

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Desarrollo de una formulación y línea de proceso para la elaboración de
una galleta libre de gluten con valor proteico"

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERA EN ALIMENTOS

Presentado por:

Michelle Stephanie Peñaherrera Sánchez

Valeria Nicole Silva Noboa

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2017

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por acompañarme en este camino y darme la fortaleza para culminar esta meta. A mi familia por su disponibilidad y apoyo incondicional en todo momento y a PhD. A. Sócrates Palacios por brindarme su tiempo y confianza para realizar este proyecto.

Valeria Silva N.

Le agradezco a mi familia, por ser siempre mí aliento y apoyo. A mi tutor, el PhD. A. Sócrates Palacios por brindarme su paciencia, tiempo y conocimiento. Al Ing. Alex Delgado por su gran ayuda en el desarrollo de este proyecto. A Dios quien me ha entregado perseverancia, fuerza y valor para finalizar esta etapa.

Michelle Peñaherrera S.

DEDICATORIA

A mis padres por ser uno de los pilares más importantes de mi vida ya que sin su ayuda no hubiera salido adelante. A mi hermana por acompañarme siempre y darme esos consejos oportunos y a mis amigos por sacarme una sonrisa sin importar la situación.

Valeria Silva N.

Dedicado a mis padres, tíos y hermanos por ayudarme a superar toda adversidad y por la inmensidad de su amor. A mis amigos y sobrinos por alegrar cada día de mi vida con sus aventuras y enseñanzas. A Dios que se ha convertido en mi soporte a lo largo de mi vida.

Michelle Peñaherrera S.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

MICHELLE PEÑAHERRERA SANCHEZ

VALERIA NICOLE SILVA NOBOA

PHD ARTURO SÓCRATES PALACIOS

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.



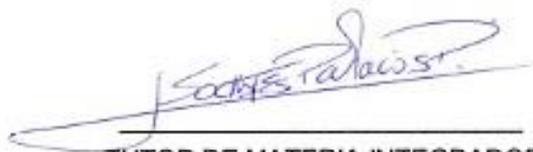
AUTOR 1

MICHELLE PEÑAHERRERA S.



AUTOR 2

VALERIA SILVA N.



TUTOR DE MATERIA INTEGRADORA

A. SÓCRATES PALACIOS P., PhD.

RESUMEN

En la actualidad, industrias de alimentos ofrecen productos con mejores características nutricionales, pero el mercado para las personas con enfermedad celiaca es un tanto limitada.

En base a esta necesidad se desarrolla la formulación y elaboración de una galleta libre de gluten elaborada a partir de granos y cereales con un contenido proteico superior al que proporciona su competencia.

Para ello, se utilizó como materia prima harina de garbanzo y arroz y se aplicó un diseño experimental de mezclas tomando como variable respuesta el pH y la humedad. Seguidamente, se realizó una prueba sensorial para seleccionar el tratamiento o fórmula de mayor aceptabilidad por parte del panel sensorial, para proceder con los análisis bromatológicos y microbiológicos y de esta forma verificar el cumplimiento del producto con los requisitos de la norma NTE INEN 2085:2005 y a su vez, con ello determinar las características del producto formulado.

Finalmente, se realizó la selección de equipos en base a una producción de 12,44 kg/lote, con lo cual se estableció la distribución de la planta y se estimó el precio de venta al público.

Palabras Claves: garbanzo, galletas, proteína, gluten, enfermedad celiaca.

ABSTRACT

At the present, the food industries offer products with better nutritional characteristics, but the market for people with celiac disease is a bit limited.

Based on this need, the formulation and elaboration of a gluten-free cookie made from grains and cereals with a protein content superior to that provided by its competence.

For this, chickpea flour and rice flour were used as raw material and an experimental design of mixtures was applied, taking pH and humidity as a variable response. Then, a sensory test was carried out to select the treatment or formula of greatest acceptability by the sensory panel, to proceed with the bromatological and microbiological analysis, and in this way verify the compliance of the product with the requirements of the standard NTE INEN 2085: 2005, and at the same time, to determine the characteristics of the final product.

Finally, the selection of equipment was made based on a production of 12.44 kg / batch, which established the distribution of the plant and estimated the sale price to the public.

Keywords: chickpea, cookies, protein, gluten, celiac disease

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.3 Objetivos específicos	2
1.3 Marco Teórico.....	2
1.3.1 Materias primas.....	2
1.3.2 Proceso	5
1.3.3 Características del Producto Terminado	6
CAPÍTULO 2.....	7
2. METODOLOGÍA DE DISEÑO	7
2.1 Formulación.....	7
2.2 Diseño experimental.....	7
2.3 Pruebas sensoriales	9
2.3.1 Hipótesis del sensorial	10
2.4 Análisis Bromatológico	11
2.5 Pruebas microbiológicas	11
2.6 Selección de equipos	12
2.6.1 Cálculos de consumo de gas	12
2.7 Lay-out de la planta	14
2.8 Características del Producto	15
2.9 Estimación de costos.....	16

