	48.0	No especificado
- Masa Ácido fólico (mg/kg de harina)	1.2	No especificado

*Fuente:* Molinera Inca, 2013, como se citó en Capurro & Huerta, 2016.

Se obtiene una harina con un mayor rendimiento de molienda la cual tiene un mayor contenido de lípidos, proteínas, fósforo, calcio, hierro, vitaminas B1 y B2, y un menor porcentaje de hidratos de carbono, lo que se traduce en unas calorías más bajas. (Molinera Inca, 2013, como se citó en Capurro & Huerta, 2016).

#### **2.2.1.5.2 Sustitutos del Trigo**

Un sustituto es aquel que reemplaza parte de la harina de trigo en la elaboración de pasteles, panes, pastas, galletas, etc. Estos son otros cereales (maíz, arroz, avena, cebada, centeno), pseudocereales (kiwicha, quinua, kaniwa), raíces (boniato, yuca), tubérculos (papa), legumbres, etc. Un excelente sustituto mantiene o mejora la calidad del trigo, sus propiedades organolépticas o nutricionales. (Gomez e Ibañez, 2009, como se citó en Capurro & Huerta, 2016).

#### **2.2.1.5.3 Insumos**

##### ➤ **Azúcar**

La finalidad básica del azúcar es agregar dulzura y suavidad a los productos horneados. Cuando se usa en pequeñas proporciones, no afecta la estructura, pero en proporciones iguales o mayores que la harina, puede cambiar las propiedades de la masa. Este insumo que no se disuelve completamente, puede afectar la estructura del gluten,

volviéndolo más viscoelástico y resistente al batido. La sacarosa también actúa como un vehículo para introducir aire en la masa, lo que se puede hacer con grasa o huevos, lo que ayuda a que la masa suba más. (Garda, 2002, como se citó en Capurro & Huerta, 2016).

➤ **Grasas**

La grasa es el tercer ingrediente con mayor importancia para la industria de la panificación después de la harina y el azúcar. La grasa de la masa actúa como antiaglomerante, ayudando a aumentar su plasticidad, mientras que la adición de grasa suaviza la masa y actúa como lubricante.

En la mayoría de las masas, la capacidad de la superficie de la harina se ve afectada por el uso de emulsionantes adecuados, que son necesarios para la distribución uniforme de la grasa en la masa y, por lo tanto, la distribución uniforme de la red de gluten. (Manley, 1989, como se citó en Capurro & Huerta, 2016).

➤ **Sal**

El cloruro de sodio utilizada en la industria panadera debe estar limpia y debe tener una granulometría homogénea, preferiblemente la sal marina. La falta de sal da como resultado una masa pegajosa y demasiado blanda, por lo que este insumo va a mantener la masa firme. (Calaveras J., 2004, como se citó en Capurro & Huerta, 2016).

➤ **Huevo**

La función principal de los huevos es unir los alimentos e incrementar la estabilidad del producto. El huevo es el alimento elegido en la mayoría de las panaderías y pastelerías, pero sus cualidades no pueden pasar desapercibidas en la cocina, aportando un excelente valor nutricional al producto final, así como una buena textura y un excelente color, además de los beneficios de las vitaminas A, D y E, hierro, fósforo, calcio, grasa, tiamina, riboflavina y otros componentes necesarios para el desarrollo humano. (Calaveras J., 2004, como se citó en Capurro & Huerta, 2016).

#### 2.2.1.5.4 Componentes Mejorantes de galleta

➤ **Polvo de hornear**

El bicarbonato es una sustancia sólida espumante con un elemento alcalino. También se les llama levadura química. Tiene como función principal generar gas para así aumentar el volumen final del producto antes de que la desnaturalización proteica complete la cocción. Se encuentra más comúnmente en panes rápidos como panqueques, galletas y muffins.

➤ **Esencia de vainilla**

El aditivo que aporta color, sabor y un agradable aroma a los productos horneados, en este caso a las galletas enriquecidas.

➤ **Material de embalaje**

El empaque es más que un entorno conveniente para enviar piezas de manera segura a los consumidores. También te permite mostrar nociones sobre tipo, peso, contenido, fabricante, precio, etc. Esto puede ser requerido por ley junto con otras características más artísticas relacionadas con atraer clientes, alentar una compra o hacerlos fácilmente reconocibles. (Capurro & Huerta, 2016).

### 2.2.2. Enriquecimiento de galletas

#### 2.2.2.1 Características de una galleta enriquecida

Nos menciona Arroyo & Barrientos, s.f., como se citó en Alamo Viera et al., 2020:

Las galletas nutritivas, como cualquier galleta, tienen una textura más o menos firme y crujiente, cualquier forma y tamaño. Se obtienen cociendo masas de harina, que se pueden también fermentados, leche, sal, huevos, almidón, agua potable, mantequilla, azúcar, grasas alimenticias, colores, sabores, conservantes y otros ingredientes permitidos. Este rompecabezas es rico en uno o más alimentos nutritivos esenciales para brindar valor agregado y alcanzar excelentes galletas. La característica principal de las galletas nutricionales es la presentación de ingredientes de alta calidad nutritiva, además tienen una superficie y una textura ligeramente brillantes al horno crujiente y abierto al gusto del consumidor, haciéndolo agradable. Hay diferentes galletas nutritivas, la mayoría son dulces, pero también saladas, cremosas, etc. Los ingredientes de las galletas nutricionales son una fuente de calorías para niños, adultos y ancianos. Éste producto es aceptado por

los consumidores y puede reemplazar una comida en muchos casos de cualquier hora del día.

#### **2.2.2.2 Propiedades**

El ingrediente principal de las galletas nutricionales son las proteínas, por lo tanto, los carbohidratos y las grasas se consideran ideales para mantener la salud, lleva una alimentación sana y equilibrada. Los nutrientes son compuestos necesarios para la supervivencia y el crecimiento del metabolismo del cuerpo humano. Los hombres necesitan al menos 40 nutrientes para disfrutarlos para estar sano y obtenerlo de diferentes alimentos, es muy importante una dieta variada. (Instituto de la galleta, s.f., como se citó en Alamo Viera et al., 2020).

#### **2.2.2.3 Beneficios**

Las galletas nutritivas forman parte de una dieta saludable gracias al aporte energético que aportan a partir de macro y micronutrientes, vitaminas y minerales. El poder de las galletas nutricionales radica en su aporte llena de energía. La razón por la que se puede elegir en cualquier momento del día. A menudo, estas galletas se complementan con otros alimentos: leche, yogur, fruta, zumo o chocolate. (Instituto de la galleta, s.f., como se citó en Alamo Viera et al., 2020).

#### **2.2.2.4 Principales ingredientes para una galleta nutritiva**

##### **2.2.2.4.1 Harina.**

Es el ingrediente principal para la elaboración de galleta o de cualquier otro producto de panificación, proviene de la moliendo de los granos de cereales. (Carrasco & Sánchez, 2019)

En el caso de este trabajo de investigación para elaborar galletas enriquecidas emplearemos una mezcla alimenticia, que consta de harina de cebada, de maíz morado y de soja.

##### **2.2.2.4.2 Concentrado Proteico**

Se llaman concentrado proteico a los que aportan proteínas, sean animal o vegetal, dentro de este grupo de ingredientes encontramos a la leche y los huevos frescos ( MINSa e INS, 2001, citado en Contreras et al., 2018).

### **2.2.2.5 Contraindicaciones**

Nos menciona Melara, 2019, como se citó en Alamo Viera et al., 2020; aunque las galletas de nutrición tienen menos azúcar que las galletas tradicional, demasiados de estos pueden causar los siguientes problemas:

- Niveles elevados de triglicéridos.
- Niveles elevados de insulina que conducen a la diabetes tipo 2, que se vuelve
- Frecuente en niños.
- En ciertos casos, puede causar daño al páncreas.
- Favorece el incremento de la obesidad por la presencia de harina.
- Causante de enfermedades cardiovasculares.
- Influye en la salud bucal.

### **2.2.3. Normativas técnicas de calidad para galletas enriquecidas y/o nutritivas**

Estas normativas regulan la calidad de las galletas nutritivas peruanas y están representadas por puntos diferentes.

#### **2.2.3.1 Características**

Las características organolépticas de la galleta en cuanto a color son la ausencia de zonas quemadas, sin olores específicos no relacionados con la naturaleza del producto, sin olores a humedad, texturas suave y frágil, libre de insectos vivos o muertos u otras materias extrañas. De acuerdo con las normas de higiene en la producción, preparación y venta de productos de panadería, Galletas y confites, Resolución Ministerial N° 1020-2010/Aprobación MINSA, las galletas deben el porcentaje máximo de humedad es del 12% (Ministerio de Salud, 2010, como se citó en Alamo et al., 2020).

Ley N° 30021 "Ley de promoción de la alimentación saludable de niños y jóvenes" sus normas' que estipulan un porcentaje mínimo de proteínas del 8,5%; el azúcar total (g /100 g) debe ser inferior a 22,5; la grasa saturada (mg/100 g) debe ser inferior a 6; otras cosas el sodio (mg/100 g) debe ser inferior a 800. El último son las grasas trans (g de ácidos trans/100 g de sustancia grasa), con un tamaño máximo de 5 (Ministerio de Salud, 2017, como se citó en Alamo et al., 2020).

#### **2.2.3.2 Presentación**

Los envases usados deben ser nuevos y sellados. El envase es de los siguientes materiales, polipropileno biorentado (BOPP) metalizado o doble o triple laminado o Los vasos y

cajas de BOPP deben ser de cartón corrugado (Ministerio de Salud, 2017, como se citó en Alamo et al., 2020). De acuerdo al artículo 117 del “Reglamento de Supervisión y Gestión Sanitaria de Alimentos y Bebidas”.

Aprobado por Decreto Supremo nro. 007-98-SA y la Ley de promoción de la Alimentación Saludable para niños, niñas y adolescentes, y su reglamento aprobado por Decreto Supremo N. 017-2017-SA, la rotulación debe estar presente en cada presentación individual y debe contener la siguiente información (Ministerio de Salud, 2017, como se citó en Alamo et al., 2020).

- Nombre del producto.
- Peso neto.
- Declaración de los ingredientes y aditivos empleados en la elaboración de las galletas.
- Nombre o razón social y dirección del fabricante.
- Fecha de vencimiento.
- Código de lote.
- Condiciones de conservación.
- Información nutricional.
- Código de Registro Sanitario.
- Octógono de advertencia.

### **2.2.3.3 Certificación obligatoria**

Documentos obligatorios, registro higiénico de mercancías, cambios y prórrogas, según la correspondencia emitida por DIGESA debe corresponder al producto, envase y diseño, se refiere al momento en que los directores que brindan certificación técnica formal, inquietudes y decisiones Plan HACCP emitido por DIGESA asignado a la línea de producción de este producto.

Requisitos que son válidos durante la elaboración del producto (Ministerio de Salud, 2010, como se citó en Alamo et al., 2020). Y un certificado o informe de inspección de lotes emitido por un organismo de inspección reconocido antes de INACAL-DA. (por número de lote) para análisis sensoriales, físico-químicos y microbios (Gerencia Regional de Salud, 2008, como se citó en Alamo et al., 2020).

## 2.2.4. Harina de cebada

### 2.2.4.1. Obtención.

Para obtener harina de cebada, se realiza mediante la molienda de los granos de cebada, que previamente han pasado por un acondicionamiento, que implica selección, limpieza, tostado, enfriamiento y luego recién viene la molienda, para finalmente tamizarlos, envasarlo y sellarlo. (Flores, 2021)

### 2.2.4.2. Propiedades Medicinales.

Presenta propiedades como que ayuda a regular los niveles de glucosa, debido a que tiene un bajo índice glucémico, además es un alimento energético para el ser humano, ayuda a mejorar la piel y el sistema nervioso, asimismo alivia el estreñimiento por que posee alto nivel de fibra, baja los niveles de colesterol malo y previene la retención de líquidos. (Flores, 2021)

### 2.2.4.3. Valor Nutricional.

En la tabla 02 se muestra el contenido nutritivo de la harina de cebada por cada 100 g.

**Tabla 02**

*Contenido Nutritivo de la Harina de cebada por cada 100g*

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Energía	394	kcal
Proteína	9,09	g
Lípidos totales	1,52	g
-Carbohidratos	81,82	g
-Fibra	9,1	g
-Calcio (Ca)	27	mg
-Hierro (Fe)	3,03	mg
-Potasio (K)	327	mg

**Fuente:** U.S. DEPARTAMENT OF AGRICULTURE, citado en Flores, 2021.

### 2.2.4.4. Características Físicoquímicas.

La tabla 03 muestra las propiedades físicoquímicas de la harina de cebada.

**Tabla 03***Propiedades Fisicoquímicas de la Harina de Cebada*

<b>Requisitos</b>	<b>Especificación</b>
Proteína (%)	Mínimo 8.40%
Grasa (%)	Mínimo 3.10%
Carbohidratos (%)	La diferencia
Fibra (%)	Mínimo 1.50%
Ceniza (%)	Máximo 2.40%
Humedad (%)	Máximo 5.00%
Energía (Kcal)	Mínimo 273.3 kcal

**Fuente:** (Resolución N ° 2183-2019-TCE-S3, 2019)

**2.2.4.5. Vida Útil.**

Flores, (2021), nos menciona que el periodo de tiempo util de la harina de cebada es de aproximadamente de 6 a 8 meses contados desde el dia que a sido empaquetada, esto se cumple si se encuentran en ambientes frescos. Si se almacena en refrigerados a 4 °C es en promedio de 6 a 8 meses y en congeladores a -18°C es de 1 a 2 años.

**2.2.5. Harina de Soja.****2.2.5.1. Concepto.**

Budui citado en Diaz & Espinoza, (2022) conceptualiza a la harina de soja como un producto no tan refinado y con un minimo de 40% de proteinas, ademas podemos encontrarla desgrasada, semidesgrasada o sin desgrasar en hojuelas, granulos a polvo.

**2.2.5.2. Obtención.**

Consiste simplemente es pasar los granos de soja por la operación unitaria de molienda para de esta manera obtener la harina de soja. (Sandoval, 2020).

**2.2.5.3. Composición Química.**

La tabla 04 muestra la estructura química por cada 100 g de harina de soja sin desgrasar y desgrasada.

**Tabla 04***Composición Química de la Harina de Soja Sin Desgrasar y Desgrasada*

Componente	Sin desgrasar*	Desgrasada*	**
Proteína	41.5	53.0	46.53
Grasas	21.0	1.0	6.70
Humedad	5.0	5.0	2.70
Fibra cruda	2.1	2.9	10.20 <sup>a</sup>
Ceniza	5.2	6.0	6.09

**Fuente:** Diaz & Espinoza,(2022)

Asimismo en la tabla 05 podemos observar la composición química harina de soja por cada 100 g que nos brinda FUNIBER, 2020, citado en Sandoval, (2020).

**Tabla 05***Composicion de la Harina de Soja por 100g.*

Nutrientes	Cantidad
Proteína (g)	36.8
Grasa Total (g)	25.5
Fibra (g)	10.7
Carbohidratos (g)	25.5
Hierro (mg)	6.9
Calcio (mg)	210
Vitamina E (mg)	1.5

**Fuente:** FUNIBER, 2020, citado en Sandoval, (2020)

Tanto de la tabla 04 y 05 podemos decir que la harina de soja está compuesta principalmente por proteínas (mayoritariamente globulinas y albuminas) y lípidos (mayormente ácidos grasos poliinsaturados indispensables, ácido linoleico y linolenico). De la misma manera el alto contenido de proteínas se debe a que cuenta dentro de su composición con los aminoácidos esenciales, que podemos observar en la tabla 06.

**Tabla 06***Composición de Aminoácidos en la Soya (mg/100g)*

Aminoácido	Grano entero de soya	Harina de Soya
Isoleucina	35	46
Leucina	79	78
Lisina	62	64
Metionina y Cisteína	21	26
Fenilalanina y Tirosina	87	88
Treonina	41	39
Triptófano	N/a	14
Valina	37	46

**Fuente:** American Soybean Association International,, citado en Sandoval, (2020).

#### **2.2.5.4.Utilidad de la Harina de Soja**

Tiene múltiples usos, pero en este trabajo de investigación será tomado en cuenta su uso para la panificación, es decir en elaborar galletas enriquecidas, aunque también es empleado en cervezas, productos dietéticos, embutidos, alimentos para animales, etc. (Ridner, 2006, citado en Diaz & Espinoza, 2022).

#### **2.2.5.5.Beneficios de la Harina de Soja en la Panificación.**

Criscaut (2006, citado en Diaz & Espinoza, 2022), nos menciona que presenta diversos beneficios en la elaboración de productos panificados, entre ellos está que no tiene gluten, complementa a aminoácidos que están ausentes en la harina de trigo, mejora el balance gbiológicos y reduce el uso de huevo al momento de la elaboración.

### **2.2.6. Harina de Maíz Morado.**

#### **2.2.6.1.Definición y Obtención.**

Al igual que las otras harinas, se obtiene a partir de la molienda de los granos del maíz morado, asimismo se puede acondicionar previamente la materia prima, como selección, clasificado, desgranado y secado Carrasco & Sánchez, (2019)

#### **2.2.6.2.Composición Nutricional.**

Está compuesto por carbohidratos, proteínas, lípidos, fibras, vitaminas, minerales, pero sobre todo antocianinas que aportan muchas propiedades para el ser humano.

**Tabla 07***Composición Nutricional de la Harina de Maíz Morado*

Muestra	Antocianinas (mg/100g)	Rendimiento
Coronta	610.998	79.47
Grano	51.998	6.75
Grano molino	175.841	20.53

**Fuente:** Carrasco & Sánchez, (2019)

**2.2.6.3. Composición proximal del maíz morado**

La tabla peruana de composición de alimentos (2017) indica la siguiente composición para la harina de maíz morado.

**Tabla 08***Composición de Harina de Maíz morado*

Componentes	Cantidad
Calorías	355 kcal
Agua	11.4 g
Proteína	7.3 g
Grasa total	3.4 g
Carbohidratos	76.2 g
Ceniza	1.7 g

Fuente (Tablas peruanas de composición de alimentos, 2017)

**2.2.6.4. Propiedades Benéficas de las Antocianinas.**

Una de los principales beneficios de las antocianinas es su poder antioxidante, esto se explica en la capacidad de neutralizar radicales libres, que estos son los encargados de que las personas sufran enfermedades degenerativas, así como que inhibe las enzimas que activan los pre carcinógenos hasta carcinógenos (Moreno & Andahua, 2020).

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Diseño de mezclas:**

Los experimentos de método de superficie de respuesta representan una categoría distinta donde el enfoque se centra en productos compuestos por varios componentes. El diseño de estos experimentos es válido, especialmente en los entornos industriales donde el desarrollo y diseño de nuevos productos frecuentemente se basan en formulaciones o mezclas. En dicho escenario, el resultado o la calidad del producto final está determinada por la relación proporcional entre los distintos componentes que conforman la mezcla. (Adaptado de García & Martín, 2017, como se citó en Quispe, 2021).

- **Harina de Cebada**

El polvo fino proveniente de la cebada es una sustancia de textura suave producida a partir de la molienda de los granos de cebada. Se utiliza como un aditivo en el preparativo de alimentos, sean estos galletas, panes y productos horneados, aportando un sabor característico y una consistencia única en comparación con la harina convencional de trigo. Además, este ingrediente es fundamental en la fabricación de cerveza y otras bebidas alcohólicas por fermentación.

- **Harina de Soja**

El polvo de harina de soja es obtenido, triturando los granos de soja. Es rica en proteínas, fibras, y grasas saludables. Se utiliza en la cocina como ingrediente para enriquecer productos horneados, batidos, y otros alimentos. Este ingrediente es una alternativa popular para aquellas personas con intolerancia al gluten, ya que es naturalmente libre de gluten. También se utiliza en la elaboración de productos como tofu y leche de soja.

- **Harina de Maíz Morado**

Esta harina es un producto extraído del maíz morado, un tipo de maíz de color púrpura. Este insumo es obtenido al trituras los granos de maíz morado utilizados comúnmente en la cocina para dar color y sabor a diversos alimentos. Además de sus beneficios nutricionales, frecuentemente se usa en la producción de comestibles como tortillas, panes, pasteles y otros alimentos.

- **Enriquecimiento de galletas**

El enriquecimiento en galletas se refiere a la adición de ingredientes nutricionales para mejorar su valor nutricional. Pueden incluir elementos como vitaminas,

minerales, fibras, proteínas u otros nutrientes beneficiosos para la salud. Esto permite que las galletas no solo sean un placer para el paladar, sino que también ofrezcan beneficios nutricionales adicionales. El enriquecimiento busca mejorar el perfil nutricional de los alimentos procesados, como las galletas, para proporcionar opciones más saludables a los consumidores.

## **2.4. Hipótesis de investigación**

### **2.4.1. Hipótesis general**

- Es viable desarrollar una galleta enriquecida con la adición de harinas de harinas de cebada, soja, y maíz morado aplicando el diseño mezclas.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- Se podrá determinar la formulación óptima de la galleta enriquecida con harinas de cebada, soja, y maíz morado.
- Es factible evaluar las características fisicoquímicas de la galleta enriquecidas con harinas de cebada, soja, y maíz morado.
- Existe diferencias en las formulaciones de galletas enriquecidas con harinas de cebada, soja, y maíz morado mediante la evaluación sensorial.

## 2.5. Operacionalización de las variables

**Tabla 09**

*Operacionalización de las variables*

<b>Tipo de Variable</b>	<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Instrumento de Medición</b>	<b>Unidad de Medida</b>
Variable Independiente	Harina de cebada	Es un polvo fino obtenido en la molienda de los granos de cebada	Análisis fisicoquímicos	Humedad Acidez pH Cenizas Color	Método AOAC M 14.003	%
	Harina de soja	Es un polvo que se obtiene al triturar los granos de soja, Es rica en proteínas, fibras y grasas saludables.	Análisis fisicoquímicos	Humedad Acidez pH Cenizas Color	Método AOAC M 14.003	%
	Harina de maíz morado	La harina de maíz morado es obtenida a partir del maíz morado, y presenta una coloración purpura	Análisis fisicoquímicos	Humedad Acidez pH Cenizas Color	Método AOAC M 14.003	%
Variable Dependiente	Elaboración de galletas enriquecidas	Galleta enriquecida obtenido de mezclar las harinas en diferentes proporciones	Análisis fisicoquímicos	Proteína	Método AOAC	%
				Grasa		%
				Carbohidratos		%
				Humedad		%
				Aw		%
				Acidez		%
				Color		L*a*b*
			Análisis sensorial	Color	Panelistas	Cartilla hedónica de 5 puntos.
				Sabor		
				Olor		
				Textura Aceptabilidad		

## CAPITULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. Diseño metodológico

#### 3.1.1. Tipo de Investigación.

La metodología de Investigación empleada responde a un Diseño Experimental aplicado, caracterizado por un enfoque científico y el método sistemático adoptado por los investigadores es utilizado para la manipulación de la variable independiente en relación con la variable dependiente.

#### 3.1.2. Nivel de Investigación

Para esta investigación se presenta un nivel aplicativo, en donde se manipula las variables con el propósito de lograr el objetivo del estudio para determinar la aceptabilidad del producto.

#### 3.1.3. Diseño de Investigación.

Para la realización de este estudio se llevó a cabo en dos etapas.

Etapas I: Formulación de los componentes de la mezcla para la elaboración de la galleta enriquecida de Harina de Cebada, Harina de Soja y Harina de Maíz Morado.

Etapas II: Elaboración las galletas enriquecidas y evaluación de las características fisicoquímica y sensoriales.

##### 3.1.3.1 Etapa I: Formulación de los componentes de la mezcla para la Producción de galletas.

En la preparación de la galleta usaremos la harina de cebada, harina de soja, harina de maíz morado. Para poder formular el diseño de mezclas con Vértices extremos este tipo de diseño se utiliza cuando se necesita determinar proporciones de una mezcla que puede llevar varios componentes.

El diseño experimental usado es el de “Vértices extremos” elegido por que estos diseños abarcan se concentran en una fracción más reducida del espacio total del simplex, resultando en un conjunto de 6 tratamientos, tal como lo indica Montgomery (2013). Para la formulación del diseño se consideraron las restricciones de los límites inferiores y límites superiores de los tres componentes incluidos la mezcla establecida, siendo estas:

- Harina de Cebada (X<sub>1</sub>) 60 a 80 %
- Harina de Soja (X<sub>2</sub>) 15 a 35 %
- Harina de Maíz Morado (X<sub>3</sub>) 5 a 15 %

Una vez definidos los componentes fijos, se utilizó el programa Minitab 17 y se insertó nuestros datos definidos para que así el programa nos arroje la cantidad de tratamiento que se tiene que hacer.

**Tabla 10**

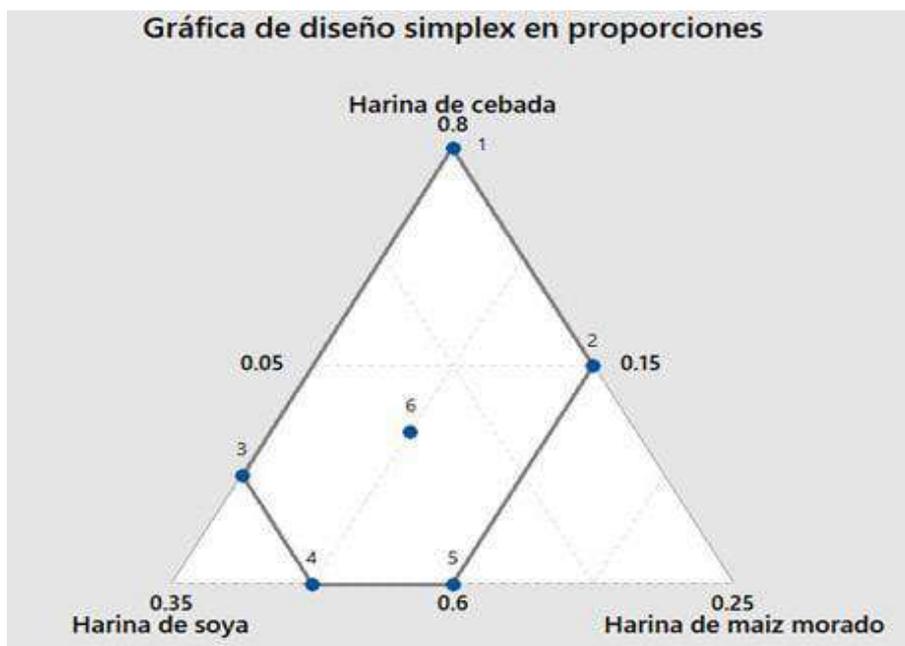
*Componentes y tratamientos por cada etapa de proceso.*

Componentes			Respuestas						
Harina de Cebada (X <sub>1</sub> ) %	Harina de Soja (X <sub>2</sub> ) %	Harina de Maíz Morado (X <sub>3</sub> ) %	% Ceniza	% Acidez	% Humedad	pH	Aw	Color	Aceptabilidad general
80.0	15	5.0							
70.0	15	15.0							
65.0	30	5.0							
60.0	35	5.0							
60.0	25	15.0							
67.0	23	10.0							

*Nota:* Para el diseño de mezclas con vértices extremos contamos con 6 tratamientos, los cuales fueron generados mediante el software MINITAB 17, utilizando tres factores, en este caso las harinas mencionadas.

En la tabla 10 se encuentran los componentes utilizados como Harina de Cebada, harina de soja y harina de maíz morado con sus determinados porcentajes, así mismo se muestra los atributos que se desarrolló como aceptabilidad general, acidez y humedad

Figura 1. Determinación las líneas de restricción



Fuente: MINITAB 17

La figura 1 muestra las restricciones que corresponden a los valores máximos y mínimo de cada uno de los componentes, los que se determinaron a través de ensayos preliminares, Se establecieron restricciones de los valores de los componentes para asegurar la presencia de los tres componentes en la mezcla. Este diseño se basa en el siguiente modelo matemático:

a) Lineal

La cantidad de pruebas en el diseño base se da, si el modelo más complejo se ajusta a un modelo lineal. Un modelo de este tipo se expresa de la siguiente manera:

$$Y = \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 \dots\dots\dots(2)$$

b) Cuadrático

La cantidad de pruebas en el diseño base se da, si el modelo más complejo se ajusta a un modelo cuadrático. Un modelo de este tipo se expresa de la siguiente manera:

$$Y = \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_{12}X_1X_2 + \beta_{13}X_1X_3 + \beta_{23}X_2X_3 \dots\dots\dots(3)$$

c) Cúbico especial

La cantidad de pruebas en el diseño base se da, si el modelo más complejo se ajusta a un modelo cúbico especial. Un modelo de este tipo se expresa de la siguiente manera:

$$Y = \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_{12}X_1X_2 + \beta_{13}X_1X_3 + \beta_{23}X_2X_3 + \beta_{123}X_1X_2X_3 \dots\dots\dots(4)$$

#### d) Cúbico

La cantidad de pruebas en el diseño base se da, si el modelo más complejo se ajusta a un modelo cúbico completo. Un modelo de este tipo se expresa de la siguiente manera:

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{123} X_1 X_2 X_3 + D_{12} X_1 X_2 (X_1 - X_2) + D_{13} X_1 X_3 (X_1 - X_3) + D_{23} X_2 X_3 (X_2 - X_3) \dots\dots\dots(5)$$

Obviamente, no es factible obtener una mezcla que contenga un 100% de Harina de Cebada, 100% de Harina de Soja y 100% de harina de Maíz morado simultáneamente, por lo tanto el diseño previamente definido corresponderá a un triángulo que refleje la misma proporción en otro triángulo más grande que simboliza todo el universo de posibilidades de mezclas; esto implica que se trabajara con un diseño de mezcla con restricciones.

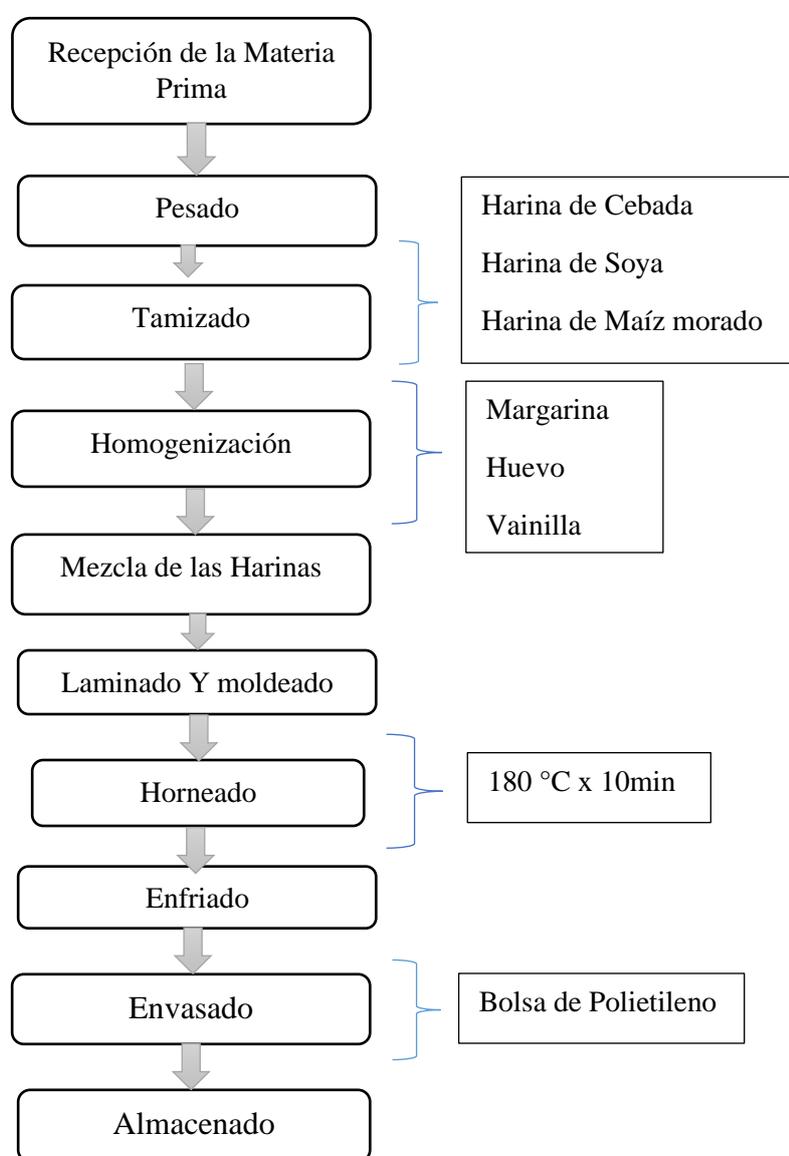
#### 3.1.3.2. Etapa II: Elaboración las galletas enriquecidas y evaluación de las características fisicoquímica y sensoriales.

La figura 4 detalla la metodología experimental que se usó en la investigación, la cual se efectuó cumpliendo con el flujo del procesamiento para elaborar la galleta enriquecida.

- **Recepción:** La materia prima que se proceso fue la harina de cebada como base, harina de soja y harina de maíz morado.
- **Pesado:** Según la formulación establecida se pesó todos los insumos requeridos, usando una balanza analítica.
- **Tamizado:** Para este proceso se utilizó un colador o también llamado tamiz, se pasó por el colador cada harina para así poder separar cualquier materia extraña o grumo de las harinas.
- **Homogenización:** En esta etapa se mezcló la margarina, el azúcar, la vainilla y el huevo, se batió por unos 15 minutos hasta formar una pasta homogénea.
- **Mezcla de Harinas:** En esta etapa se adiciono las harinas hasta formar una masa uniforme y compacta.
- **Laminado y moldeado:** Para esta etapa se aliso con un rodillo y papel manteca hasta conseguir una lámina de 4 milímetros de espesor, luego se procedió a cortar con un molde de metal, y se colocó en la bandeja.

- **Horneado:** En esta etapa se utilizó un horno de cocina, en las que las galletas fueron horneadas a 180°C de temperatura por un tiempo de 10 minutos
- **Envasado:** Se envasa en recipientes de PET previo esterilizado y se cierran herméticamente.
- **Almacenamiento:** A temperatura ambiente.

Figura 2. Diagrama de Flujo de la elaboración de la galleta



### 3.1.3.3. Formulación de la galleta enriquecida y la óptima

En su tesis Oyola y Padilla (2020), formularon y agregaron nuevos ingredientes como la lecitina y bicarbonato de sodio.

**Tabla 11**

*Formulación que se obtiene partiendo de los ensayos preliminares.*

Materia prima e insumos	% En base al total
Harina de trigo	29.813
Harina de tocosh	2.981
Harina de kiwicha	9.796
Mantequilla	22.17
Azúcar	20.33
Huevo	11.30
Leche en polvo	1.28
Bicarbonato de sodio	0.43
Lecitina de soya	06.4
Polvo de hornear	0.6.
Esencia	0.4
Sal	0.18

*Nota.* Formulación de su Galleta de Oyola y Padilla ( 2020)

En la tabla 11 nos muestra que se utilizó lecitina de soya al 0,64% y bicarbonato de sodio al 0.43% en base al total respectivamente, así mismo se observa que las harinas utilizadas fueron; harina de tocosh, harina de kiwicha y harina de trigo entre los demás ingredientes tenemos; huevo, mantequilla, azúcar, esencia de vainilla, leche en polvo y sal.

A partir de la anterior tabla, determinamos la formulación de las galletas enriquecida la cual quedó de la siguiente manera:

**Tabla 12***Formulación de galleta a base de harina de cebada, soja y maíz morado*

<b>Ingredientes</b>	<b>T 1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Harina de Cebada	34.07	29.81	27.68	25.55	25.55	28.54
Harina de Soja	6.39	6.39	12.78	12.78	10.65	9.79
Harina de Maíz Morado	2.13	6.39	2.13	4.26	6.39	4.26
Mantequilla	22.17	22.17	22.17	22.17	22.17	22.17
Azúcar	20.33	20.33	20.33	20.33	20.33	20.33
Huevo	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
Leche en polvo	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28
Bicarbonato de sodio	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
Lecitina de soja	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
Polvo de hornear	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
Esencia de vainilla	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
Sal	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18

En la tabla 12 se tiene la formulación de los ingredientes con los 6 tratamientos (%), siendo harina de cebada para el T1: 34.07%, T2: 29.81%, T3: 27,68%, T4: 25,55%, T5: 25,55%, T6: 28.54%, harina de soja para el T1: 6,39%, T2: 6,39%, T3: 12,78%, T4: 12,78%, T5: 10,65%, T6: 9,79% y harina de maíz para el T1: 2,13%, T2: 6,39%, T3: 2,13%, T4: 4.26%, T5: 6,39%, T6: 4,26%, conjuntamente con los demás ingredientes y sus respectivos % por cada tratamiento.

### **3.1.3.2 Evaluación de las características fisicoquímica de la galleta enriquecida.**

Las determinaciones físicas químicas del producto terminado fueron realizadas en el Laboratorio de análisis de alimentos, donde se emplearon las normativas mostradas a continuación:

Análisis del contenido de humedad. – NTP 205.002:2021

Análisis del contenido de cenizas. – NTP 205.004:2017

Análisis del contenido de fibra bruta. – NTP 205.003

Análisis del contenido de proteínas. – NTP 205.005:2018

Análisis del contenido de grasas. – NTP 205.006:2017

Análisis del contenido de carbohidratos. – Por diferencia MS-INN

### **3.1.3.3 Evaluación sensorial de los tratamientos obtenidos de diseño de mezcla con vértices extremos**

Se adopto por usar el enfoque de Meiselman y Schutz (2003) citado en Velásquez, et al. (2014), considerando 50 panelistas (se pone un autor conforme los que has evaluado en la tesis) no entrenados en la que se determinó la valoración de la aceptabilidad general de cada tratamiento utilizando una escala hedónica de cinco niveles (“me gusta muchísimo” a “me disgusta muchísimo”), ya que esta escala resulta más fácil de comprender para los consumidores, razón por la cual se implementó dicho método.

### **3.1.4. Análisis estadístico**

En el análisis estadístico para la determinación del estudio se ve que si presenta diferencias significativas en el contraste de los resultados de la evaluación sensorial con los tratamientos efectuados en el producto terminado, se realizó una comparación de medianas de Friedman y la prueba de Nemenyi, haciendo uso del programa Xlstat 2017 y Statistica 10 en sus versiones de prueba.

## **3.2.Población y muestra**

### **3.2.1. Población**

En este estudio se determinó que la población estará determinada por la cantidad de Harina que se empleará para realizar la mezcla en la obtención de la galleta enriquecida en el laboratorio de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

### **3.2.2. Muestra**

La muestra es conformada por la mezcla de ingredientes (Harina de cebada, Harina de soja y Harina de maíz morado) en la producción por sustitución de la galleta enriquecida.

### **3.3.Técnica de recolección de datos**

**La observación**, se emplea para verificar los resultados del proceso de mezcla de las diferentes Harinas.

### **3.4.Técnicas para el procesamiento de la información**

- Para procesar la información se hizo uso de la técnica estadística del Diseño de métodos de superficies.
- Se utiliza el estadístico del Análisis de la Varianza (ANOVA)
- El Procesamiento estadístico se desarrollará con el software Minitab 17

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis de resultados

#### 4.1.1. Análisis de la materia prima

En la tabla 13 se muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados las harinas.

**Tabla 13**

*Resultado de los análisis Fisicoquímicos de las Harinas*

Características físico-química	Harina de Cebada	Harina de Soja	Harina de Maíz morado
Humedad (%)	11.0822	8.1526	10.3276
Cenizas (%)	3.0902	4.2842	1.618
pH	5.71	6.36	5.63
Acidez (%)	0.4374	0.5767	0.0698

En NTP 205.040:2016 (revisada el 2022) se establecen los requisitos fisicoquímicos de harinas sucedáneas de trigo para el consumo del ser humano como se presentan a continuación:

**Tabla 14**

*Requisitos físico químicos de harinas sucedáneas de trigo para consumo humano*

Ensayo	Tubérculos Y Raíces	Leguminosas De granos Alimenticios	Gramíneas	Tolerancia	Método de ensayo
Humedad (g/100 g)	15	15	15	Una unidad en más de la cifra indicada como máximo para cada producto	NTP 205.037 AOAC 925.09
Ceniza (g/100 g)	2.5	5.0	2.0	5% del valor Máximo establecido	NTP 205.038 AOAC 923.03
Acidez titulable (expresado como g de ácido Sulfúrico/100 g muestra)	0.15	0.15	0.15	+ 10 % del valor máximo establecido	NTP 205.039(*) AOAC 940.22

(\*) Para harinas con contenido similar de grasa al de harina de trigo 1 % o menos.