CAPÍTULO 3.....	17
3. RESULTADOS	17
3.1 Resultados del Análisis Bromatológico para el diseño Experimental	17
3.2 Resultados del Diseño Experimental.....	17
3.3 Resultados Prueba Sensorial	22
3.4 Selección de la Fórmula Final	27
3.5 Análisis bromatológico de la fórmula final	28
3.6 Análisis microbiológico de la fórmula final	28
3.7 Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas	28
3.8 Selección de Equipos	30
3.9 Determinación del consumo de gas	33
3.10 Lay-Out de la Planta.....	35
3.11 Características del Producto Final.....	37
3.12 Estimación de Costos.....	40
CAPÍTULO 4.....	46
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
4.1. Conclusiones.....	46
4.2. Recomendaciones.....	47
BIBLIOGRAFÍA	
APÉNDICE	

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCP	Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
BOPP	Polipropileno Biorientado
ARCONEL	Agencia de Regulación y Control de Electricidad
TRA	Tabla de Relación de Actividades
USDA	Base de Datos Americana
UMB	Unidad de Medida Base
EE	Energía Eléctrica
MOD	Mano de Obra Directa
PVP	Precio Venta Público
EC	Enfermedad Celiaca
VDR	Valor Diario Requerido

SIMBOLOGÍA

ml	Mililitros
mm	Milímetros
cm	Centímetros
m ³	Metros cúbicos
Kg	Kilogramos
g	Gramos
mg	Miligramos
µg	Microgramos
Kcal	Kilocalorías
unid.	Unidad
Min	Mínimo
Max	Máximo
=	Igual
°C	Grados Celsius
η	Eficiencia
%	Porcentaje
\$	Dólares
pH	Concentración de iones hidrógeno
R ² _{ajustado}	Precisión de modelo
cp	Calor específico
X _i	Fracción del componente
Q	Calor
Φ	Consumo Calórico
PCI	Poder calorífico inferior
ΔT	Diferencia de Temperatura
Kw-h	Kilovatios/hora
T	Temperatura
t	tiempo
M	Masa del componente
λ	Calor latente de vaporización
α	Nivel de significancia
ufc	Unidades formadoras de colonias

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.-Análisis de varianza para pH y humedad.....	19
Figura 2.-Coeficientes para la variable pH.....	19
Figura 3.-Diagrama de Pareto para la variable pH.....	20
Figura 4.-Gráfica de superficie ajustada para la variable pH	21
Figura 5.-Perfiles de valores pronosticados y deseabilidad	22
Figura 6.-Prueba de Kruskal-Wallis variable color	23
Figura 7.-Diagrama de Cajas variable color	24
Figura 8.-Prueba de Kruskal-Wallis variable sabor	24
Figura 9.-Diagrama de Cajas variable sabor.....	25
Figura 10.-Prueba de Kruskal-Wallis variable crujencia.....	25
Figura 11.-Diagrama de Cajas variable crujencia	26
Figura 12.-Prueba de Kruskal-Wallis variable dulzura	26
Figura 13.-Diagrama de Cajas variable dulzura.....	27
Figura 14.-Prueba de bondad de ajuste variable preferencia	27
Figura 15.-Diagrama de valores observados y esperados variable preferencia.....	28
Figura 16.-Esquema de Proceso Propuesto	30
Figura 17.-Balanza Electrónica KRETZ	31
Figura 18.-Tamizadora vibrante	31
Figura 19.-Batidora Harvester	32
Figura 20.-Formadora dosificadora de galletas.....	32
Figura 21.-Horno panadero TEDESCO.....	33
Figura 22.-Carro porta bandejas para horno TEDESCO.....	33
Figura 23.-Envolvedora horizontal ASA-FWL 280	34
Figura 24.-Tabla de Relación de Actividades (T.R.A.)	37
Figura 25.-Lay-Out de la Planta.....	38
Figura 26.-Semáforo nutricional.....	38
Figura 27.-Etiqueta de la galleta	38
Figura 28.-Gráfica de punto de equilibrio	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.-Composición química de las harinas para cada 100 gramos.....	3
Tabla 2.-Fórmula de referencia.....	7
Tabla 3.-Factores y niveles del diseño experimental	8
Tabla 4.-Tratamientos experimentales para la formulación de la galleta	8
Tabla 5.-Escala Hedónica.....	9
Tabla 6.-Requisitos Bromatológicos NTE INEN 2 085:2005	11
Tabla 7.-Requisitos Microbiológicos NTE INEN 2 085:2005.....	12
Tabla 8.-Conjunto de criterios.....	14
Tabla 9.-Escala de Valoración T.R.A.....	15
Tabla 10.-Concentraciones de Componentes.....	15
Tabla 11.-Condiciones para la declaración de propiedades	16
Tabla 12.-Resultados por duplicado de pH y humedad	17
Tabla 13.-Variables independientes y dependientes	18
Tabla 14.-Tabla de valores pronosticados y nivel de deseabilidad.....	21
Tabla 15.- Codificación de muestras.....	23
Tabla 16.-Fórmula final de la galleta.....	27
Tabla 17.-Análisis bromatológico de fórmula final de la galleta	28
Tabla 18.-Análisis microbiológico de fórmula final de la galleta	28
Tabla 19.-Descripción del balance de Materia.....	40
Tabla 20.-Costos de materia prima y material de empaque.....	41
Tabla 21.-Costos de Mano de Obra Directa	41
Tabla 22.-Costos de Mano de Obra Indirecta	42
Tabla 23.-Costo y depreciación de equipos de producción.....	42
Tabla 24.-Consumo de Energía Eléctrica	42
Tabla 25.-Estimación de costos de Servicios y Suministros	42
Tabla 26.-Costos de Producción.....	43
Tabla 27.-Costos fijos y costos variables por paquete	44
Tabla 28.-Análisis Financiero.....	45