Para las harinas sucedáneas con contenidos mayores del 1% de grasa la determinación del grado de acidez se efectúa de acuerdo a las especificaciones de la norma técnica correspondiente.

#### 4.1.2. Resultados de los análisis fisicoquímicos y aceptabilidad de galletas enriquecidas

La tabla 15 muestra los resultados de todas las variables observadas (dependientes), las cuales pertenecen a análisis fisicoquímicos y la aceptabilidad general de las galletas obtenidas bajo cada tratamiento estudiado.

**Tabla 15**

*Resultados del análisis proximal y aceptabilidad de la galleta enriquecidas*

T	Componentes				Atributos									
	Harina de Cebada	Harina de soja	Harina de maíz morado	%Ceniza	Color					%Humedad	Aw	pH	%Acidez	Aceptabilidad
					L	a	b	C	h					
T1	80	15	5	2.2923	49.32	10.3	19.09	21.69	61.66	4.5835	0.418	8.21	0.017	4.10
T1	80	15	5	2.1820	47.31	10.71	18.24	21.15	59.57	4.9501	0.42	8.17	0.016	3.50
T2	70	15	15	2.2837	48.91	8.47	17.83	19.74	64.59	4.0720	0.399	7.94	0.015	2.80
T2	70	15	15	2.4314	49.08	8.64	17.94	19.91	64.3	3.9273	0.401	7.99	0.014	2.50
T3	65	30	5	2.2554	54.72	10.85	23.45	25.84	65.17	5.9889	0.394	7.59	0.018	3.00
T3	65	30	5	2.2892	53.92	10.73	23.41	25.75	65.37	6.9423	0.396	7.64	0.018	2.90
T4	60	35	5	2.2545	45.43	10.38	16.96	19.88	58.55	3.8979	0.353	7.54	0.020	3.37
T4	60	35	5	2.2335	48.63	10.73	19.27	22.06	60.91	4.0875	0.359	7.5	0.021	2.89
T5	60	25	15	3.0000	46.79	10.43	17.46	20.34	59.14	3.7327	0.319	7.34	0.031	2.23
T5	60	25	15	2.5028	46.42	10.28	16.9	19.77	58.69	5.2763	0.323	7.3	0.030	1.82
T6	67	23	10	2.2894	44.67	10.59	14.41	17.89	53.69	4.7637	0.362	7.39	0.024	2.55
T6	67	23	10	2.3647	44.3	10.45	14.54	17.91	54.3	3.7601	0.362	7.41	0.025	2.44

En la tabla 16 se muestra la desviación estándar de cada medida obtenida instrumentalmente y siguiendo los métodos correspondientes. Se puede observar, además, la significancia de cada componente y sus interacciones debido a sus coeficientes de estimación para regresión cuadrática.

**Tabla 16**

*Desviación estándar de las mediciones obtenidas*

<b>T</b>	<b>%Ceniza</b>	<b>L</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>h</b>	<b>%Humedad</b>	<b>Aw</b>	<b>pH</b>	<b>%Acidez</b>
T1	2.2371±0.078	48.31±1.42	10.505±0.29	18.665±0.601	21.42±0.382	60.61±1.48	4.767±0.2590	0.419±0.001	8.19±0.0283	0.01665±0.001
T2	2.3575±0.104	48.995±0.12	8.555±0.120	17.885±0.078	19.825±0.12	64.445±0.21	3.9996±0.102	0.4±0.0014	7.965±0.035	0.01458±0.001
T3	2.2723±0.024	54.32±0.57	10.79±0.085	23.43±0.0283	25.795±0.064	65.27±0.141	6.466±0.6740	0.395±0.001	7.615±0.035	0.01809±0.000
T4	2.244±0.0148	47.03±2.26	10.555±0.25	18.12±1.63	20.97±1.540	59.73±1.67	3.9927±0.134	0.356±0.004	7.52±0.0283	0.02043±0.001
T5	2.751±0.352	46.605±0.26	10.355±0.11	17.18±0.396	20.055±0.403	58.915±0.32	4.504±1.0920	0.321±0.003	7.32±0.0283	0.03024±0.001
T6	2.3271±0.053	44.485±0.26	10.52±0.1	14.475±0.092	17.9±0.0141	53.995±0.43	4.262±0.7100	0.362±0	7.4±0.0141	0.02466±0.001
(A)H.C.	2,2372	48,315	10,5050	18,665	21,4200	60,615	4,7668	0,41900	8,19000	0,01665
(B)H.S.	2,2440	47,030	10,5550	18,115	20,9700	59,730	3,9927	0,35600	7,52000	0,02043
(C)H.M.	3,6905	114,958	6,0034	75,296	68,1753	149,214	18,1952	0,54628	9,59093	-0,01202
AB	0,1599	37,167	1,3200	27,613	25,1333	28,367	12,1568	0,12400	-0,38667	-0,00744
AC	-2,4251	-130,565	1,2032	-116,382	-99,8907	-161,877	-29,9255	-0,33056	-3,70187	0,04907
BC	-0,8635	-137,555	8,3032	-118,102	-98,0707	-182,227	-26,3578	-0,52056	-4,94187	0,10415
Lineal	ns	Ns	sig	ns	ns	ns	ns	sig	sig	ns
Cuadrático	ns	sig*	sig*	sig*	sig*	sig*	sig*	sig*	sig*	sig*
Special cubico	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cubico	ns	Ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Nota: (A)H.C.: Harina de cebada, (B)H.S.: Harina de soya, (C)H.M.: Harina de maíz morado. (\*) Modelo significativo elegido.

En la Tabla 17 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para los modelos lineales y cuadráticos correspondiente a la variable dependiente “% Cenizas” en las galletas enriquecidas con la adición de harina de cebada, harina de soja y harina de maíz morado. Se puede observar que los modelos no se ajustan adecuadamente para describir el comportamiento de la variable dependiente %Cenizas ( $p > 0,05$ ). Así mismo el valor  $p$  es mayor a 0,05 significa que el término del modelo es no significativo.

**Tabla 17**

*ANOVA para los modelos predictivos de % Cenizas de las galletas enriquecidas*

<b>Modelo</b>	<b>SS Efecto</b>	<b>Df Efecto</b>	<b>MS Efecto</b>	<b>SS Error</b>	<b>MS Error</b>	<b>p-valor</b>	<b>R-Sqr</b>	<b>R-Sqr Adj.</b>
Linear	0.2499	2	0.1249	0.2751	0.0306	0.0546	0.4760	0.3595
Cuadrático	0.1309	3	0.0436	0.1442	0.0240	0.2447	0.7253	0.4963
Total, ajustado.	0.5249	11	0.0477					

En la Tabla 18 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para los modelos lineales y cuadráticos correspondiente a la variable dependiente “L” valor propio del color de las galletas enriquecidas con la adición de harina de cebada, harina de soja y harina de maíz morado.

**Tabla 18**

*ANOVA para los modelos predictivos para el valor L\* del color de las galletas*

<b>Modelo</b>	<b>SS Efecto</b>	<b>Df Efecto</b>	<b>MS Efecto</b>	<b>SS Error</b>	<b>MS Error</b>	<b>p-valor</b>	<b>R-Sqr</b>	<b>R-Sqr Adj.</b>
Linear	13.8078	2	6.9039	105.3303	11.7034	0.5745	0.1159	0.0000
Cuadrático	<b>97.7189</b>	<b>3</b>	<b>32.5730</b>	<b>7.6114</b>	<b>1.2686</b>	<b>0.0008</b>	<b>0.9361</b>	<b>0.8829</b>
Total, ajustado.	119.1382	11	10.8307					

Se puede observar que el modelo cuadrático es el que mejor explica el comportamiento de la variable dependiente “L\*”, con un valor  $p$  de 0.0008 ( $p < 0,05$ ) y un  $R^2$  de 0,9361.

En la Tabla 19 se presentan los coeficientes de los modelos que mejor se ajustan al atributo “L\*”, en la que el valor  $p$  es inferior a 0,05 lo que indica que el término del modelo es significativo. En este caso, A, B, C y todas las interacciones entre componentes son los términos significativos del modelo.

**Tabla 19**

ANOVA del modelo cuadrático del valor L\* del color de las galletas enriquecidas

Factor	Coeff.	Std.Err.	p-valor	-95% IC inferior	-95% IC superior
(A)Harina de Cebada	48.32	0.7964	0.0000	46.3662	50.2638
(B)Harina de soja	47.03	0.7964	0.0000	45.0812	48.9788
(C)Harina de maíz morado	114.96	8.9420	0.0000	93.0773	136.8381
AB	37.17	5.4146	0.0005	23.9176	50.4157
AC	-130.57	17.4252	0.0003	-173.2032	-87.9275
BC	-137.56	16.8949	0.0002	-178.8956	-96.2150

La ecuación matemática del modelo cuadrático para la variable dependiente es:

$$L^* = 48,31*A+47,03*B+114,96*C+37,17*A*B-130,57*A*C-137,56*B*C$$

Este modelo cuadrático se utilizó para formar el gráfico de contornos de las restricciones del valor L\* lo que se indica en la figura 3 y en la figura 4, en la que se muestra tres dimensiones como superficie de respuesta

Figura 3. Gráfica de contorno de la variable L\* del color de las galletas.

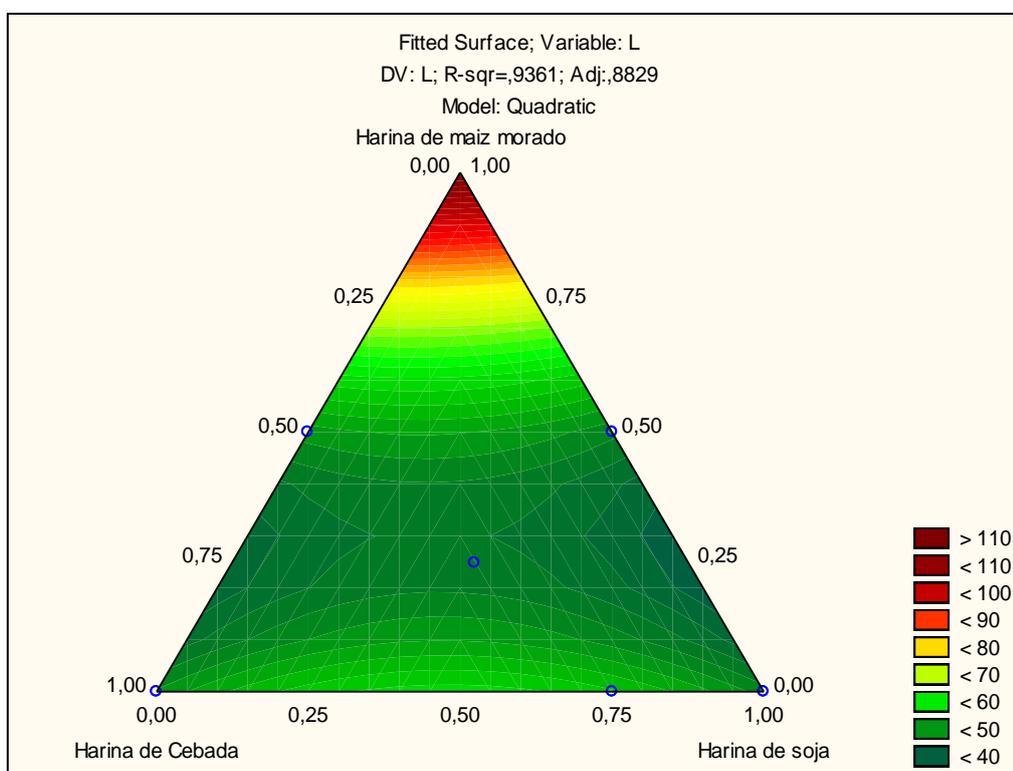
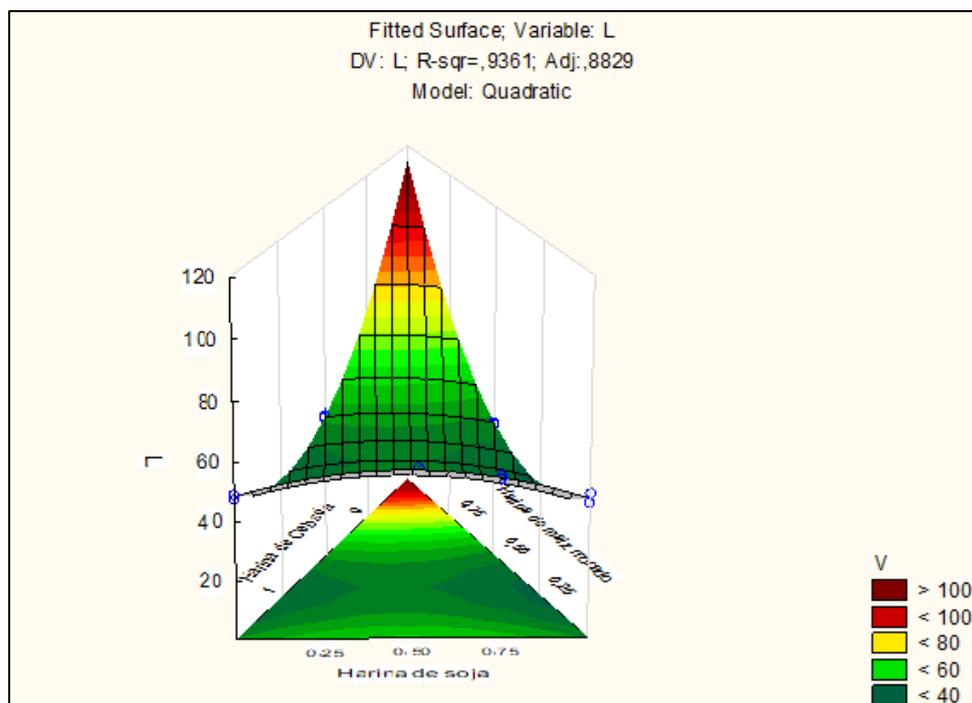


Figura 4. Superficie de respuesta para L\* del color de las galletas



La Tabla 20 presenta el análisis de varianza (ANOVA) de los modelos lineales y cuadráticos para la variable dependiente “a\*” valor propio del color de las galletas enriquecidas con la adición de harina de cebada, harina de soja y harina de maíz morado. Se puede observar la variable dependiente “a\*” se ajusta mejor al modelo cuadrático, con un valor p de 0.0005 y un R2 de 0,9731.

**Tabla 20**

*ANOVA para los modelos predictivos para el valor a\* del color de las galletas*

Modelo	SS Efecto	Df Efecto	MS Efecto	SS Error	MS Error	p-valor	R-Sqr	R-Sqr Adj.
Linear	3.8615	2	1.9308	3.1235	0.3471	0.0267	0.5528	0.4535
Cuadrático	2.9355	3	0.9785	0.1880	0.0313	0.0005	0.9731	0.9507
Total, ajustado.	6.9851	11	0.6350					

La Tabla 21 presenta los coeficientes del modelo que mejor se ajustó al atributo “a\*”, en la que el valor  $p$  es inferior a 0,05 lo que indica que el término del modelo es significativo. En este caso, A, B, C y la interacción entre componentes BC son los términos significativos del modelo.

**Tabla 21**

*ANOVA del modelo cuadrático del valor a\* del color de las galletas enriquecidas*

Factor	Coeff.	Std.Err.	p-valor	Límite de confianza -95 %	Límite de confianza +95 %
(A)Harina de Cebada	10.51	0.1252	0.0000	10.1987	10.8113
(B)Harina de soja	10.56	0.1252	0.0000	10.2487	10.8613
(C)Harina de maíz morado	6.00	1.4053	0.0053	2.5646	9.4422
AB	1.32	0.8510	0.1718	-0.7622	3.4022
AC	1.20	2.7386	0.6758	-5.4978	7.9042
BC	8.30	2.6552	0.0204	1.8061	14.8003

La ecuación matemática del modelo cuadrático para la variable dependiente es:

$$a^* = 10,51*A+10,56*B+6,00*C+1,32*A*B+1,20*A*C+8,30*B*C$$

Este modelo cuadrático se utilizó para formar el gráfico de contornos de las restricciones del valor a\*, lo que se indica en la figura 5 y en la figura 6 en la que se muestra tres dimensiones como superficie de respuesta

*Figura 5. Superficie respuesta para variable a\* de color*

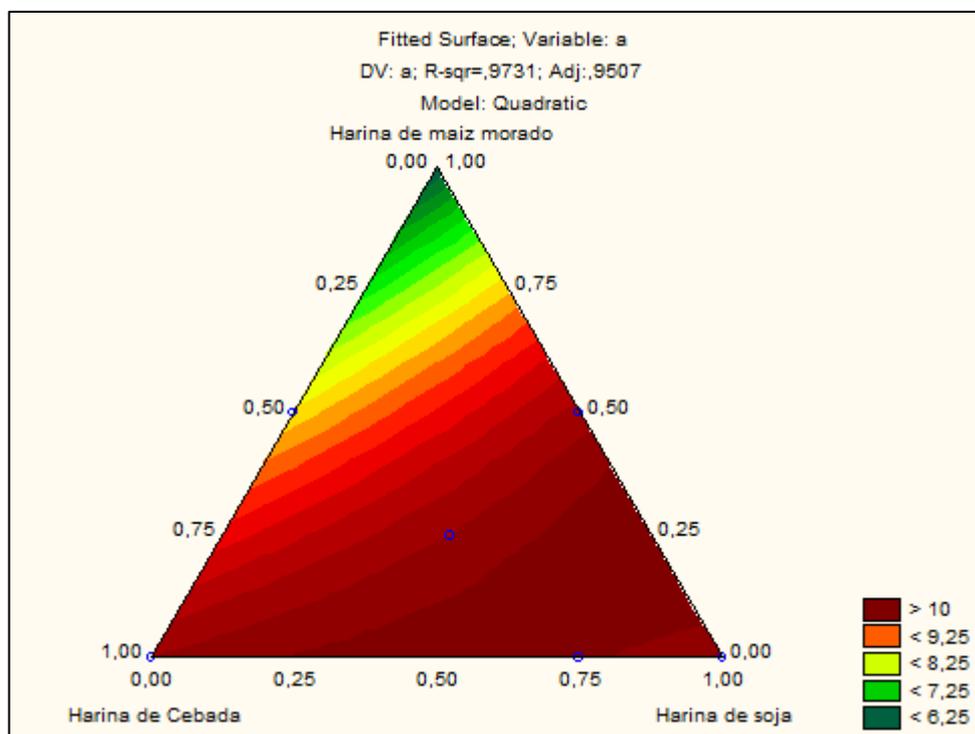
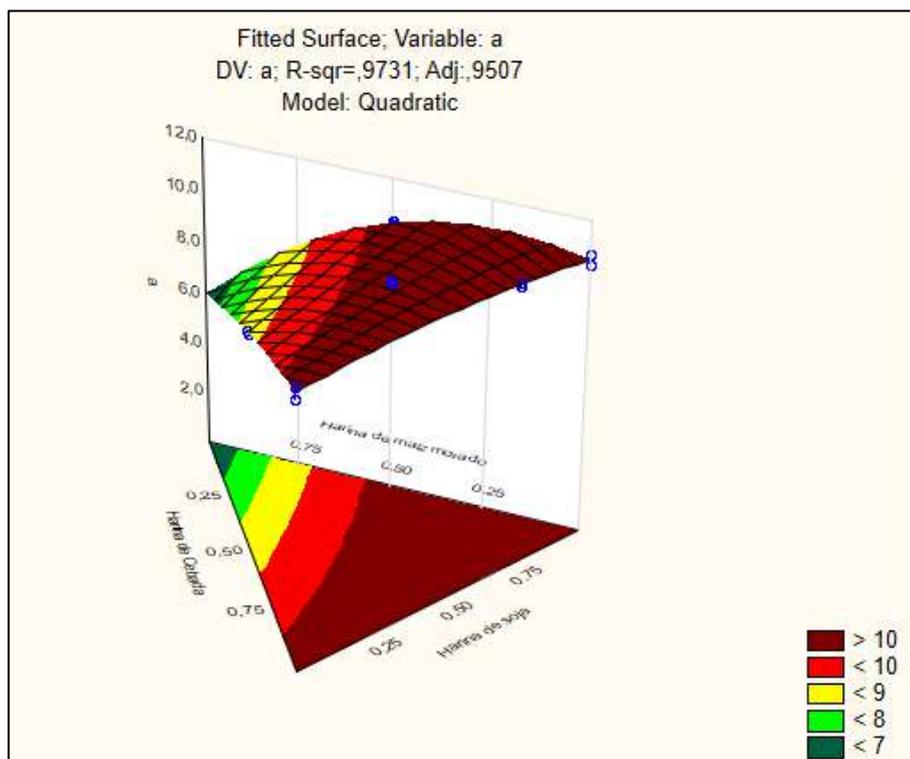


Figura 6. Superficie de respuesta para a\* del color de las galletas



La Tabla 22 muestra el análisis de varianza (ANOVA) de los modelos lineales y cuadráticos para la variable dependiente “b\*” valor propio del color de las galletas enriquecidas con la adición de harina de cebada, harina de soja y harina de maíz morado. Se puede observar la variable dependiente “b\*” se ajusta mejor al modelo cuadrático, con un valor p de 0.0002 y un R2 de 0,9637.

**Tabla 22**

*ANOVA para los modelos predictivos para el valor b\* del color de las galletas*

Modelo	SS Efecto	Df Efecto	MS Efecto	SS Error	MS Error	p-valor	R-Sqr	R-Sqr Adj.
Linear	20.0381	2	10.0191	68.2456	7.5828	0.3140	0.2270	0.0552
Cuadrático	65.0442	3	21.6814	3.2014	0.5336	0.0002	0.9637	0.9335
Total, ajustado.	88.2838	11	8.0258					

La Tabla 23 presenta los coeficientes del modelo que mejor se ajustó al atributo “b\*”, en el que el valor  $p$  es inferior a 0,05 lo que indica que el término del modelo es significativo. En este caso, A, B, C y todas las interacciones son los términos significativos del modelo.

Tabla 23

ANOVA del modelo cuadrático del valor  $b^*$  del color de las galletas enriquecidas

Factor	Coeff.	Std.Err.	p-valor	Límite de confianza -95 %	Límite de confianza +95 %
(A)Harina de Cebada	18.67	0.5165	0.0000	17.4011	19.9289
(B)Harina de soja	18.12	0.5165	0.0000	16.8511	19.3789
(C)Harina de maíz morado	75.30	5.7993	0.0000	61.1056	89.4863
AB	27.61	3.5116	0.0002	19.0208	36.2059
AC	-116.38	11.3010	0.0000	-144.0343	-88.7294
BC	-118.10	10.9570	0.0000	-144.9128	-91.2910

La ecuación matemática del modelo cuadrático para la variable dependiente es:

$$b^* = 18,67*A+18,12*B+75,30*C+27,61*A*B-116,38*A*C-118,10*B*C$$

Este modelo cuadrático se utilizó para formar el gráfico de contornos como se indica en la figura 7 y en la figura 8, en el que se muestra tres dimensiones como superficie de respuesta

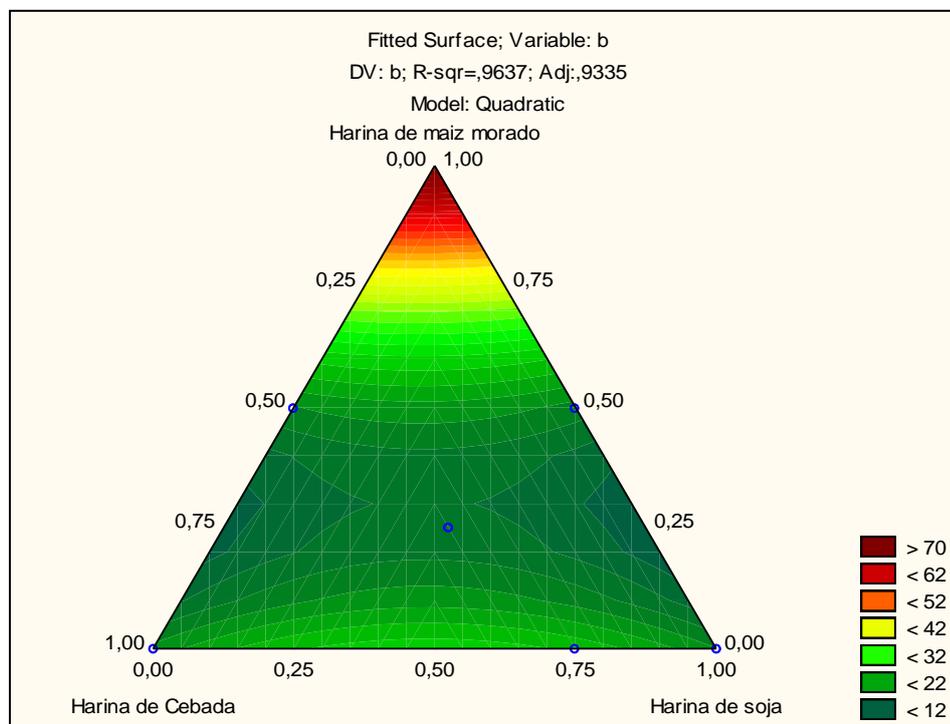
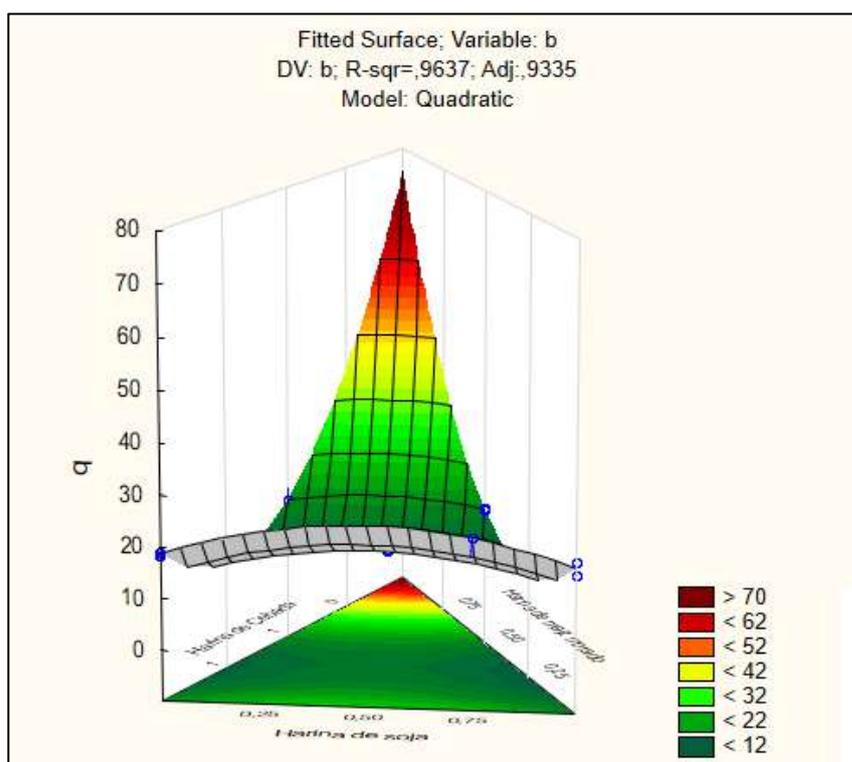
Figura 7. Gráfica de contorno para variable  $b^*$  de color

Figura 8. Superficie de respuesta para b\* del color de las galletas



En la Tabla 24 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) de los modelos lineales y cuadráticos para la variable dependiente “c”, valor propio del color de las galletas enriquecidas con la adición de harina de cebada, harina de soja y harina de maíz morado. Se puede observar la variable dependiente “c” se ajusta mejor al modelo cuadrático con un valor  $p$  de 0.004 y un  $R^2$  de 0,9629

**Tabla 24**

*ANOVA para los modelos predictivos para el valor c del color de las galletas*

Modelo	SS Efecto	Df Efecto	MS Efecto	SS Error	MS Error	p-valor	R-Sqr	R-Sqr Adj.
Linear	23.3701	2	11.6851	49.4386	5.4932	0.1752	0.3210	0.1701
Cuadrático	46.7354	3	15.5785	2.7032	0.4505	0.0004	0.9629	0.9319
Total, ajustado.	72.8087	11	6.6190					

En la Tabla 25 se presentan los coeficientes del modelo que se ajustan mejor al atributo “c”, el valor  $p$  es inferior a 0,05 lo que determina que el término del modelo presenta significancia. Por ello A, B, C y todas las interacciones constituyen los términos significativos del modelo.

**Tabla 25**

*ANOVA del modelo cuadrático del valor c del color de las galletas enriquecidas*

Factor	Coeff.	Std.Err.	p-valor	Límite de confianza -95 %	Límite de confianza +95 %
(A)Harina de Cebada	21.42	0.4746	0.0000	20.2587	22.5813
(B)Harina de soja	20.97	0.4746	0.0000	19.8087	22.1313
(C)Harina de maíz morado	68.18	5.3289	0.0000	55.1359	81.2147
AB	25.13	3.2268	0.0002	17.2377	33.0290
AC	-99.89	10.3844	0.0001	-125.3003	-74.4810
BC	-98.07	10.0683	0.0001	-122.7070	-73.4343

La ecuación matemática del modelo cuadrático para la variable dependiente es:

$$c = 21,42*A+20,97*B+68,18*C+25,13*A*B-99,89*A*C-98,07*B*C$$

Este modelo cuadrático se utilizó para formar el gráfico de contornos como se indica en la figura 9 y en la figura 10 se presenta en tres dimensiones como superficie de respuesta

*Figura 9.* Gráfica de contorno para variable c de color

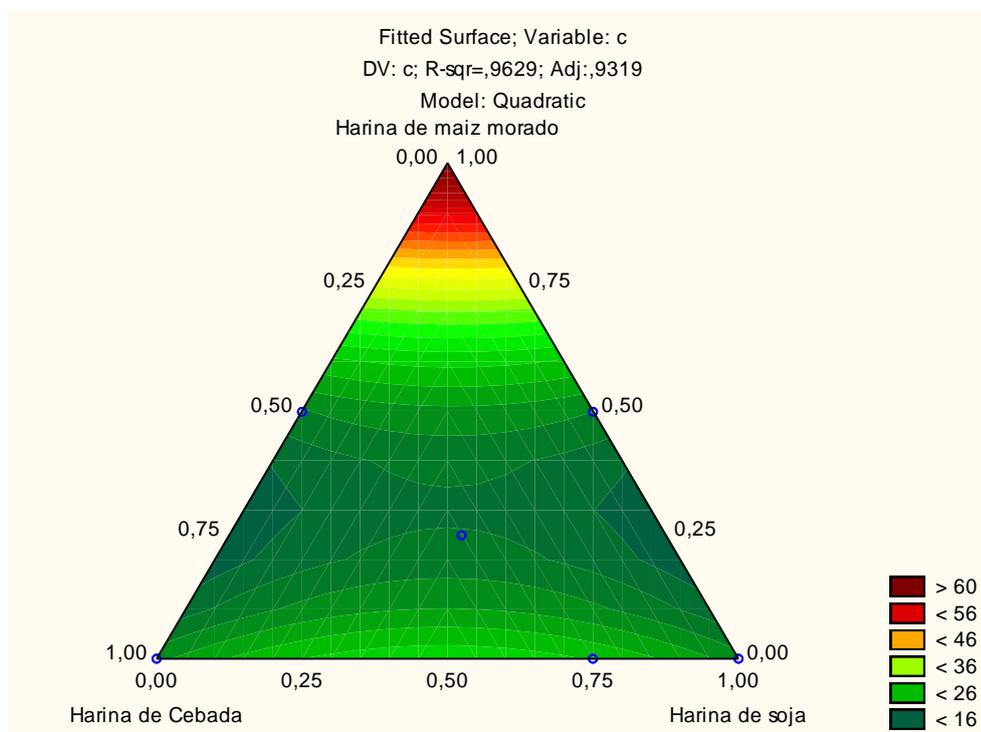
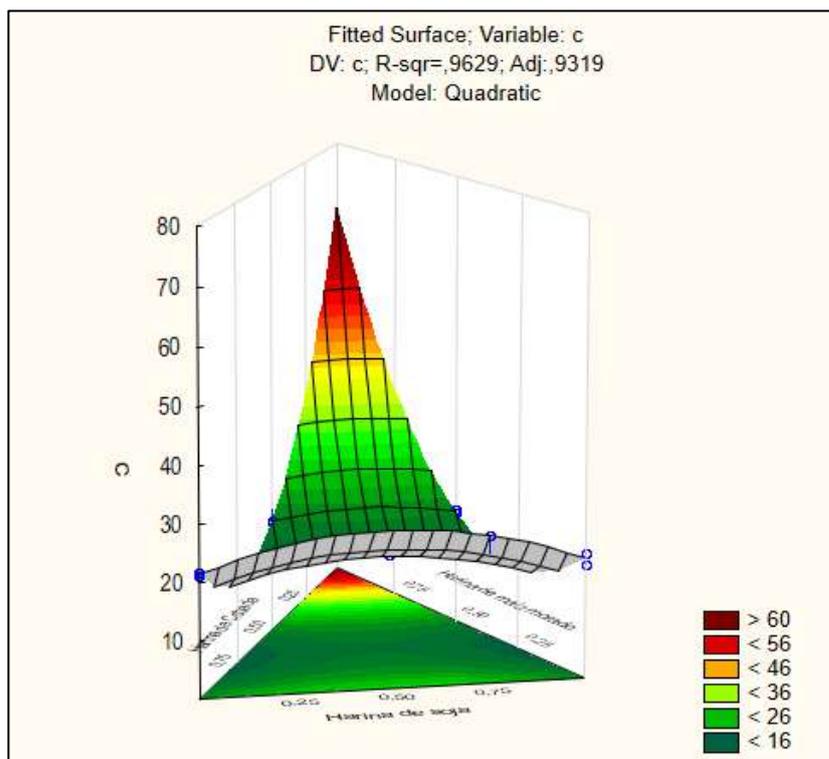


Figura 10. Superficie de respuesta para variable c del color de las galletas



En la Tabla 26 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) de los modelos lineales y cuadráticos para la variable dependiente “h” valor propio del color de las galletas enriquecidas. Se puede observar la variable dependiente “h” se ajusta mejor al modelo cuadrático, con un valor p de 0.0001 y un R2 de 0,9692.

**Tabla 26**

*ANOVA para los modelos predictivos para el valor h del color de las galletas*

Modelo	SS Efecto	Df Efecto	MS Efecto	SS Error	MS Error	p-valor	R-Sqr	R-Sqr Adj.
Linear	3.5418	2	1.7709	169.2747	18.8083	0.9110	0.0205	0.0000
Cuadrático	163.9565	3	54.6522	5.3182	0.8864	0.0001	0.9692	0.9436
Total, ajustado.	172.8165	11	15.7106					

La Tabla 27 indica los coeficientes del modelo que se ajustan mejor al atributo “h”, el valor  $p$  es inferior a 0,05 lo que determina que el término del modelo presenta significancia. Por ello A, B, C y todas las interacciones constituyen los términos significativos del modelo.

**Tabla 27**ANOVA del modelo cuadrático del valor *h* del color de las galletas

Factor	Coeff.	Std.Err.	p-valor	Límite de confianza -95 %	Límite de confianza +95 %
(A)Harina de Cebada	60.62	0.6657	0.0000	58.9860	62.2440
(B)Harina de soja	59.73	0.6657	0.0000	58.1010	61.3590
(C)Harina de maíz morado	149.21	7.4746	0.0000	130.9240	167.5033
AB	28.37	4.5260	0.0008	17.2919	39.4415
AC	-161.88	14.5656	0.0000	-197.5180	-126.2367
BC	-182.23	14.1223	0.0000	-216.7833	-147.6713

La ecuación matemática del modelo cuadrático para la variable dependiente es:

$$h = 60,62*A+59,73*B+149,21*C+28,37*A*B-161,88*A*C-182,23*B*C$$

Este modelo cuadrático se utilizó para formar el gráfico de contornos como se indica en la figura 11 y en la figura 13 se presenta en tres dimensiones como superficie de respuesta

Figura 11. Gráfica de contorno para variable *h* de color

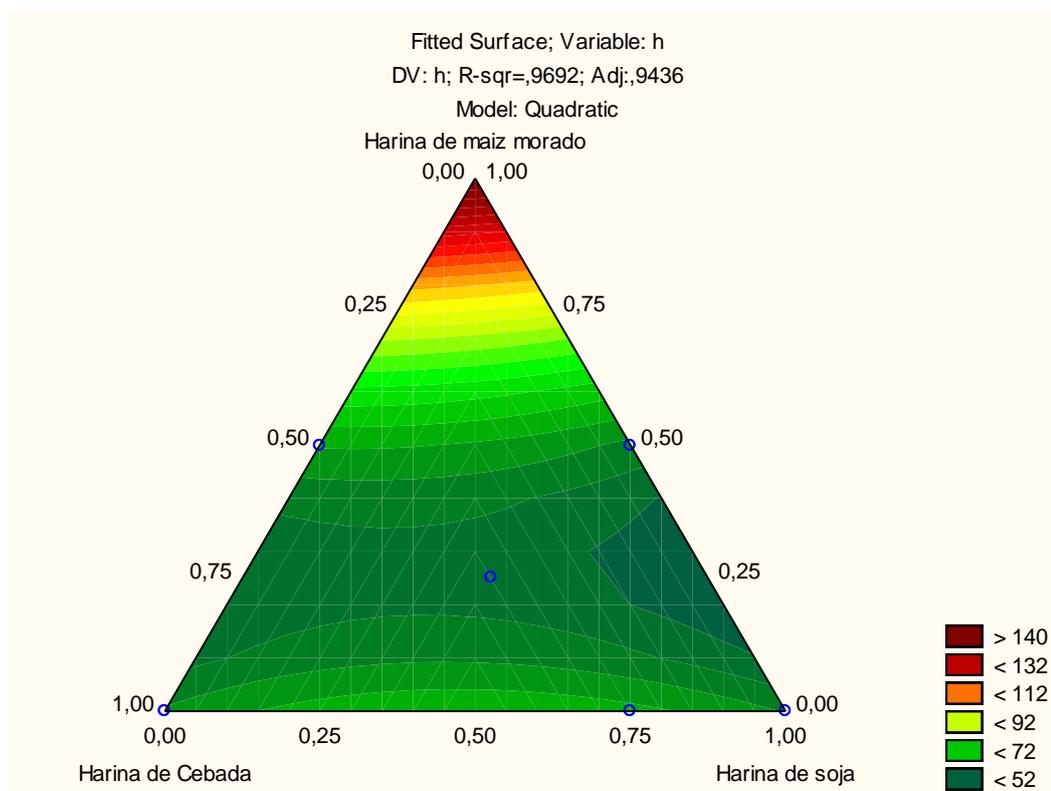
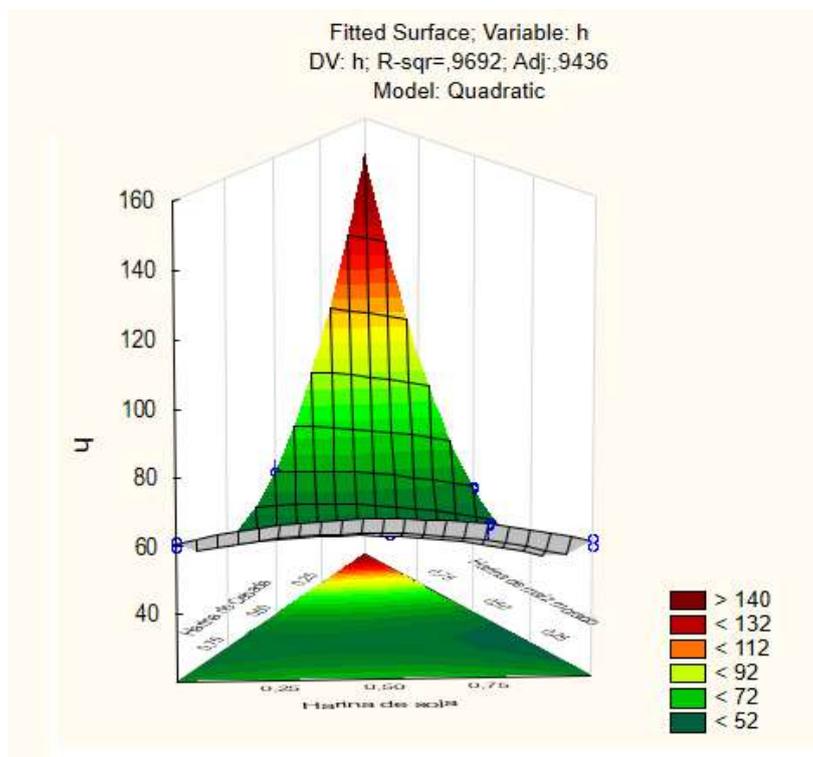


Figura 12. Superficie de respuesta para variable h del color de las galletas



En la Tabla 28 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) de los modelos lineales y cuadráticos para la variable dependiente “% Humedad” de las galletas enriquecidas con la adición de harina de cebada, harina de soja y harina de maíz morado. Se puede observar la variable dependiente “% Humedad” se ajusta mejor al modelo cuadrático, con un valor  $p$  de 0.0293 y un  $R^2$  de 0,7943.