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema

El mercado actual requiere nuevas ideas alimenticias para nutrir a las pequeñas poblaciones que tienen necesidades dietéticas especiales y específicas, como las personas que padecen la enfermedad celíaca. Polanco, I. & Ribes, C en el año 2010 reportaron que, esta enfermedad provoca severos daños en la mucosa del intestino delgado y evita que el cuerpo del portador de la enfermedad obtenga todos los nutrientes que este necesita para su diario vivir.

La cantidad de personas afectadas con la Enfermedad Celiaca (EC) ha aumentado en diversas áreas geográficas. Es así que, en Europa y Estados Unidos, se presenta una frecuencia aproximadamente del 1% en la población general, es decir, se han diagnosticado alrededor de 3 millones de personas celíacas, en tan solo dos décadas. En la actualidad se encuentra en todos los países del mundo, afectando a todo tipo de razas (Saez, 2010).

Considerando que para la EC no existe tratamiento farmacológico, debido a que el único tratamiento eficaz es una dieta estricta basada en la exclusión del gluten, la cual debe mantenerse durante toda la vida del paciente. La persona debe suprimir de su dieta todos los alimentos elaborados con harina de trigo, cebada, centeno y avena (Saez, 2010).

Es por ello que, en la actualidad se busca dar solución a este problema sustituyendo la elaboración de ciertos productos con harinas que no contengan gluten. Así pues, en el Ecuador se utilizan materias primas para elaborar alimentos libres de gluten, tales como quinua, maíz y arroz. Sin embargo, cabe destacar que muchos de estos productos presentan un costo bastante elevado en el mercado, lo cual dificulta el estilo de vida del consumidor celiaco. Por todo esto, se ha planteado como alternativa un tipo de galleta dulce destinada a personas celiacas o con sensibilidad al gluten, con un aporte proteico superior a las ya existentes en el mercado para contribuir con el aumento de nutrientes que se encuentran escasos en dichos productos y que son necesarios para las personas celiacas a un precio competitivo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar la formulación y el proceso para la elaboración de galletas libres de gluten a base de harina de garbanzo y arroz para mejorar el contenido proteico.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar un diseño experimental de mezclas para definir una formulación de una galleta libre de gluten con alto valor proteico a escala de laboratorio.
- Realizar pruebas de evaluación sensorial para determinar el grado de aceptabilidad del producto formulado.
- Realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos del producto formulado.
- Seleccionar equipos y diseñar un lay-out para el proceso productivo del producto a escala piloto.
- Realizar un análisis de costos de producción a escala piloto del producto y estimar su precio de venta para una presentación de 100g.

1.3 Marco Teórico

Para la elaboración de las galletas libres de gluten y con un mayor aporte proteico a las tradicionales que se comercializan en el mercado, se utilizó una mezcla de harinas no tradicionales, aprovechando la complementación proteica entre un cereal y una leguminosa, con la finalidad de mejorar la calidad de las proteínas (Molina & Martin, 2008), es decir, un cereal es una fuente significativa de aminoácidos azufrados como la metionina, componente presente en bajas cantidades entre las leguminosas, mismas que tienen un aporte significativo de lisina en comparación a las cantidades presentes en los cereales (Granito et al., 2003).

1.3.1 Materias primas

Entre las materias primas usadas para la formulación del producto se tiene como aporte proteico la harina de garbanzo y para su complementación proteica se añade harina de arroz. Adicionalmente, se agregó a la masa pulpa de fruta y otros insumos tales como: albúmina, azúcar, manteca vegetal, polvo de hornear, benzoato de sodio y sal.

Harina de Garbanzo

Es una harina de origen vegetal que se obtiene a partir de la molienda de los garbanzos secos (leguminosa). Esta harina posee grandes atributos según su tabla nutricional, ya que contiene altos niveles de proteína, hidratos de carbono, fibra y minerales (Peralta & Veas, 2014). En la Tabla 1 se observa la composición química por cada 100 gramos. Es importante destacar que

este ingrediente en el producto a formular contribuirá en su mayoría con el contenido proteico.

Harina de Arroz

La harina de arroz se obtiene de la molienda y tamizado de dicho cereal. En el Ecuador la especie que se cultiva es del tipo grano largo, delgado, normalmente cristalino y más firme tras la cocción (Berrones Franco & Esponiza Malavé, 2011). En la Tabla 1 se observa la composición química por cada 100 gramos. Este ingrediente contribuye con la absorción de agua para mejorar las propiedades viscoelásticas en la masa del producto a formular, debido a la ausencia del gluten en la misma.