**Tabla 28**

*ANOVA para los modelos predictivos para el % Humedad de las galletas*

Modelo	SS Efecto	Df Efecto	MS Efecto	SS Error	MS Error	p-valor	R-Sqr	R-Sqr Adj.
Linear	1.7745	2	0.8872	9.1418	1.0158	0.4501	0.1626	0.0000
Cuadrático	<b>6.8967</b>	<b>3</b>	<b>2.2989</b>	<b>2.2451</b>	<b>0.3742</b>	<b>0.0293</b>	<b>0.7943</b>	<b>0.6229</b>
Total, ajustado.	10.9163	11	0.9924					

En la Tabla 29 se presentan los coeficientes del modelo que se ajustan mejor al atributo “%Humedad”, el valor  $p$  es inferior a 0,05 lo que determina que el término del modelo presenta significancia. Por ello A, B, C y todas las interacciones constituyen los términos significativos del modelo.

**Tabla 29**

*ANOVA del modelo cuadrático del % Humedad de las galletas enriquecidas*

Factor	Coeff.	Std.Err.	p-valor	Límite de confianza -95 %	Límite de confianza +95 %
(A)Harina de Cebada	4.77	0.4325	0.0000	3.7084	5.8252
(B)Harina de soja	3.99	0.4325	0.0001	2.9343	5.0511
(C)Harina de maíz morado	18.20	4.8565	0.0095	6.3117	30.0786
AB	12.16	2.9407	0.0061	4.9611	19.3525
AC	-29.93	9.4638	0.0195	-53.0826	-6.7684
BC	-26.36	9.1758	0.0283	-48.8101	-3.9055

La ecuación matemática del modelo cuadrático para la variable dependiente es:

$$\% \text{ Humedad} = 4,77*A + 3,99*B + 18,20*C + 12,16*A*B - 29,93*A*C - 26,36*B*C$$

Este modelo cuadrático se utilizó para formar el gráfico de contornos como se indica en la figura 13 y en la figura 14 se presenta en tres dimensiones como superficie de respuesta

*Figura 13. Gráfica de contorno del % Humedad de las galletas*

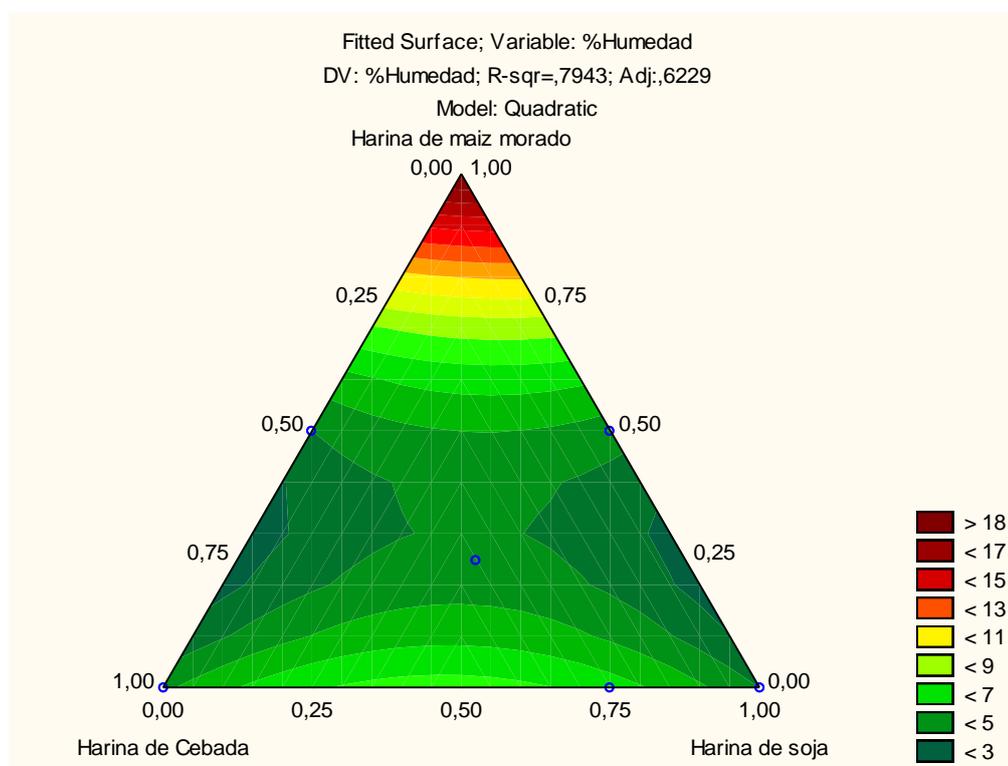
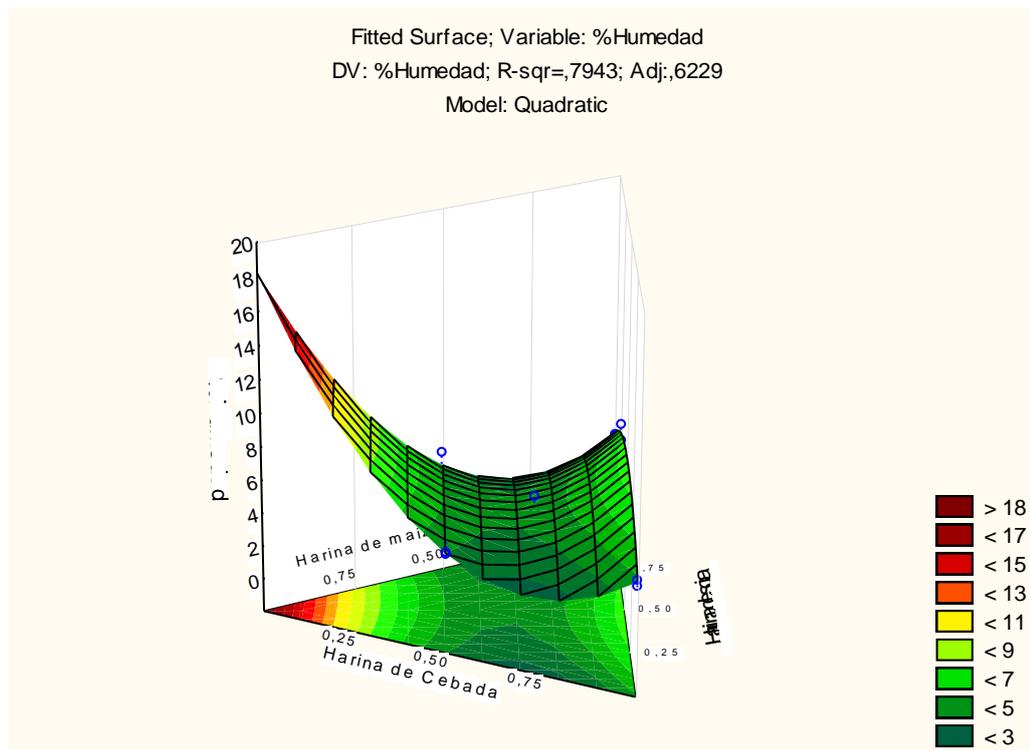


Figura 14. Superficie de respuesta para el % Humedad de las galletas



En la Tabla 30 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) de los modelos lineales y cuadráticos para la variable dependiente “Aw” de las galletas enriquecidas. Se elige el modelo cuadrático, con un valor  $p < 0.05$  y un  $R^2$  de 0,9975.

**Tabla 30**

*ANOVA para los modelos predictivos para la Aw de las galletas enriquecidas*

Modelo	SS Efecto	Df Efecto	MS Efecto	SS Error	MS Error	p-valor	R-Sqr	R-Sqr Adj.
Linear	0.0097	2	0.0048	0.0032	0.0004	0.0018	0.7536	0.6988
Cuadrático	0.0031	3	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.9975	0.9954
Total ajust.	0.0128	11	0.0012					

En la Tabla 31 se presentan los coeficientes del modelo que se ajustan mejor al atributo “Aw”, el valor  $p$  es inferior a 0,05 lo que determina que el término del modelo presenta significancia. Por ello A, B, C y todas las interacciones constituyen los términos significativos del modelo.

**Tabla 31**

ANOVA del modelo cuadrático de la Aw de las galletas enriquecidas

Factor	Coeff.	Std.Err.	p-valor	Límite de confianza -95 %	Límite de confianza +95 %
(A)Harina de Cebada	0.42	0.0016	0.0000	0.4150	0.4230
(B)Harina de soja	0.36	0.0016	0.0000	0.3520	0.3600
(C)Harina de maíz morado	0.55	0.0183	0.0000	0.5014	0.5911
AB	0.12	0.0111	0.0000	0.0968	0.1512
AC	-0.33	0.0357	0.0001	-0.4180	-0.2431
BC	-0.52	0.0346	0.0000	-0.6053	-0.4358

La ecuación matemática del modelo cuadrático para la variable dependiente es:

$$Aw = 0,42*A+0,36*B+0,55*C+0,12*A*B-0,33*A*C-0,52*B*C$$

Este modelo cuadrático se utilizó para formar el gráfico de contornos como se indica en la figura 15 y en la figura 16 se presenta en tres dimensiones como superficie de respuesta

Figura 15. Gráfica de contorno de la Aw de las galletas enriquecidas

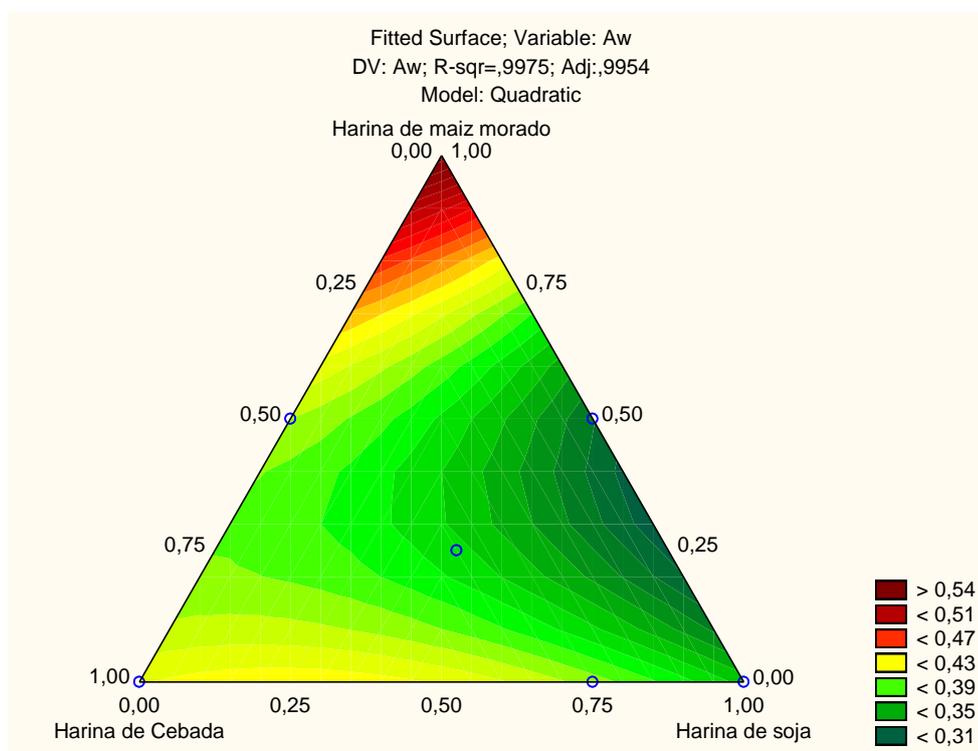
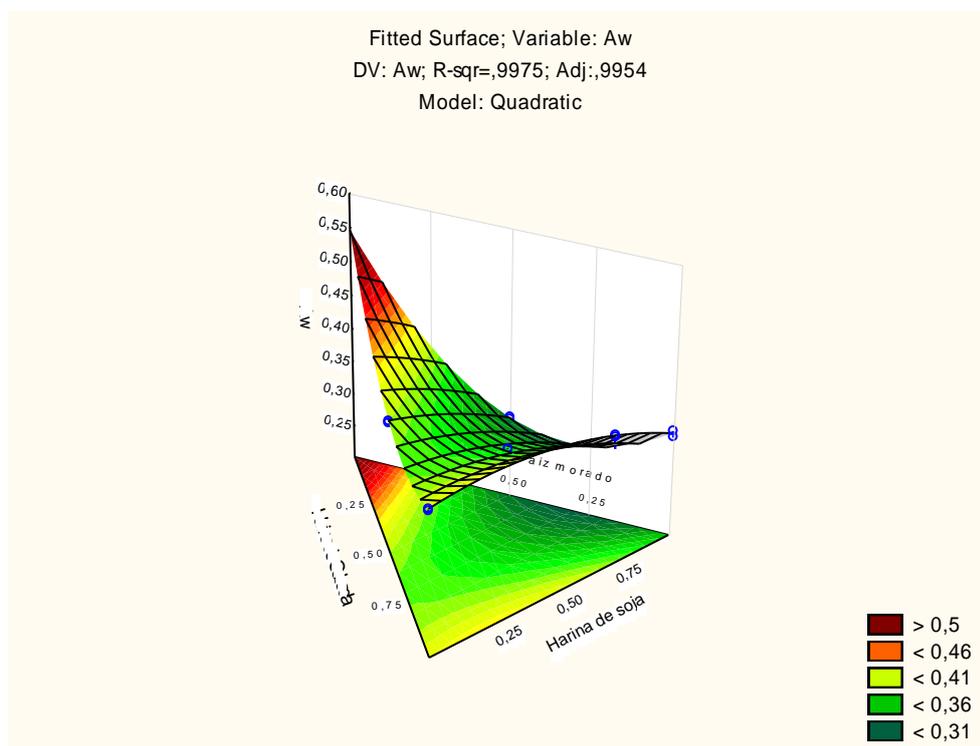


Figura 16. Superficie de respuesta para la Aw de las galletas enriquecidas



En la Tabla 32 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) de los modelos lineal y cuadrático para la variable dependiente “pH” de las galletas enriquecidas. Se elige el modelo cuadrático, con un valor  $p < 0.05$  y un  $R^2$  de 0,9956.

**Tabla 32**

*ANOVA para los modelos predictivos para la Aw de las galletas enriquecidas*

Modelo	SS Efecto	Df Efecto	MS Efecto	SS Error	MS Error	p-valor	R-Sqr	R-Sqr Adj.
Linear	0.9059	2	0.4530	0.2559	0.0284	0.0011	0.7798	0.7308
Cuadrático	0.2508	3	0.0836	0.0051	0.0009	0.0000	0.9956	0.9920
Total ajust.	1.1618	11	0.1056					

En la Tabla 33 se presentan los coeficientes del modelo que se ajustan mejor al atributo “pH”, el valor  $p$  es inferior a 0,05 lo que determina que el término del modelo presenta significancia. Por ello A, B, C y todas las interacciones constituyen los términos significativos del modelo.

**Tabla 33**

ANOVA del modelo cuadrático de la pH de las galletas enriquecidas

Factor	Coeff.	Std.Err.	p-valor	Límite de confianza -95 %	Límite de confianza +95 %
(A)Harina de Cebada	8.19	0.0206	0.0000	8.1396	8.2404
(B)Harina de soja	7.52	0.0206	0.0000	7.4696	7.5704
(C)Harina de maíz morado	9.59	0.2315	0.0000	9.0246	10.1573
AB	-0.39	0.1402	0.0329	-0.7296	-0.0437
AC	-3.70	0.4511	0.0002	-4.8056	-2.5982
BC	-4.94	0.4373	0.0000	-6.0120	-3.8718

La ecuación matemática del modelo cuadrático para la variable dependiente es:

$$\text{pH} = 8,19*A+7,52*B+9,59*C-0,39*A*B-3,70*A*C-4,94*B*C$$

Este modelo cuadrático se utilizó para formar el gráfico de contornos como se indica en la figura 17 y en la figura 18 se presenta en tres dimensiones como superficie de respuesta

Figura 17. Gráfica de contorno del pH de las galletas enriquecidas

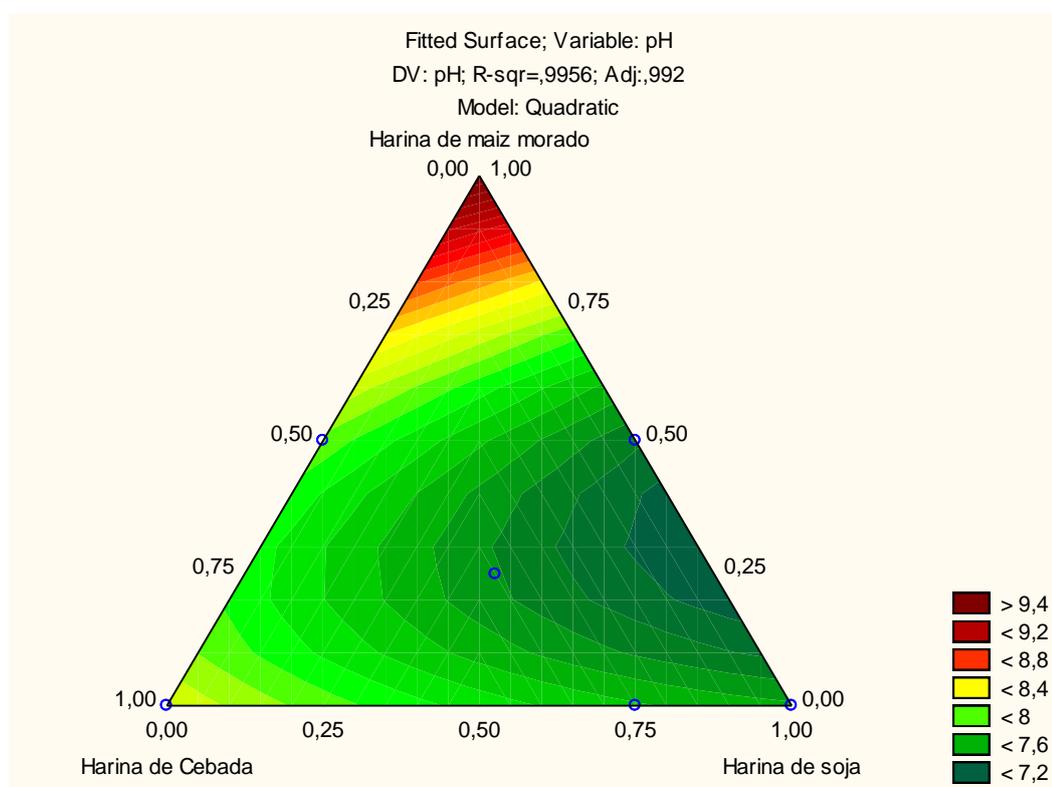
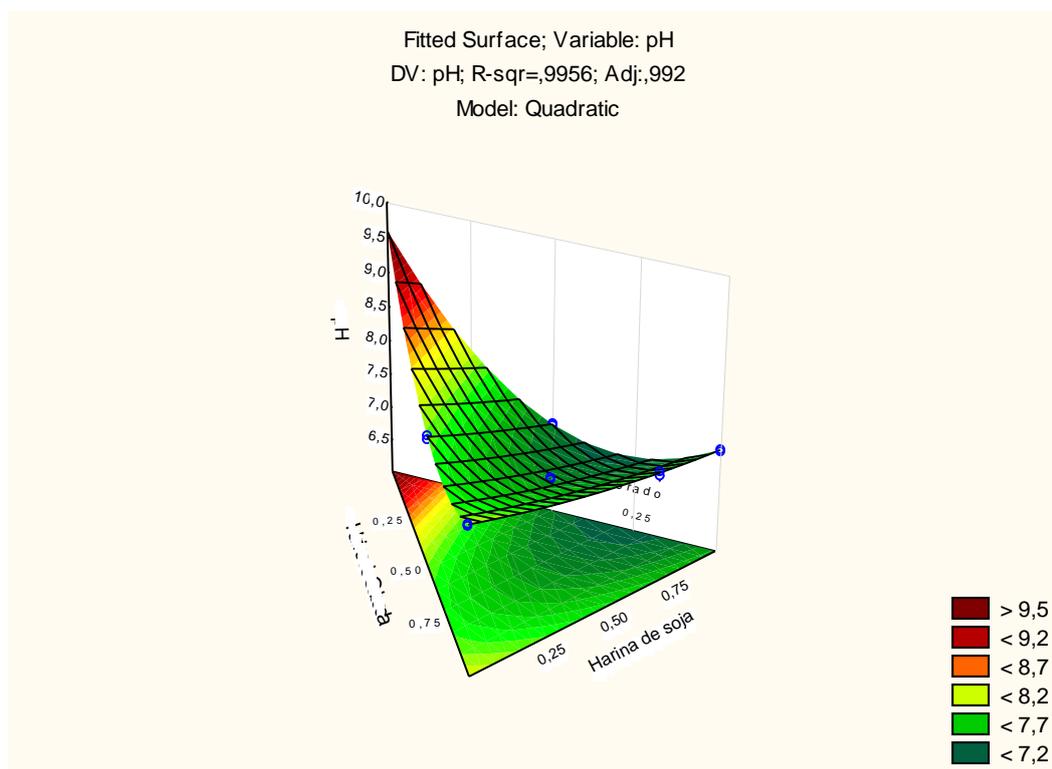


Figura 18. Superficie de respuesta para el pH de las galletas enriquecidas



En la Tabla 34 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) de los modelos lineales y cuadráticos para la variable dependiente “%Acidez” de las galletas enriquecidas. Se elige el modelo cuadrático, con un valor  $p < 0.05$  y un  $R^2$  de 0,9880.