Tabla 1.-Composición química de las harinas para cada 100 gramos.

COMPONENTES PRINCIPALES	HARINA DE GARBANZO	HARINA DE ARROZ
Energía	341	357
Proteína	20.50	5.95
Metionina + cisteína*	1,7 mg	4,3 mg
Lisina*	7,2 mg	3,2-4,0 mg
Grasa Total	5.50 g	1.42 g
Colesterol	0 mg	0 mg
Glúcidos	55.80	85.47
Fibra	13.60 g	6.50 g
Calcio	143 mg	10 mg
Hierro	6.80 mg	0.35 mg
Yodo	1.50 µg	1 µg
Vitamina A	3.50 mg	0 mg
Vitamina C	4.10 mg	0 mg
Vitamina D	0 µg	0 µg
Vitamina E	3.10 mg	0.13 mg
Vitamina B12	0 µg	0 µg
Folato	185 µg	4 µg

Fuente: (FUNIBER, s.f.)

*cantidad en mg/100 g de proteína

Pulpa de fruta

Para obtener la pulpa de manzana y pera, se debe inicialmente proceder a la selección y clasificación de estas, las cuales, deben tener un grado óptimo de maduración, estar libres de magulladuras o roturas en sus cáscaras, ya que estas pueden servir como vías de contaminación microbiana y llegar a producir daños en la calidad de la misma. La pulpa debe resultar de un color y sabor similar al de fruta fresca (Valentín Díaz Pérez, 2015). Por lo que, solo se utilizó en la formulación la parte comestible de las frutas sanas y limpias para aportar sabor natural al producto terminado.

Ingredientes auxiliares

Son mezclas de sustancias que ayudan a modificar las características tanto de sabor, color, olor y conservación del producto final. Para el producto a formular se consideraron los siguientes ingredientes:

➤ **Albúmina**

Coenders, A., en 1996 indicó que la clara de huevo coagulada durante la etapa del horneado aporta una mejor estructura y volumen a tartas, pudines, flanes, entre otros. Se emplean con frecuencia junto con la mantequilla batida para hacer crecer las tartas u otros productos de bollería.

➤ **Azúcar impalpable**

El azúcar impalpable es azúcar común reducida a polvo, que se encarga de endulzar la masa, de dar color a las cortezas y actuar como agente de cremado durante el batido al adicionar las grasas y las claras de huevo en el proceso de elaboración para una galleta (Juan tutuy aspasa, s.f.).

➤ **Manteca vegetal**

Debido a su origen, este tipo de grasa es capaz de mantenerse sólida a temperatura ambiente, es de color blanco y no solo emana un sabor y aroma suave, sino que se caracteriza por su consistencia firme y pastosa (Juan tutuy aspasa, s.f.). Pertenece a los componentes auxiliares más importantes de la historia de la panificación. De igual manera que la mantequilla, la manteca tiene gran influencia en la blandura y estructura de la miga y de la corteza (Coenders, A., 1996).

➤ **Polvo de hornear**

Este insumo se basa en una mezcla de bicarbonato de sodio, crémor tártaro, ácido y una base de almidón la cual puede ser de maíz o de arroz. Al momento de adherir el polvo de hornear a cualquier alimento que se encuentra expuesto a temperaturas superiores a 60°C, el ácido en solución se combina con el bicarbonato, lo cual permite la liberación del bióxido de carbono generando así que la masa se infle y adquiera la textura esponjosa característica de las mismas (Llerena, 2010).

➤ **Benzoato de Sodio**

El benzoato de sodio es un aditivo muy usado como conservante sintético que sirve para inhibir el crecimiento de bacterias, mohos y levaduras. Es efectivo en condiciones ácidas, ya que retrasa el deterioro de la galleta (CHIMBOLEMA, 2017).

➤ **Sal**

Entre las características esenciales para obtener postres o productos de bollería en general, la sal debe ser de grano fino y puro con bajas dosis de compuesto de magnesio. Se añade en bajas proporciones (1% -1.5%) del peso de la harina a utilizar (Manley, 1989).

1.3.2 Proceso

El procesamiento de las galletas ha variado conforme pasan los años incluyendo la calidad de la misma. Se ha conseguido mucho ahorro en mano de obra, pero algunos de los procesos de control en la actualidad se han vuelto críticos, como los considerados a continuación:

Tamizado

El tamizado es una operación básica en la que una mezcla de partículas sólidas de diferentes tamaños se separa en dos o más fracciones pasándolas por un tamiz. Cada fracción es más uniforme en tamaño que la mezcla original (Brennan, Cowell, Butters, & Lilly., 1980).

Cremado

Se caracteriza por la emulsión de un ingrediente de materia grasa combinado con el azúcar hasta que esta última se disuelva en la grasa y formen una crema homogénea y esponjosa. El objetivo de esta etapa consiste en aumentar el doble del volumen inicial de dichos ingredientes, debido a la incorporación de aire en la mezcla (Santiago, 2010).