**Tabla 34**

ANOVA para los modelos predictivos para el %Acidez de las galletas enriquecidas

Modelo	SS Efecto	Df Efecto	MS Efecto	SS Error	MS Error	p-valor	R-Sqr	R-Sqr Adj.
Linear	0.0001	2	0.0001	0.0002	0.0000	0.0880	0.4174	0.2879
Cuadrático	0.0002	3	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.9880	0.9780
Total ajust.	0.0003	11	0.0000					

La Tabla 35 indica los coeficientes del modelo que se ajustan mejor al atributo “%Acidez”, el valor  $p$  es inferior a 0,05 lo que determina que el término del modelo presenta significancia. Por ello solo A, B y las interacciones AC y BC constituyen los términos significativos del modelo.

**Tabla 35**

*ANOVA del modelo cuadrático del % Acidez de las galletas enriquecidas*

Factor	Coeff.	Std.Err.	p-valor	Límite de confianza -95 %	Límite de confianza +95 %
(A)Harina de Cebada	0.02	0.0006	0.0000	0.0152	0.0181
(B)Harina de soja	0.02	0.0006	0.0000	0.0190	0.0219
(C)Harina de maíz morado	-0.01	0.0065	0.1155	-0.0280	0.0040
AB	-0.01	0.0040	0.1092	-0.0171	0.0022
AC	0.05	0.0127	0.0084	0.0179	0.0802
BC	0.10	0.0123	0.0002	0.0739	0.1344

La ecuación matemática del modelo cuadrático para la variable dependiente es:

$$\% \text{ Acidez} = 0,02*A+0,02*B-0,01*C-0,01*A*B+0,05*A*C+0,10*B*C$$

Este modelo cuadrático se utilizó para formar el gráfico de contornos como se indica en la figura 19 y en la figura 20 se presenta en tres dimensiones como superficie de respuesta.

*Figura 19. Gráfica de contorno del % Acidez de las galletas enriquecidas*

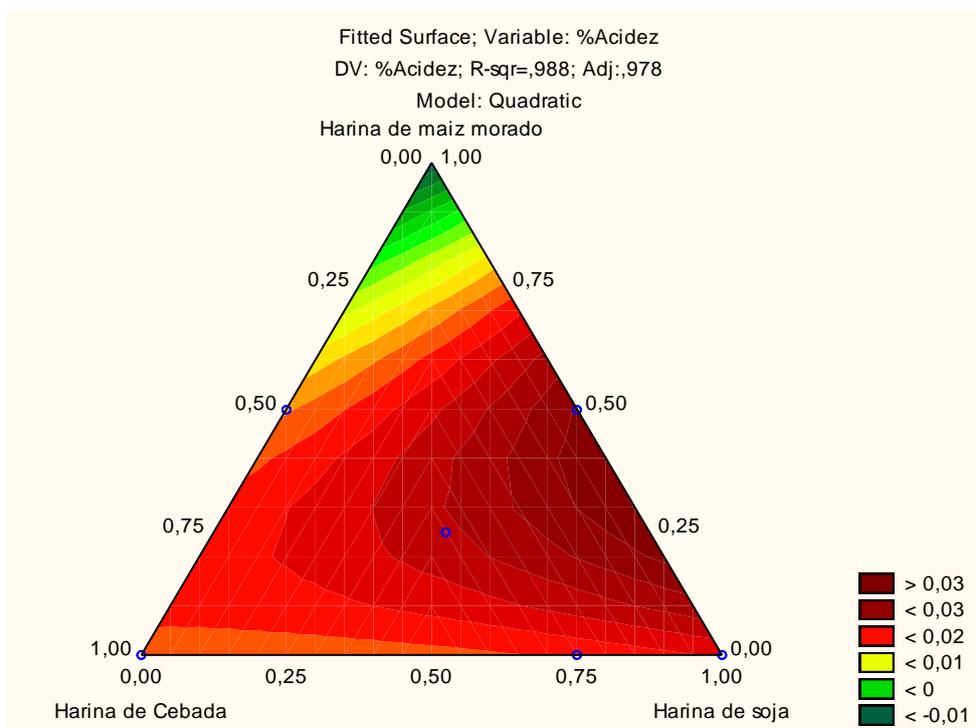
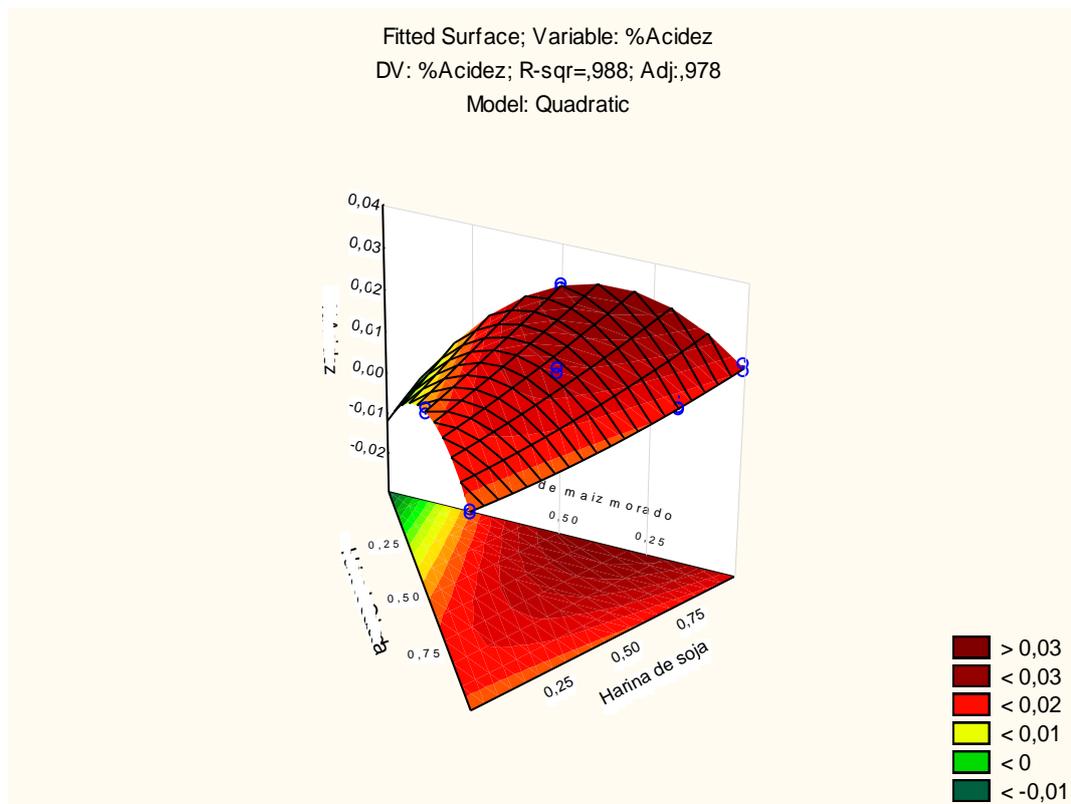


Figura 20. Superficie de respuesta para %Acidez de las galletas.



La Tabla 36 nos muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA) basándose principalmente en modelos: lineales y cuadráticos para la V.D = “Aceptabilidad” de las galletas enriquecidas con las harinas de cebada, soja y maíz morado. Se elige el modelo lineal, con un valor “ $p=0.0007$ ” y un “ $R^2= 0,8023$ ”.

**Tabla 36**

*ANOVA para los modelos predictivos para el % Aceptabilidad de las galletas enriquecidas*

Modelo	SS Efecto	Df Efecto	MS Efecto	SS Error	MS Error	p-valor	R-Sqr	R-Sqr Adj.
Linear	3.2929	2	1.6464	0.8112	0.0901	0.0007	0.8023	0.7584
Cuadrático	0.3776	3	0.1259	0.4336	0.0723	0.2577	0.8943	0.8063
Total ajust.	4.1041	11	0.3731					

La Tabla 37 indica los coeficientes del modelo con un mejor ajustamiento del atributo “Aceptabilidad”, así mismo se tiene que el valor  $p$  en la siguiente tabla se encuentra por debajo

de 0,05 determinando que el término del dicho modelo presenta significancia. Por ello solo A y B constituyen los términos significativos de dicho modelo.

**Tabla 37**

*ANOVA del modelo lineal para Aceptabilidad de las galletas enriquecidas*

Factor	Coeff.	Std.Err.	p-valor	Límite de confianza -95 %	Límite de confianza +95 %
(A)Harina de Cebada	3.80	0.1901	0.0000	3.3349	4.2651
(B)Harina de soja	3.13	0.1901	0.0000	2.6601	3.5904
(C)Harina de maíz morado	2.23	2.1343	0.3371	-2.9962	7.4489
AB	-1.83	1.2924	0.2056	-4.9967	1.3280
AC	-1.45	4.1592	0.7388	-11.6298	8.7244
BC	-2.60	4.0326	0.5428	-12.4686	7.2662

La ecuación matemática del modelo cuadrático para la variable dependiente es:

$$\text{Aceptabilidad} = 3,80*A + 3,13*B + 2,23*C - 1,83*A*B - 1,45*A*C - 2,60*B*C$$

Este modelo cuadrático se utilizó para formar el gráfico de contornos como se indica en la figura 21 y en la figura 22 se presenta en tres dimensiones como superficie de respuesta.

*Figura 21.* Gráfica de contorno de la Aceptabilidad de las galletas enriquecidas

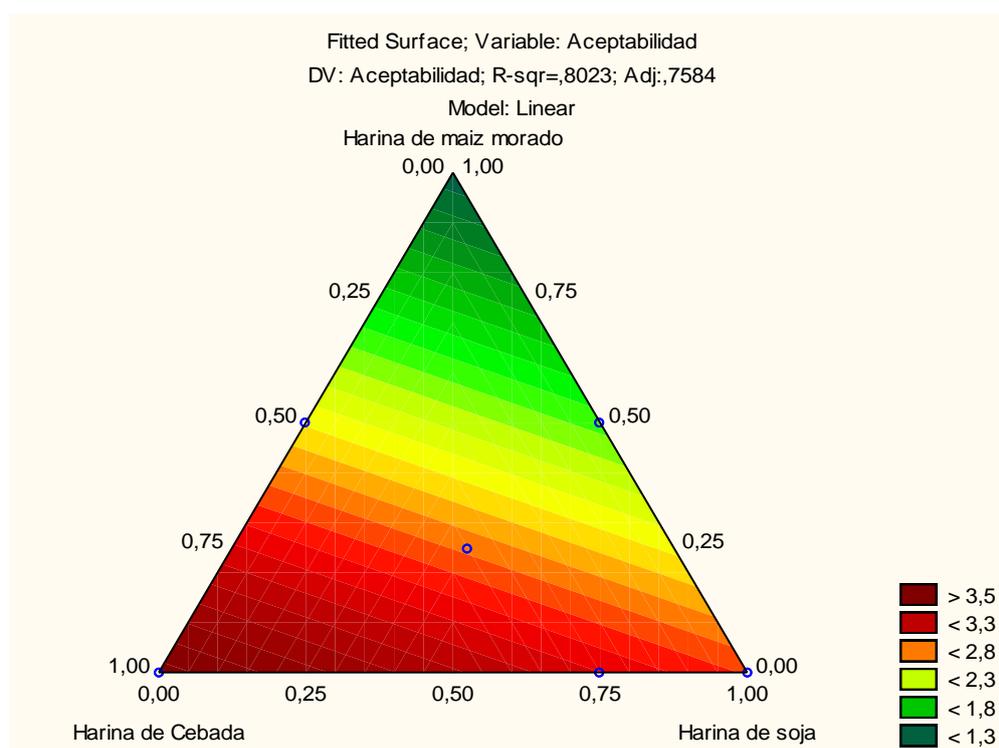
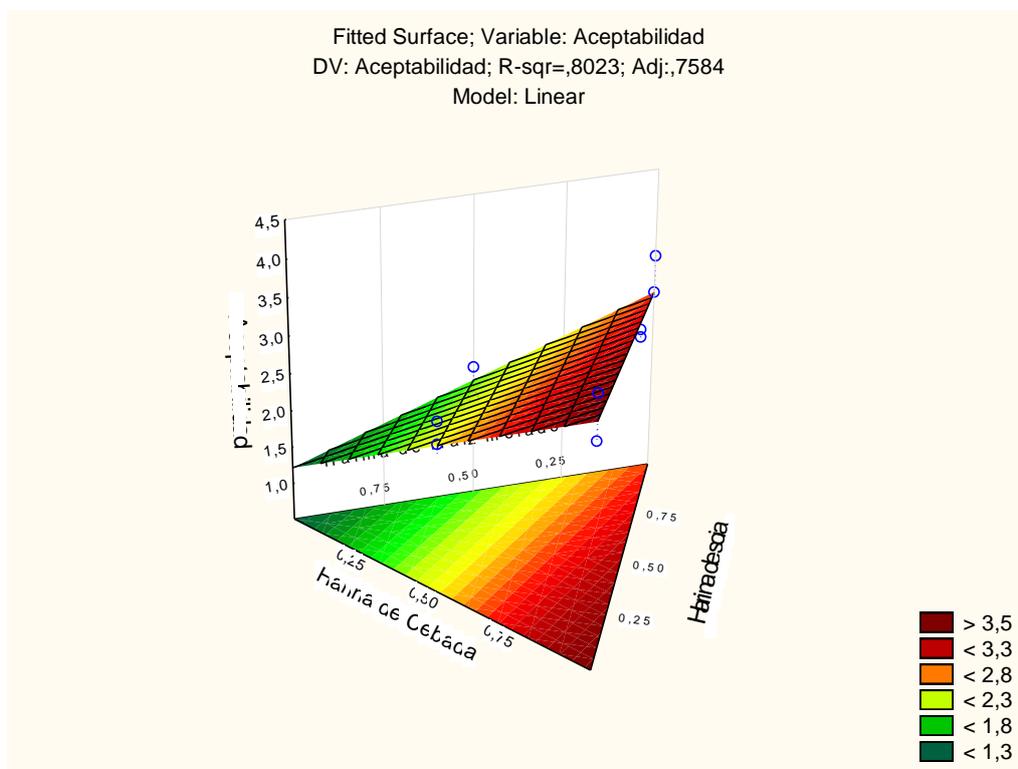


Figura 22. Superficie de respuesta para Aceptabilidad de las galletas.



La tabla 38 muestra la síntesis de los resultados obtenidos de la evaluación sensorial mediante escala hedónica de 5 puntos.

**Tabla 38**

*Resumen de datos capturados en la evaluación sensorial*

TRAT.	SABOR	OLOR	COLOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD
T1	4.16±0.71	3.02±0.915	3.8±0.728	3.94±0.712	4.1±0.735
T2	3.72±0.904	3.16±1.149	3.1±0.863	3.52±0.863	3.5±0.6145
T3	2.76±1.061	3.9±0.6468	2.2±0.728	2.76±0.5911	2.8±0.5714
T4	2.18±0.6908	3.96±0.832	2.14±0.6392	2.5±0.5051	2.5±0.6776
T5	2.68±0.6833	3.94±0.818	2.48±0.6465	2.04±0.6987	3.0±0.4518
T6	2.74±0.723	3.76±0.716	3.24±0.797	2.9±0.544	2.9±0.4629

Se puede deducir que el mejor tratamiento es aquel con mayor valor de Aceptabilidad que en contraste con las figuras 21 y 22, se ve directamente influenciada por el componente “Harina de cebada” y el tratamiento T1 (H.C=80%, H.S=15% y H.M.= 5%) es el más afectivo

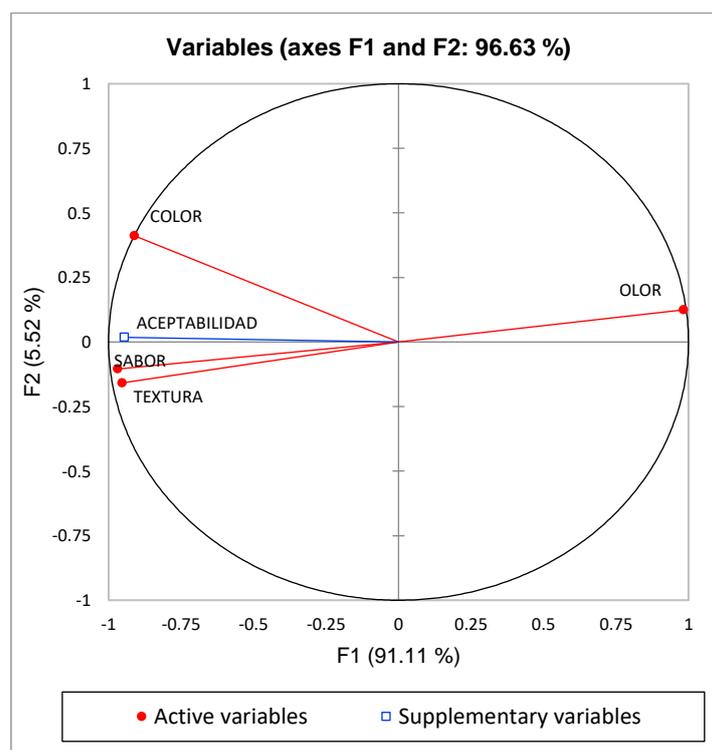
sensorialmente. Sin embargo, para explicar cómo se relaciona la aceptabilidad con las características sensoriales: Olor, sabor, color y textura, se realizó un análisis de componentes principales que se presenta en la tabla 39 y figura 23.