Mezclado

La calidad de la masa queda determinada por la receta, la naturaleza de los ingredientes utilizados y el grado hasta el cual estos ingredientes han sido mezclados. El resultado es una masa que tiene cualidades particulares de elasticidad y moldeabilidad. Estas dos cualidades constituyen lo que llamamos consistencia (Manley, 1989).

Horneado

La importancia fundamental que tiene esta etapa es producir una reducción de la humedad, disminución de la densidad del producto y adquisición de las características organolépticas (Santiago, 2010).

Empacado

La función principal del empacado consiste en proteger el producto de agentes externos, facilitar el transporte y manipulación del mismo evitando su posterior contaminación. Adicionalmente, permite diferenciarlo del resto de productos presentes en el mercado (Borrego, Chuliá, & Clemente, 2016).

1.3.3 Características del Producto Terminado

El producto formulado es una galleta libre de gluten elaborada a base de harina de garbanzo para contribuir en su mayoría con el contenido proteico y harina de arroz. La dulzura de la galleta se debe al azúcar impalpable y la adición de pulpa de fruta para complementar con el sabor de esta. Presenta una forma redonda, una textura crocante, de coloración ligeramente dorada. La presentación de venta al público es de 100 g y para su conservación se utiliza un empaque de polipropileno biorientado metalizado.

En particular, para el desarrollo de esta galleta se considera lo siguiente:

- Una galleta libre de gluten.
- Incremento en el porcentaje de proteínas.
- Bajo costo relativo para el consumidor celiaco.
- Aceptabilidad en el sabor.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA DE DISEÑO

La metodología empleada en este proyecto se basa en la búsqueda de un prototipo para la realización de las galletas libres de gluten. El proceso inicia con pruebas preliminares realizadas a nivel de laboratorio con el fin de obtener una formulación base. Luego, continúa con el uso de un diseño experimental que contribuye a definir los porcentajes de los ingredientes que se reconocen como los más fundamentales del proceso, para así combinarlos y poder realizar el desarrollo de la formulación. Posteriormente se procede a realizar una prueba sensorial para determinar el grado de aceptabilidad del producto formulado y los respectivos análisis fisicoquímicos y microbiológicos del producto. Finalmente, se realizan los cálculos de los costos relacionados al desarrollo de la línea de producción, para lo cual se requiere primero definir los equipos a utilizar en el proceso a escala piloto.

2.1 Formulación

Se realizaron varias pruebas preliminares a nivel de laboratorio que conllevan al desarrollo de la formulación prototipo, utilizando como referencias: recetas caseras y galletas ya comercializadas en el mercado. La tabla 2 detalla la formulación establecida como punto de partida para la elaboración del producto a desarrollar.

Tabla 2.-Fórmula de referencia

MATERIA PRIMA	PORCENTAJE
Harina de Garbanzo	28,91%
Harina de Arroz	21,92%
Azúcar	15,94%
Manteca Vegetal	12,46%
Albúmina	9,97%
Pulpa de fruta	9,22%
Polvo Hornear	1,00%
Sal	0,50%
Benzoato de sodio	0,10%
Total	100,00%

Fuente: Elaboración propia

2.2 Diseño experimental

Se aplicó un diseño experimental de mezclas denominado Simplex Lattice empleando un software estadístico Statistica 7. Para la aplicación del diseño se toma como base de estudio tres ingredientes y sus respectivas cantidades presentadas en la tabla 2, los cuales son: harina de garbanzo, harina de arroz

y azúcar; el resto de los ingredientes mantendrán su proporción fija en la formulación y se determinó los límites máximos y mínimos a partir de pruebas preliminares realizadas en el laboratorio, mismos que son detallados en la tabla 3 presentada a continuación:

Tabla 3.-Factores y niveles del diseño experimental

FACTOR	NOMBRE DEL FACTOR	MIN	MAX
A (1)	Harina Garbanzo	0.2891	0.3484
B (2)	Harina Arroz	0.2192	0.2785
C (3)	Azúcar	0.1	0.1593
Total	0.6676		

Fuente: Elaboración propia

Basado en los límites máximos y mínimos de los ingredientes seleccionados en la tabla 3, se obtuvo 10 tratamientos experimentales que se detallan en la tabla 4.

Tabla 4.-Tratamientos experimentales para la formulación de la galleta

TRATAMIENTOS	HARINA DE GARBANZO	HARINA DE ARROZ	AZÚCAR
1	0,348400	0,219200	0,100000
2	0,289100	0,278500	0,100000
3	0,289100	0,219200	0,159300
4	0,308867	0,258733	0,100000
5	0,308867	0,219200	0,139533
6	0,289100	0,238967	0,139533
7	0,328633	0,238967	0,100000
8	0,328633	0,219200	0,119767
9	0,289100	0,258733	0,119767
10	0,308867	0,238967	0,119767

Fuente: Elaboración propia

Las variables respuestas consideradas para el análisis con el software estadístico son el pH y la humedad, debido a que estos forman parte de los parámetros necesarios para cumplir con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2085:2005 Galletas.