**Tabla 39**

*Desviación estándar de las medias de datos en la evaluación sensorial*

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	Std. desviación
Sabor	6	2.180	4.160	3.040	0.742
Olor	6	3.020	3.960	3.623	0.421
Color	6	2.140	3.800	2.827	0.660
Textura	6	2.040	3.940	2.943	0.689
<b>Aceptabilidad</b>	<b>6</b>	<b>2.500</b>	<b>4.100</b>	<b>3.133</b>	<b>0.575</b>

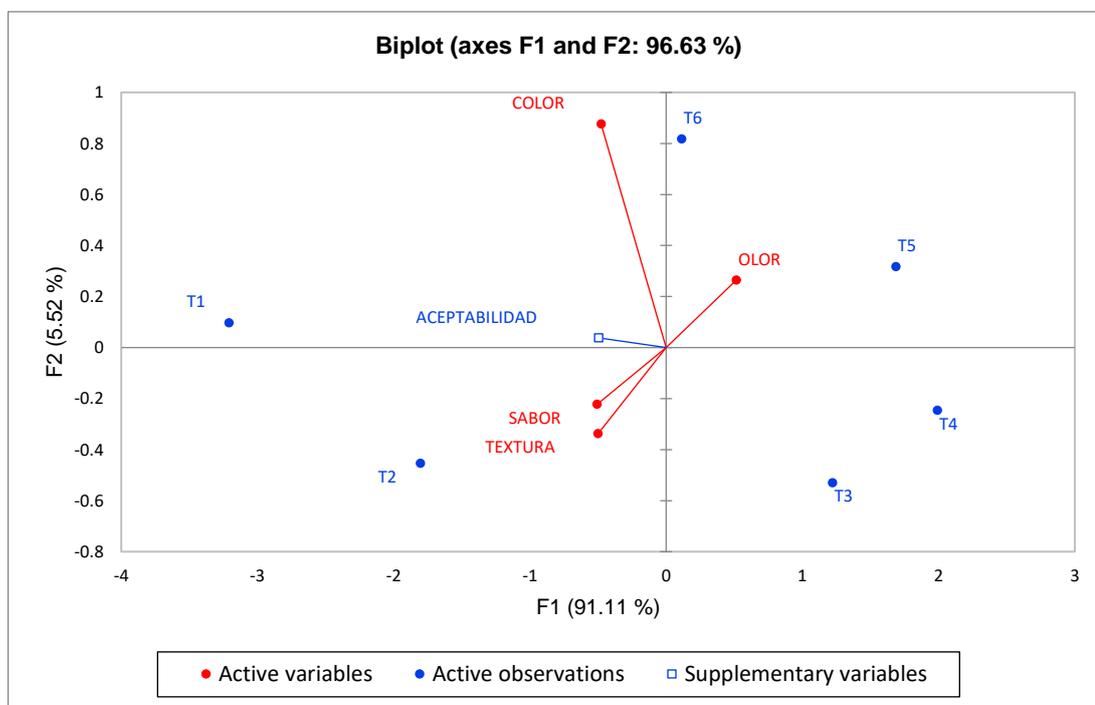
*Figura 23. Análisis de componentes principales entre atributos*



Según la figura 23, se puede identificar que **Sabor** y **Textura** son los atributos más determinantes que se le da a la Aceptabilidad de las galletas enriquecidas con la adición de harina de cebada, harina de soja y harina de maíz morado. Por otro lado, el atributo **olor** es el menos determinante o influyente para los evaluadores al momento de expresar su nivel de aceptación por las galletas.

Así mismo, en la figura 24 se puede observar que el tratamiento 1 es el que mejor aceptabilidad representa en la evaluación sensorial con la calificación de “Me gusta modernamente”.

Figura 24. Análisis de componentes principales para tratamientos



#### 4.1.3. Resultados del análisis proximal de las galletas enriquecidas

En la tabla 40 se presenta el resultado de los análisis proximales de las 6 formulaciones de las galletas enriquecidas con la adición de harina de cebada, harina de soja y harina de maíz morado.

**Tabla 40**

*Análisis proximal de las galletas enriquecidas*

Trat.	%Humedad	Proteínas (g)	Carbohidratos (g)	Grasas (g)	Cenizas (g)
T1	4.77 ± 0.26	7.74 ± 0.16	50.23 ± 0.32	22.67 ± 0.97	1.67 ± 0.31
T2	4.00 ± 0.10	7.62 ± 0.05	50.92 ± 1.38	21.86 ± 0.26	1.59 ± 0.25
T3	6.47 ± 0.67	9.73 ± 0.35	46.31 ± 0.59	23.95 ± 0.87	1.71 ± 0.11
T4	3.99 ± 0.13	9.66 ± 0.28	27.85 ± 1.03	23.96 ± 0.85	1.69 ± 0.10
T5	4.50 ± 1.09	9.14 ± 0.45	48.32 ± 0.78	23.92 ± 1.38	1.61 ± 0.10
T6	4.26 ± 0.71	9.08 ± 0.69	48.48 ± 0.36	23.15 ± 0.59	1.66 ± 0.18

## **4.2. Contrastación de hipótesis**

### **4.2.1. Contrastación de la hipótesis general**

La hipótesis de la investigación se expresa como la hipótesis alternativa (Ha), en contra parte a la hipótesis nula (Ho) tal y como se muestra a continuación:

Ho: No es viable desarrollar una galleta enriquecida con la adición de harinas de harinas de cebada, soja, y maíz morado aplicando el diseño mezclas.

Ha: Es viable desarrollar una galleta enriquecida con la adición de harinas de harinas de cebada, soja, y maíz morado aplicando el diseño mezclas.

A través de llevar a cabo la elaboración de las diferentes formulaciones de galletas enriquecidas con la adición de harinas de harinas de cebada, soja, y maíz morado se pudo realizar análisis fisicoquímicos aceptables como el pH, el contenido de humedad, la acidez y la actividad de agua (aw) que sean aceptables para galletas y con buenas características nutricionales en todas las formulaciones. Además, se obtuvo que las galletas presentan un buen perfil sensorial, siendo el tratamiento T1 el más aceptable con una calificación de “Me gusta modernamente”, haciéndose viable el desarrollo de galletas enriquecidas con la adición de harinas de harinas de cebada, soja, y maíz morado aplicando el diseño mezclas, se acepta la hipótesis planteada.

### **4.2.2. Contrastación de las hipótesis específicas**

#### ***4.2.2.1. Contrastación de hipótesis específica 1***

La primera hipótesis específica se expresa como la hipótesis alternativa (Ha), en contra parte a la hipótesis nula (Ho) tal y como se muestra a continuación:

Ho: No se podrá determinar la formulación óptima de la galleta enriquecida con harinas de cebada, soja, y maíz morado.

Ha: Se podrá determinar la formulación óptima de la galleta enriquecida con harinas de cebada, soja, y maíz morado.

Desde el punto de vista sensorial, la formulación óptima es aquella que tras una prueba sensorial se obtenga que presenta mayor grado de aceptación en comparación al grupo de formulaciones o tratamientos que también son evaluadas. Por lo tanto, en esta investigación que la formulación

optima sensorialmente es T1 (Harina de cebada=80%, Harina de soja =15% y Harina de maíz morado= 5%), entonces, si se pudo determinar la formulación optima de la galleta enriquecida con harinas de cebada, soja, y maíz morado. Se acepta la hipótesis planteada.

#### ***4.2.2.2. Contrastación de hipótesis específica 2***

La segunda hipótesis específica se expresa como la hipótesis alternativa (Ha) en:

Ho: No es factible evaluar las características fisicoquímicas de la galleta enriquecidas con harinas de cebada, soja, y maíz morado.

Ha: Es factible evaluar las características fisicoquímicas de la galleta enriquecidas con harinas de cebada, soja, y maíz morado.

Tal y como se muestra en el apartado 4.1.2., las variables dependientes analizadas corresponden a características fisicoquímicas de las galletas enriquecidas obtenidas bajo seis diferentes formulaciones, estadísticamente se evaluó el efecto de cada componente y sus interacciones sobre cada atributo observable que, en todos los casos, se ajustan a un modelo predictivo de segundo grado. Se puede notar, que la mayoría de características fisicoquímicas son afectadas directamente por cada componente en relación obteniéndose a su proporción en la formulación, esto quiere decir que los componentes tienen un efecto significativo en las características finales de las galletas enriquecidas. Se acepta la hipótesis planteada.

#### ***4.2.2.3. Contrastación de hipótesis específica 3***

La tercera hipótesis específica se expresa como la hipótesis alternativa (Ha) en:

Ho: Existe diferencias en las formulaciones de galletas enriquecidas con harinas de cebada, soja, y maíz morado mediante la evaluación sensorial.

Ha: Existe diferencias en las formulaciones de galletas enriquecidas con harinas de cebada, soja, y maíz morado mediante la evaluación sensorial.

El análisis de datos obtenidos en la evaluación sensorial dio como resultado que el tratamiento 1 es el que mejor aceptabilidad representa en la evaluación sensorial con la calificación de “Me gusta modernamente” y el menos aceptable es el T4 “Me disgusta moderantemente”, entonces se acepta la hipótesis planteada y existe diferencias en la formulacion de galletas enriquecidas con harinas de cebada, soja, y maíz morado mediante la evaluación sensorial.

## CAPITULO V. DISCUSIÓN

### 5.1. Discusión

#### 5.1.1. Etapa I. Formulación de los componentes de la mezcla para la elaboración de galleta enriquecida de Harina de Cebada, Harina de Soja y Harina de Maíz Morado.

En el apartado 3.1.3.1., se planteó niveles mínimos y máximos para para una proporción de Harina de Cebada de 60 a 80 %, Harina de Soja de 15 a 35 % y Harina de Maíz Morado de 5 a 15 %, los componentes entre si se relacionaron y la suma de cada formulación corresponde al 100% como mezcla de harinas total.

En la tabla 12 se planteó la formulación de los ingredientes con los 6 tratamientos (%), siendo harina de cebada para el T1: 34.07%, T2: 29.81%, T3: 27,68%, T4: 25,55%, T5: 25,55%, T6: 28.54%, harina de soja para el T1: 6,39%, T2: 6,39%, T3: 12,78%, T4: 12,78%, T5: 10,65%, T6: 9,79% y harina de maíz para el T1: 2,13%, T2: 6,39%, T3: 2,13%, T4: 4.26%, T5: 6,39%, T6: 4,26%, conjuntamente con los demás ingredientes y sus respectivos % por cada tratamiento.

En esta etapa se siguió la metodología para formulación de galletas de Oyola y Padilla (2020), se utilizó la misma proporción de todos los ingredientes e insumos aparte de las harinas, como leche en polvo, mantequilla, leche en polvo, azúcar, huevo, lecitina de soya, bicarbonato de sodio, , polvo de hornear, sal y esencia de vainilla. En esta etapa fue factible formular las galletas con la metodología de Oyola y Padilla (2020).

#### 5.1.2. Elaboración las galletas enriquecidas y evaluación de las características fisicoquímicas

En esta investigación el tratamiento T1 (H.C=80%, H.S=15% y H.M.= 5%) es el más afectivo sensorialmente y su perfil nutricional fue: %Humedad:  $4.77 \pm 0.26$ , Proteínas (g):  $7.74 \pm 0.16$ , Carbohidratos (g):  $50.23 \pm 0.32$ , Grasas (g):  $22.67 \pm 0.97$  y Cenizas (g):  $1.67 \pm 0.31$ .

Por su parte, Barrionuevo (2011) planteo que se evalué nutricionalmente galletas elaboradas, con frutilla deshidratada y harina de cebada. Se desarrollaron galletas con tres formulaciones, al 20% 15% 10% de frutilla deshidratada y 20% 25% 30% de cebada, posteriormente se realizaron ensayos de degustación en una población de 50 estudiantes, se evaluaron mediante la escala hedónica. La formulación de las galletas con substitución de

15% de frutilla deshidratada y 25% de harina de cebada aumentaron significativamente el porcentaje de contenido nutritivo respecto a la galleta usada como testigo para los siguientes componentes químicos: ceniza (de 0.64% a 1.4%), proteínas (8.6% a 10.4%), vitamina C (0.01mg/g a 0.04mg/g) y fibra (0.3% a 1.8%), Se recomienda que el producto que se ha logrado al ser inocuo y presentar un elevado contenido nutritivo debe ser incluido en la dieta diaria.

Se pudo notar el excelente aporte nutricional que aporta la harina de cebada, en relación con esta investigación, se pudo evidenciar que el componente de mayor influencia fisicoquímica, sensorial y nutricional fue la harina de cebada por que se contrasta con lo obtenido por Barrionuevo (2011)

### **5.1.3. Perfil sensorial de las galletas enriquecidas**

En esta investigación, la formulación óptima sensorialmente fue T1 (Harina de cebada=80%, Harina de soja =15% y Harina de maíz morado= 5%).

Por su parte, Cieza & Ochoa, (2022), como objetivo la formulación de galletas sustituyendo parcialmente harina de trigo (HT) por harinas de okara de soja (HOS) y bagazo de piña (HBP). Se formulo 4 tratamientos para la producción de las galletas: T1 (0HOS:HBP:100HT), T2 (10HOS:20HBP:70HT), T3 (15HOS:15HBP:70HT) y T4(20HOS:10HBP:70HT). Luego se realizó la evaluación sensorial con la participación de 30 panelistas no entrenados, lo que dieron una puntuación haciendo uso de la escala hedónica de cinco puntos; en la que se determinó que el cuarto tratamiento T4 presentaba mayor grado de aceptabilidad de los participantes.

Así mismo, Diaz & Espinoza, (2022), indico que el objetivo era definir la mejor formulación de harina de soya y la cascara de piña para elaborar galletas con chips de cushuro. La metodología empleada fue del método de Superficies de Respuesta de tipo DCCR 22. Se concluyó que la formula optima fue de 19.9397% de harina de soya y 5.5898% de cascara de piña.

En contraste con esta investigación, la formulación mas aceptable sensorialmente fue el tratamiento T1, el cual contuvo 15 % de harina de soja, el cual es un poco menor a 19.9397 y 20 % de harina de soja como reportaron los autores antes mencionados.

## CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

Se consiguió elaborar varias fórmulas en la elaboración de galletas enriquecidas con harina de cebada, soja y maíz morado, obteniendo análisis fisicoquímicos aceptables que determinen el contenido de Humedad, la actividad de agua, el pH y acidez.

Todas las formulaciones mostraron buenas características nutricionales. Además, las galletas presentaron un perfil sensorial satisfactorio, destacando el tratamiento T1 como el más preferido. Esto confirma la viabilidad de desarrollar galletas enriquecidas con estos ingredientes mediante el diseño de mezclas.

Las características fisicoquímicas (pH, %Acidez, L\*, a\*, b\*, c, h, %Humedad y Aw) se ajustan a un modelo predictivo cuadrático, los componentes tienen un efecto significativo en las características finales de las galletas enriquecidas, en especial, el componente H.C. tiene la mayor consecuencia en su aceptabilidad como en la mayoría de sus propiedades fisicoquímicas

En el análisis sensorial, los atributos en su textura y sabor son los más determinantes para Aceptabilidad. Por otro lado, el atributo olor es el menos influyente. Así mismo, T1 (H.C=80%, H.S=15% y H.M.= 5%) es el más afectivo sensorialmente.

### 6.2. Recomendaciones

Elaborar un análisis de prefactibilidad con la finalidad de determinar la rentabilidad financiera de la producción a gran escala de galletas enriquecidas con harina de cebada, soja y maíz morado.

Realizar un estudio de análisis de la consistencia en el tiempo del almacenamiento y estimación de la vida útil y calidad de las galletas enriquecidas con harinas de cebada, soja, y maíz morado. Este estudio también puede implicar identificar y mitigar posibles problemas de deterioro, como la pérdida de textura, sabor o color, que podrían surgir durante el almacenamiento prolongado.

Examinar cómo el consumo regular de galletas enriquecidas podría contribuir a una dieta más saludable y beneficios potenciales para la salud. Se podría explorar cómo el consumo

de estas galletas enriquecidas podría ayudar a abordar deficiencias específicas de nutrientes en la población, como la falta de fibra, proteínas o ciertas vitaminas y minerales.

## CAPITULO VII. REFERENCIAS

- Alamo Viera, J. M. R., Rodríguez Baron, B., Fejoo La Rosa, S. V., Palacios Vilchez, M. A., & Sarango Peña, E. D. (2020). Diseño del proceso de producción de galletas artesanales a partir de la harina de algarroba en el distrito de Cura Mori, Piura. *Tesis*, 142.
- Barrionuevo Barrionuevo, M. E. (2011). *Elaboración y Evaluación Nutricional de Galletas con Cebada y Frutilla Deshidratada* (Vol. 110) [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/732/1/56T00250.pdf>
- Borbor Hidalgo, S. J. (2017). *Formulación de mezclas de harinas de arroz, yuca y soya para elaboración de galletas libre de gluten, sabor a chocolate* [Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7701/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-17.pdf>
- Capurro Lévano, J. M., & Huerta Lauya, D. G. (2016). Elaboración de galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y maíz (*Zea mays*). *Repositorio Institucional Digital de La Universidad Nacional Del Santa*, 1–154.
- Carrasco Carranza, C. J., & Sánchez Cajo, K. P. (2019). *Determinación de la aceptabilidad de galletas elaboradas con diferentes concentraciones de harina de coronta de maíz morado (Zea mays l)* [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. [https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8143/BC-4563CARRASCO\\_CARRANZA-SANCHEZ\\_CAJO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8143/BC-4563CARRASCO_CARRANZA-SANCHEZ_CAJO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Chavarri Huacacolque, P. (2019). *Optimización del proceso de elaboración de galletas utilizando harina de coronta de maíz morado (Zea mays L.)* [Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/15655>
- Cieza Castañeda, P., & Ochoa Mora, C. (2022). *Formulación de galletas sustituyendo parcialmente harinas de trigo por harinas de okara de soya y bagazo de piña* [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. [https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/10541/Cieza\\_Castañeda\\_Patricia\\_Carolina\\_y\\_Ochoa\\_Mora\\_Cristel\\_Ninoska.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/10541/Cieza_Castañeda_Patricia_Carolina_y_Ochoa_Mora_Cristel_Ninoska.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Contreras Gutiérrez, N. N., Ramírez Trujillo, Y. J., & Follegatti Romero, L. Mi. (2018). Optimización de mezclas por aceptabilidad de una galleta con adición de harina de plátano (*Musa paradisiaca*), soya (*Glycine max*) y cacao (*Theobroma cacao l.*)

- optimization. *Universidad Nacional Agraria de La Selva*, 8(6), 6.  
<https://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/view/209/192>
- Córdova Vega, A., Castillo Puente, D., & Reyes Ramón, M. (2022). *Estudio de la adición de harina de maíz morado en galletas libres de gluten*.  
<https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/11718>
- Díaz Paucar, B., & Espinoza Ramos, I. (2022). *Elaboración de cookies con chips de cushuro (Nostoc Sphaericum) fortificada con harinas de soya y cáscara de piña* [Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4065>
- Flores Saavedra, G. F. (2021). *Propuesta de Implementación de una Línea de Producción de Harina de Cebada en Empresa Comercializadora para Incrementar su Rentabilidad* [Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].  
[https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4439/1/TL\\_FloresSaavedraGianella.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4439/1/TL_FloresSaavedraGianella.pdf)
- Janina, B., Jara, S., & Quintar, P. (2015). Harina de maíz morado: Composición nutricional. Elaboración de galletitas. Determinación de calidad galletera y Evaluación sensorial [Universidad Nacional de Córdoba]. In *Repositorio Digital UNC*.  
<http://hdl.handle.net/11086/12807>
- Jose Conde, L. (2015). *Formulación y elaboración de galletas enriquecidas con harina de kiwicha (Amaranthus caudatus), harina de linaza (Linum usitatissimum) y alfalfa (Medicago sativa) aplicando superficie de respuesta*. Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga.
- Montes Tornero, R. L. (2014). “Determinación de las características nutricionales y organolépticas de galletas enriquecidas con harina trigo (triticum aes.tlvium L.) y harina de haba (vicia faba L.)” *Repositorio.Unh.Tesis.Titulo*, 71.  
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/96>
- Moreno, J., & Andahua, V. (2020). *Aceptabilidad y Valor Nutricional de Galletas Dulces Saludables de Maíz Morado (Zea mays), Camote Morado (Ipomoea batata) Y Algarrobo (Prosopis pallida)* [Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión].  
[https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5248/MORENO y ANDAHUA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5248/MORENO_y_ANDAHUA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ortiz Vega, R. M. (2022). *Características fisicoquímicas y sensorial de galleta integral con*

*harina de trigo (Triticum aestivum L.) y okara de soya (Glycine max)* [Universidad Nacional del Centro del Perú].  
[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8233/T010\\_72123461\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8233/T010_72123461_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Quispe Ipurre, R. Y. (2021). Sustitución parcial de harina de trigo por harina de papa, harina de tarwi y harina de oca en la elaboración del pan mediante el método de diseño de mezclas. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 104.  
[https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13028/3858/Sustituci3n parcial de harina de trigo por harina de papa%2C harina tarwi y harina de oca en la elaboraci3n del pan mediante el m3todo de dise3o de mezclas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13028/3858/Sustituci3n%20parcial%20de%20harina%20de%20trigo%20por%20harina%20de%20papa%20harina%20tarwi%20y%20harina%20de%20oca%20en%20la%20elaboraci3n%20del%20pan%20mediante%20el%20m3todo%20de%20dise%20o%20de%20mezclas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Sandoval Micha, D. (2020). *Efecto de la sustituci3n parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de hojas de moringa (Moringa ole3fera) y harina de soya (Glycine max) en elaboraci3n de galletas dulces* [Universidad Nacional del Santa].  
<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2557/23177.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## ANEXOS

## Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<b>Problema principal</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variable Independiente</b>		
¿Se podrá desarrollar una galleta enriquecida con la adición de harinas de cebada, soja, y maíz morado?	Desarrollar una galleta enriquecida con la adición de harinas de cebada, soja, y maíz morado aplicando el diseño mezclas.	Es viable desarrollar una galleta enriquecida con la adición de harinas de cebada, soja, y maíz morado aplicando el diseño mezclas.	Harina de cebada Harina de soja Harina de maíz morado		
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	<b>Dimensión</b>	Humedad Acidez pH Cenizas Color	<b>Tipo de Investigación:</b> Tecnológica, Experimental.
¿Cuál es la formulación óptima para una galleta enriquecida de cebada, soja y maíz morado?	Determinar la formulación óptima de la galleta con harinas de cebada, soja, y maíz morado.	Se podrá determinar la formulación óptima de la galleta enriquecida con harinas de cebada, soja, y maíz morado.	Análisis Físicoquímico  <b>Variable Dependiente</b>		<b>Nivel de investigación:</b> Aplicativo.
¿Cuáles serán las propiedades fisicoquímicas de la galleta enriquecidas con harinas de cebada, soja, y maíz morado?	Evaluar las características fisicoquímicas de la galleta con harinas de cebada, soja, y maíz morado.	Es factible evaluar las características fisicoquímicas de la galleta enriquecidas con harinas de cebada, soja, y maíz morado.	Galleta enriquecida con harina de cebada, harina de soja y harina de maíz morado.  <b>Dimensión</b>	Proteína Grasa Carbohidratos Humedad Aw Acidez Color	<b>Diseño:</b> Experimental
¿De qué manera influye la formulación de la galleta enriquecida con harinas de cebada, soja, y maíz morado en la evaluación sensorial?	Determinar la mejor formulación de la galleta con harinas de cebada, soja, y maíz morado a través de la evaluación sensorial.	Existe diferencias en las formulaciones de galletas enriquecidas con harinas de cebada, soja, y maíz morado mediante la evaluación sensorial.	Análisis Físicoquímico  Análisis Sensorial		

## Anexo 2. Hoja de evaluación de aceptabilidad sensorial

**NOMBRE**.....

**FECHA**.....

**CODIGO** .....**EDAD**.....**SEXO**.....

### INSTRUCCIONES:

- Pruebe las galletas y registre el código asignado. Responda cuanto le gusta el producto.
- Marque con X los atributos que considere necesario para describir la muestra y asigne el puntaje correspondiente considerando 1 la menor intensidad y 5 la mayor intensidad, en los atributos seleccionados.
- Enjuáguese la boca con un poco de agua entre muestra y muestra.

<b>Puntaje</b>	<b>Categoría</b>
<b>5</b>	<b>Me gusta mucho</b>
<b>4</b>	<b>Me gusta moderadamente</b>
<b>3</b>	<b>No me gusta ni me disgusta</b>
<b>2</b>	<b>Me disgusta moderadamente</b>
<b>1</b>	<b>Me disgusta mucho</b>

<b>Muestra/ atributos</b>	<b>Sabor</b>	<b>Olor</b>	<b>Color</b>	<b>Textura</b>	<b>Aceptabilidad General</b>
342					
456					
542					
634					
745					
865					

¿Cuál de las muestras fue tu preferencia? Marque solo una:

**342** ( )      **456** ( )      **542** ( )      **634** ( )      **745** ( )      **865** ( )

### Anexo 3. Resultados de la desviación estándar

Atributo	TRATAMIENTO	Media	Desv.Est.
%Ceniza	T1	2.2371	0.0781 ±
	T2	2.3575	0.1045 ±
	T3	2.2723	0.0239 ±
	T4	2.244	0.0148 ±
	T5	2.751	0.352 ±
	T6	2.3271	0.0532 ±
L	T1	48.31	1.42 ±
	T2	48.995	0.12 ±
	T3	54.32	0.566 ±
	T4	47.03	2.26 ±
	T5	46.605	0.262 ±
	T6	44.485	0.262 ±
a	T1	10.505	0.29 ±
	T2	8.555	0.1202 ±
	T3	10.79	0.0849 ±
	T4	10.555	0.247 ±
	T5	10.355	0.106 ±
	T6	10.52	0.099 ±
b	T1	18.665	0.601 ±
	T2	17.885	0.0778 ±
	T3	23.43	0.0283 ±
	T4	18.12	1.63 ±
	T5	17.18	0.396 ±
	T6	14.475	0.0919 ±
c	T1	21.42	0.382 ±
	T2	19.825	0.12 ±
	T3	25.795	0.0636 ±
	T4	20.97	1.54 ±
	T5	20.055	0.403 ±
	T6	17.9	0.0141 ±
h	T1	60.61	1.48 ±
	T2	64.445	0.205 ±
	T3	65.27	0.141 ±
	T4	59.73	1.67 ±
	T5	58.915	0.318 ±

Humedad	T6	53.995	0.431 ±
	T1	4.767	0.259 ±
	T2	3.9996	0.1023 ±
	T3	6.466	0.674 ±
	T4	3.9927	0.1341 ±
	T5	4.504	1.092 ±
	T6	4.262	0.71 ±
Aw	T1	0.419	0.00141 ±
	T2	0.4	0.00141 ±
	T3	0.395	0.00141 ±
	T4	0.356	0.00424 ±
	T5	0.321	0.00283 ±
	T6	0.362	0 ±
	Ph	T1	8.19
T2		7.965	0.0354 ±
T3		7.615	0.0354 ±
T4		7.52	0.0283 ±
T5		7.32	0.0283 ±
T6		7.4	0.0141 ±
%acidez		T1	0.01665
	T2	0.01458	0.001018 ±
	T3	0.01809	0.000382 ±
	T4	0.02043	0.001146 ±
	T5	0.03024	0.000764 ±
	T6	0.02466	0.000764 ±

#### Anexo 4. Datos de la evaluación sensorial con escala hedónica

TRATAMIENTO	COMPONENTES			ATRIBUTOS				
	Harina de Cebada	Harina de soja	Harina de maiz morado	SABOR	OLOR	COLOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD
T1	80	15	5	4	2	3	3	4
T2	70	15	15	3	2	4	4	3
T3	65	30	5	4	4	2	3	2
T4	60	35	5	3	5	3	2	3
T5	60	25	15	2	5	3	3	2
T6	67	23	10	2	4	3	3	3
T1	80	15	5	4	1	4	4	3
T2	70	15	15	3	3	3	3	3
T3	65	30	5	2	4	2	3	3
T4	60	35	5	2	3	2	3	2
T5	60	25	15	2	2	3	2	3
T6	67	23	10	3	5	3	2	3
T1	80	15	5	4	3	3	3	4
T2	70	15	15	3	4	4	4	3
T3	65	30	5	3	4	1	1	2
T4	60	35	5	2	3	2	2	2
T5	60	25	15	3	2	2	2	2
T6	67	23	10	2	4	3	3	3
T1	80	15	5	5	3	2	4	4
T2	70	15	15	4	2	3	3	3
T3	65	30	5	3	4	2	3	2
T4	60	35	5	2	2	3	3	2
T5	60	25	15	2	3	3	2	3
T6	67	23	10	3	3	4	3	3
T1	80	15	5	4	3	3	3	4
T2	70	15	15	3	2	2	3	3
T3	65	30	5	2	4	3	3	2
T4	60	35	5	3	2	3	3	3
T5	60	25	15	3	3	2	1	2
T6	67	23	10	3	4	3	3	4
T1	80	15	5	5	1	4	4	4
T2	70	15	15	4	3	2	4	3
T3	65	30	5	2	4	2	3	2
T4	60	35	5	2	4	3	2	3
T5	60	25	15	3	4	3	2	4
T6	67	23	10	3	3	4	3	3
T1	80	15	5	5	3	3	3	3
T2	70	15	15	3	4	1	3	4
T3	65	30	5	3	4	2	3	3

T4	60	35	5	2	4	2	2	3
T5	60	25	15	3	4	2	1	3
T6	67	23	10	2	4	4	3	4
T1	80	15	5	3	3	5	3	3
T2	70	15	15	4	3	3	4	4
T3	65	30	5	3	4	2	3	2
T4	60	35	5	3	4	2	2	2
T5	60	25	15	3	4	2	2	4
T6	67	23	10	2	3	2	3	2
T1	80	15	5	5	2	4	4	4
T2	70	15	15	3	4	5	4	4
T3	65	30	5	2	4	3	3	4
T4	60	35	5	1	4	2	2	3
T5	60	25	15	3	5	3	1	3
T6	67	23	10	3	4	2	3	2
T1	80	15	5	3	4	4	4	4
T2	70	15	15	3	4	4	2	2
T3	65	30	5	4	5	2	2	2
T4	60	35	5	2	5	4	2	3
T5	60	25	15	2	4	2	3	3
T6	67	23	10	3	4	5	3	3
T1	80	15	5	4	4	5	3	5
T2	70	15	15	5	4	2	4	4
T3	65	30	5	2	4	3	3	3
T4	60	35	5	2	5	3	3	3
T5	60	25	15	2	3	2	3	3
T6	67	23	10	3	3	5	3	3
T1	80	15	5	5	3	4	4	4
T2	70	15	15	5	2	2	3	3
T3	65	30	5	3	3	2	3	3
T4	60	35	5	1	4	2	2	4
T5	60	25	15	3	4	2	3	3
T6	67	23	10	2	4	4	3	3
T1	80	15	5	5	2	4	4	5
T2	70	15	15	4	2	2	3	4
T3	65	30	5	3	4	3	3	3
T4	60	35	5	3	4	3	2	2
T5	60	25	15	2	4	2	3	3
T6	67	23	10	2	3	4	3	3
T1	80	15	5	4	2	5	4	5
T2	70	15	15	5	3	2	3	3
T3	65	30	5	4	4	3	3	3
T4	60	35	5	3	5	2	2	2
T5	60	25	15	2	4	2	2	3
T6	67	23	10	2	4	4	3	3
T1	80	15	5	4	3	5	5	5

T2	70	15	15	4	5	3	5	4
T3	65	30	5	3	4	1	2	3
T4	60	35	5	3	4	2	2	2
T5	60	25	15	3	4	2	2	2
T6	67	23	10	4	3	2	3	3
T1	80	15	5	3	4	4	4	5
T2	70	15	15	3	4	2	3	4
T3	65	30	5	5	4	1	3	3
T4	60	35	5	2	3	2	3	2
T5	60	25	15	3	3	3	1	3
T6	67	23	10	2	3	4	3	3
T1	80	15	5	4	4	3	3	5
T2	70	15	15	5	5	3	5	4
T3	65	30	5	3	3	3	3	4
T4	60	35	5	2	4	2	3	2
T5	60	25	15	3	3	2	1	3
T6	67	23	10	3	4	4	3	3
T1	80	15	5	4	2	4	4	4
T2	70	15	15	4	3	3	4	2
T3	65	30	5	2	5	3	3	3
T4	60	35	5	3	5	2	2	2
T5	60	25	15	3	3	2	2	4
T6	67	23	10	2	4	2	3	3
T1	80	15	5	4	2	4	4	5
T2	70	15	15	4	5	2	4	4
T3	65	30	5	3	4	3	3	4
T4	60	35	5	1	4	3	3	2
T5	60	25	15	1	5	4	2	3
T6	67	23	10	2	4	4	3	3
T1	80	15	5	5	5	3	4	4
T2	70	15	15	3	4	3	3	3
T3	65	30	5	2	4	3	3	3
T4	60	35	5	3	2	3	3	3
T5	60	25	15	3	3	3	2	2
T6	67	23	10	3	4	4	3	3
T1	80	15	5	4	4	3	4	4
T2	70	15	15	4	3	3	3	3
T3	65	30	5	2	3	3	3	2
T4	60	35	5	1	5	3	3	3
T5	60	25	15	3	4	2	2	3
T6	67	23	10	4	3	4	3	3
T1	80	15	5	5	5	3	5	5
T2	70	15	15	3	4	3	3	5
T3	65	30	5	2	3	3	2	2
T4	60	35	5	3	4	2	3	2
T5	60	25	15	3	3	2	1	3

T6	67	23	10	3	4	3	4	3
T1	80	15	5	5	3	3	3	2
T2	70	15	15	1	1	3	2	4
T3	65	30	5	5	4	3	5	3
T4	60	35	5	2	4	2	3	2
T5	60	25	15	4	4	2	2	3
T6	67	23	10	4	4	4	4	3
T1	80	15	5	4	5	4	4	4
T2	70	15	15	4	2	5	5	3
T3	65	30	5	3	2	3	3	3
T4	60	35	5	3	5	2	2	2
T5	60	25	15	4	5	3	2	3
T6	67	23	10	4	5	3	3	3
T1	80	15	5	5	3	4	5	5
T2	70	15	15	5	5	3	5	4
T3	65	30	5	5	5	3	3	3
T4	60	35	5	2	4	3	3	3
T5	60	25	15	3	5	2	5	3
T6	67	23	10	4	5	3	3	3
T1	80	15	5	4	4	4	4	3
T2	70	15	15	4	2	2	4	3
T3	65	30	5	2	3	2	3	2
T4	60	35	5	2	4	2	2	2
T5	60	25	15	3	3	2	2	4
T6	67	23	10	3	3	3	4	3
T1	80	15	5	3	3	4	4	5
T2	70	15	15	3	5	3	3	4
T3	65	30	5	2	5	3	3	3
T4	60	35	5	2	4	2	2	4
T5	60	25	15	4	5	3	2	3
T6	67	23	10	3	5	3	3	4
T1	80	15	5	3	3	3	5	4
T2	70	15	15	3	3	4	3	4
T3	65	30	5	4	3	1	3	3
T4	60	35	5	2	4	2	2	5
T5	60	25	15	2	5	2	2	3
T6	67	23	10	4	4	3	2	3
T1	80	15	5	4	3	4	3	3
T2	70	15	15	3	4	3	4	4
T3	65	30	5	5	4	1	2	3
T4	60	35	5	3	4	1	3	3
T5	60	25	15	3	5	2	2	3
T6	67	23	10	4	4	3	4	2
T1	80	15	5	3	3	4	3	4
T2	70	15	15	4	5	5	4	3
T3	65	30	5	2	4	3	3	3

T4	60	35	5	3	4	2	3	2
T5	60	25	15	3	5	2	2	3
T6	67	23	10	2	4	3	3	2
T1	80	15	5	5	4	4	5	5
T2	70	15	15	4	4	3	5	3
T3	65	30	5	5	4	2	3	3
T4	60	35	5	2	5	2	2	3
T5	60	25	15	3	4	4	2	3
T6	67	23	10	3	5	4	2	2
T1	80	15	5	5	4	4	4	4
T2	70	15	15	5	4	3	5	3
T3	65	30	5	2	4	1	3	3
T4	60	35	5	3	5	1	2	3
T5	60	25	15	3	4	3	2	3
T6	67	23	10	3	4	4	2	2
T1	80	15	5	3	4	4	5	4
T2	70	15	15	2	4	4	3	4
T3	65	30	5	2	4	2	3	3
T4	60	35	5	1	4	2	2	2
T5	60	25	15	3	4	4	3	3
T6	67	23	10	2	3	4	3	3
T1	80	15	5	5	2	3	5	5
T2	70	15	15	4	5	3	3	4
T3	65	30	5	2	4	3	2	3
T4	60	35	5	3	5	2	2	2
T5	60	25	15	3	4	2	2	3
T6	67	23	10	3	5	4	3	3
T1	80	15	5	4	3	5	4	4
T2	70	15	15	3	2	3	3	4
T3	65	30	5	2	4	2	3	3
T4	60	35	5	3	4	2	2	2
T5	60	25	15	2	3	1	1	3
T6	67	23	10	3	4	4	3	3
T1	80	15	5	4	3	5	4	5
T2	70	15	15	4	2	3	3	4
T3	65	30	5	1	5	2	3	3
T4	60	35	5	2	4	2	2	3
T5	60	25	15	3	5	2	2	3
T6	67	23	10	2	5	3	2	3
T1	80	15	5	5	2	4	5	4
T2	70	15	15	5	1	3	5	3
T3	65	30	5	2	5	2	2	3
T4	60	35	5	3	5	2	2	3
T5	60	25	15	2	4	3	2	3
T6	67	23	10	2	4	3	2	3
T1	80	15	5	4	3	5	5	5

T2	70	15	15	4	4	3	4	4
T3	65	30	5	4	4	2	2	3
T4	60	35	5	2	3	3	2	3
T5	60	25	15	3	5	3	3	3
T6	67	23	10	2	4	2	3	3
T1	80	15	5	3	2	5	5	5
T2	70	15	15	4	3	4	3	3
T3	65	30	5	4	3	2	3	3
T4	60	35	5	3	5	2	3	2
T5	60	25	15	3	4	3	2	3
T6	67	23	10	1	4	2	3	3
T1	80	15	5	5	3	4	4	3
T2	70	15	15	4	2	4	4	3
T3	65	30	5	2	4	2	2	3
T4	60	35	5	2	4	2	3	3
T5	60	25	15	1	4	3	2	3
T6	67	23	10	2	4	2	2	3
T1	80	15	5	4	4	3	4	4
T2	70	15	15	3	2	3	4	3
T3	65	30	5	3	4	2	3	3
T4	60	35	5	2	4	2	3	2
T5	60	25	15	3	4	2	2	3
T6	67	23	10	3	3	3	3	3
T1	80	15	5	3	2	4	4	4
T2	70	15	15	5	2	3	2	4
T3	65	30	5	3	4	2	2	3
T4	60	35	5	2	4	2	2	2
T5	60	25	15	2	3	3	2	4
T6	67	23	10	3	3	3	4	3
T1	80	15	5	4	3	3	4	4
T2	70	15	15	5	2	4	4	3
T3	65	30	5	2	4	3	3	2
T4	60	35	5	2	4	2	3	2
T5	60	25	15	3	4	2	2	3
T6	67	23	10	3	3	3	2	3
T1	80	15	5	4	3	4	4	4
T2	70	15	15	4	2	2	4	4
T3	65	30	5	2	3	3	3	2
T4	60	35	5	1	4	2	3	2
T5	60	25	15	2	3	2	2	3
T6	67	23	10	3	3	3	2	3
T1	80	15	5	4	3	3	2	3
T2	70	15	15	3	2	4	3	4
T3	65	30	5	3	4	1	2	2
T4	60	35	5	2	4	1	3	2
T5	60	25	15	3	4	3	2	3

T6	67	23	10	2	2	3	3	3
T1	80	15	5	5	3	3	4	4
T2	70	15	15	4	3	4	2	4
T3	65	30	5	2	3	2	3	2
T4	60	35	5	2	4	2	3	2
T5	60	25	15	3	5	3	2	3
T6	67	23	10	2	3	2	3	3
T1	80	15	5	4	3	4	4	4
T2	70	15	15	5	3	3	2	4
T3	65	30	5	1	5	2	3	3
T4	60	35	5	1	3	1	3	2
T5	60	25	15	1	4	3	2	3
T6	67	23	10	3	3	3	3	3
T1	80	15	5	4	3	3	4	4
T2	70	15	15	4	2	3	3	4
T3	65	30	5	2	4	1	2	3
T4	60	35	5	1	4	1	3	3
T5	60	25	15	3	4	2	2	3
T6	67	23	10	3	3	3	2	2
T1	80	15	5	4	2	4	4	3
T2	70	15	15	3	3	4	4	3
T3	65	30	5	2	4	2	3	3
T4	60	35	5	2	2	2	3	2
T5	60	25	15	2	5	3	2	3
T6	67	23	10	3	4	2	3	3
T1	80	15	5	5	3	4	3	4
T2	70	15	15	2	4	3	3	3
T3	65	30	5	2	3	1	2	4
T4	60	35	5	2	3	1	3	2
T5	60	25	15	3	4	2	1	3
T6	67	23	10	3	4	3	3	2

---

## Anexo 5. Galería de fotografías

### Pesado de los insumos



### Elaboración de los 6 tratamientos



### Horneado de las galletas enriquecidas



## Evaluación sensorial de las galletas enriquecidas



## Galletas en la mufla a 550° C



## Pesado de cenizas en la balanza digital



### Determinación del pH de los 6 tratamientos



### Determinación de la acidez titulable



### Determinación del color de los 6 tratamientos