El objetivo de este análisis es conocer si cada una de las variables independientes mencionadas en la tabla 4, tienen una asociación estadísticamente significativa con cada una de las variables respuesta (el pH y la humedad), para proceder a determinar qué modelo estadístico se ajusta a ellas.

Finalmente, se realiza la gráfica de perfiles de valores pronosticados y deseabilidad, en donde el software ofrece al usuario los valores mínimos, máximos e intermedios de cada variable de respuesta y pide ingresar al usuario la deseabilidad (de 0 al 1) que requiere que ocurra cada uno de estos valores,

lo cual, permite identificar las cantidades justas que se necesitan de cada factor (harina de garbanzo, harina de arroz y azúcar) para elaborar una formulación final.

2.3 Pruebas sensoriales

De entre los 10 tratamientos propuestos en la tabla 4, se escogerán las que cumplan con las cuantificaciones realizadas en el diseño experimental con respecto a las variables respuesta: pH y humedad. Para luego, evaluar a través de las pruebas sensoriales atributos como el color, sabor, crujencia y dulzura, además del grado de preferencia del producto. Las evaluaciones se realizarán a 35 panelistas no entrenados, quienes recibieron las instrucciones detalladas en el formulario (ver Apéndice A) de prueba de aceptación, mediante el cual se menciona en la tabla 5 la escala hedónica que indica al panelista como evaluar el nivel de afectividad.

Tabla 5.-Escala Hedónica

ESCALA	NIVEL DE AFECTIVIDAD
1	Me disgusta muchísimo
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta ligeramente
4	Ni me gusta ni me disgusta
5	Me gusta ligeramente
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta muchísimo

Fuente: Elaboración propia

Las muestras (galletas) fueron preparadas en el laboratorio de sensorial, horas antes de las pruebas de degustación, servidas en un plato plástico y a temperatura ambiente. Las preparaciones se ofrecieron individualmente junto a un agente neutralizante (agua purificada) para evitar influenciar en las respuestas.

Todos los resultados se analizarán estadísticamente usando el software estadístico Minitab 17, en donde se aplicará la prueba no paramétrica de rangos Kruskal-Wallis para cada atributo seguido de un diagrama de cajas y una prueba de bondad de ajuste de chi-cuadrada y un diagrama de valores observados y esperados para el grado de preferencia de los tratamientos a analizar.

2.3.1 Hipótesis del sensorial

A continuación, se detallan las hipótesis nula y alterna a evaluar en la galleta, para determinar si existe diferencia significativa entre los atributos y grado de preferencia del producto.

Color

Hipótesis Nula (H_0): Las medianas de las calificaciones en las tres muestras analizadas son las mismas.

Hipótesis Alternativa (H_1): Las medianas de las calificaciones en las tres muestras analizadas no son las mismas.

$$H_0: \eta_1 = \eta_2 = \eta_3$$

$$H_1: \eta_1 \neq \eta_2 \neq \eta_3$$

Siendo:

η_1 : La mediana de la muestra de galleta 135.

η_2 : La mediana de la muestra de galleta 648.

η_3 : La mediana de la muestra de galleta 937.

Sabor

Hipótesis Nula (H_0): Las medianas de las calificaciones en las tres muestras analizadas son las mismas.

Hipótesis Alternativa (H_1): Las medianas de las calificaciones en las tres muestras analizadas no son las mismas.

$$H_0: \eta_1 = \eta_2 = \eta_3$$

$$H_1: \eta_1 \neq \eta_2 \neq \eta_3$$

Siendo:

η_1 : La mediana de la muestra de galleta 135.

η_2 : La mediana de la muestra de galleta 648.

η_3 : La mediana de la muestra de galleta 937.

Crujencia

Hipótesis Nula (H_0): Las medianas de las calificaciones en las tres muestras analizadas son las mismas.

Hipótesis Alternativa (H_1): Las medianas de las calificaciones en las tres muestras analizadas no son las mismas.

$$H_0: \eta_1 = \eta_2 = \eta_3$$

$$H_1: \eta_1 \neq \eta_2 \neq \eta_3$$

Siendo:

η_1 : La mediana de la muestra de galleta 135.

η_2 : La mediana de la muestra de galleta 648.

η_3 : La mediana de la muestra de galleta 937.

Dulzura

Hipótesis Nula (H_0): Las medianas de las calificaciones en las tres muestras analizadas son las mismas.

Hipótesis Alternativa (H_1): Las medianas de las calificaciones en las tres muestras analizadas no son las mismas.

$$H_0: \eta_1 = \eta_2 = \eta_3$$

$$H_1: \eta_1 \neq \eta_2 \neq \eta_3$$

Siendo:

η_1 : La media de la muestra de galleta 135.

η_2 : La media de la muestra de galleta 648.

η_3 : La media de la muestra de galleta 937.

Preferencia

Hipótesis Nula (H_0): La proporción de preferencia es la misma para las tres muestras.

Hipótesis Alternativa (H_1): La proporción de preferencia no es la misma para las tres muestras.

$$H_0: p_1 = p_2 = p_3$$

$$H_1: p_1 \neq p_2 \neq p_3$$

Siendo:

p_1 : La proporción de la muestra de galleta 135.

p_2 : La proporción de la muestra de galleta 648.

p_3 : La proporción de la muestra de galleta 937.

2.4 Análisis Bromatológico

Los análisis bromatológicos se realizarán inicialmente para llevar a cabo el desarrollo del diseño experimental, en donde se quiere la cuantificación de los parámetros pH y humedad para cada uno de los 10 tratamientos. Posteriormente, se escogerán los tratamientos que pasan a la prueba de evaluación sensorial para finalmente, proceder nuevamente a analizar el pH, humedad y proteína de la muestra seleccionada por los panelistas. Para ello se utilizará, un pH-metro, una termobalanza y un sistema de cuantificación de proteínas acorde a lo que indica la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2085:2005 Galletas en la tabla 6.

Tabla 6.-Requisitos Bromatológicos NTE INEN 2085:2005

REQUISITO	MIN	MAX	MÉTODO DE ENSAYO
pH en solución acuosa al 10%	5,5	9,5	NTE INEN 526
Proteína % (%N x 5,7)	3,0	-	NTE INEN 519
Humedad %	-	10,0	NTE INEN 518

Fuente: Valenzuela, 2008.

2.5 Pruebas microbiológicas

Según indica la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2085:2005 Galletas, deben cumplir con dos requisitos microbiológicos para la inocuidad del producto, mismas que se describe en la tabla 7.

Tabla 7.-Requisitos Microbiológicos NTE INEN 2085:2005

REQUISITO	n	M	M	C	MÉTODO DE ENSAYO
R.E.P ufc/g	3	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	1	NTE INEN 1529-5
Mohos y levaduras upc/g	3	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-10

Fuente: Valenzuela, 2008.

2.6 Selección de equipos

Al tratarse de una propuesta a nivel de planta piloto se escogerán equipos acordes con la capacidad de producción y el flujo del proceso, tales como: una tamizadora, una batidora para las operaciones de mezclado y amasado, una moldeadora para la formación de las galletas, un horno y una envasadora para realizar el empaquetado de las mismas. Esta selección se complementa con los cálculos de producción, cálculos de gas y de requerimientos energéticos para conocer el consumo de tiempo y dinero de estos equipos.

2.6.1 Cálculos de consumo de gas

Para determinar el consumo de gas necesario para la etapa del horneado de las galletas se requirió de los siguientes cálculos: calor sensible 1, calor latente y calor sensible 2.

El cálculo de calor sensible 1 representa el calor específico del producto antes del horneado. Las ecuaciones relacionadas para este cálculo son las fórmulas propuestas por Choi y Okos (1987) a una temperatura de 27°C, como se muestra a continuación:

$$C_{p \text{ proteínas}} = 2008,2 + 1208,9 \cdot 10^{-3}T - 1312,9 \cdot 10^{-6}T^2 \quad (1)$$

$$C_{p \text{ lípidos}} = 1984,2 + 1473,3 \cdot 10^{-3}T - 4800,8 \cdot 10^{-6}T^2 \quad (2)$$

$$C_{p \text{ carbohidratos}} = 1548,8 + 1962,5 \cdot 10^{-3}T - 5939,9 \cdot 10^{-6}T^2 \quad (3)$$

$$C_{p \text{ fibra}} = 1845,9 + 1930,6 \cdot 10^{-3}T - 4650,9 \cdot 10^{-6}T^2 \quad (4)$$

$$C_{p \text{ ceniza}} = 1092,6 + 1889,6 \cdot 10^{-3}T - 3681,7 \cdot 10^{-6}T^2 \quad (5)$$

Debido a que no se presenta fórmula para determinar el calor específico del agua, se toma el valor encontrado en la literatura, el cual es de 4,179 kJ/kg °C en alimentos.

Estas ecuaciones también se las utiliza para el cálculo de calor sensible 2 a una temperatura de 150°C ya que representa el calor específico del producto después del horneado.

Las ecuaciones relacionadas para el balance de energía en equipos de transferencia de calor son las que se detallan a continuación:

Calor Específico

$$Q = m C_p \Delta T \quad (6)$$

Donde;

Q= Calor sensible, kJ

m= Masa galleta antes del horneado, kg

ΔT = Delta de temperatura, °C

Calor Latente

El cálculo de calor latente representa la transición que ocurre durante la etapa del horneado, donde el agua alcanza temperaturas de evaporación, la ecuación utilizada para este cálculo es la se detallan a continuación:

$$Q = m_{\text{agua}} \lambda \quad (7)$$

Donde;

Q= Calor latente, kJ

m= Masa H₂O, Kg

λ=Calor de Vaporización, kJ/kg

La fórmula para calcular el calor específico del producto es la siguiente:

$$C_{p \text{ alimento}} = \sum C_{pi} X_i \quad (8)$$

Donde;

C_p= Calor específico del alimento

X_i = Fracción del componente del alimento

C_{pi}= Calor específico de cada fracción

Adicionalmente, se utilizarán las siguientes ecuaciones para el consumo del gas licuado de petróleo.

Calor total

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_l \quad (9)$$

Donde;

Q_t= Calor sensible total, kJ

Q₁= Calor sensible 1

Q₂= Calor sensible 2

Q_l= Calor latente

Calor real

$$Q_c = \frac{Q_t}{\eta} \quad (10)$$

Donde;

Q_c=Calor Real, kJ

Q_t=Calor Total, kJ

η=Eficiencia del Horno

Consumo de gas licuado de petróleo

$$\Phi = \frac{Qc}{t} \quad (11)$$

Donde;

Φ = Consumo Calórico, Kcal

Qc = Calor real, Kj

T = tiempo, año

Y ,

$$M_{gas} = \frac{\Phi}{PCI} \quad (12)$$

Donde;

M_{gas} = Masa del gas, Kg

Φ = Consumo calórico, Kcal/año

PCI = Poder calorífico inferior

2.7 Lay-out de la planta

Para el desarrollo del lay-Out de la Planta fue necesario seguir un procedimiento sistemático de Distribución de Planta, el cual, establece la conveniencia de colocar un departamento junto al otro mediante una Tabla de Relación de Actividades, la cual permite obtener datos cualitativos para ser ingresados en un algoritmo de construcción llamado CORELAP, que genera datos cuantitativos, mismos que ayudan a obtener el lay-out de la planta.

La Tabla Relacional de Actividades es un cuadro organizado de forma diagonal, en el que se relaciona cada actividad con las demás. Para caracterizar estas relaciones se requiere de un conjunto de criterios o motivos que se detalla en la tabla 8, la cual, estudia la necesidad de proximidad y para evaluar esa necesidad se requiere de las valoraciones propuesta por Muther detalladas en la tabla 9, donde se refleja la conveniencia de la proximidad de las actividades (Vanaclocha, 2005).

Tabla 8.-Conjunto de criterios

MOTIVO	
1	Flujo de materiales
2	Inspección y control
3	Proximidad del proceso
4	Comunicación
5	Seguridad del producto

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9.-Escala de Valoración T.R.A.

PROXIMIDAD		COLOR ASOCIADO
A	Absolutamente necesario	Rojo
E	Especialmente importante	Amarillo
I	Importante	Verde
O	Poco importante	Azul
U	Sin importancia	Negro
X	No deseable	Café

Fuente: Elaboración propia.

Acorde a la metodología planteada, la congruencia de cada par de actividades termina en un casillero, que se caracteriza por tener en la parte superior el grado de proximidad según la escala de valoración y en la parte inferior los motivos dispuestos de acuerdo con el número asignado del conjunto de criterios.

2.8 Características del Producto

En la tabla 10 se describe los niveles del producto según los componentes, sean estas grasas, azúcares y sal para elaborar un semáforo nutricional conforme a la norma Ecuatoriana de Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados.

Tabla 10.-Concentraciones de Componentes

NIVEL	CONCENTRACIÓN BAJA	CONCENTRACIÓN MEDIA	CONCENTRACIÓN ALTA
COMPONENTES			
Grasa Total	Menor o igual a 3 gramos en 100 gramos	Mayor a 3 y menor a 20 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 20 gramos en 100 gramos
	Menor o igual a 1.5 gramos en 100 gramos	Mayor a 1.5 y menor a 10 gramos en 100 mililitros	Igual o mayor a 10 gramos en 100 mililitros
Azúcares	Menor o igual a 5 gramos en 100 gramos	Mayor a 5 y menor a 15 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 15 gramos en 100 gramos
	Menor o igual a 2.5 gramos en 100 gramos	Mayor a 2.5 y menor a 7.5 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 7.5 gramos en 100 mililitros
Sal (Sodio)	Menor o igual a 120 miligramos en 100 gramos	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos en 100 gramos	Igual o mayor a 600 miligramos de sodio en 100 gramos
	Menor o igual a 120 miligramos en 100 gramos	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos en 100 mililitros	Igual o mayor a 600 miligramos de sodio en 100 mililitros

Fuente: Norma Ecuatoriana de Etiquetado

La elaboración del semáforo servirá para brindar al consumidor más información acerca de las cantidades de los componentes mencionados en la tabla 10, el cual se visualizará en los resultados de las características del producto final.

En cuanto a la declaración para el alto contenido de proteínas del producto, se tomó en consideración lo indicado por la Norma INEN 1334-3, Rotulado de productos alimenticios para consumo humano, en donde se indica que debe calcular la información para 100g de producto sólido. La tabla 11 manifiesta los porcentajes de VDR (valor diario requerido) que permiten conocer si el producto ofrece contenido básico o contenido alto para este nutriente.

Tabla 11.-Condiciones para la declaración de propiedades

NUTRIENTE	CONTENIDO	VDR
Proteína	Contenido básico	10 % de VDR por 100 g (sólidos) 5 % de VDR por 100 ml (líquidos) o 12% de VDR por 1 MJ (5 % de VRN por 100 kcal) o 10 % de VDR por porción de alimento
	Contenido alto	dos veces los valores del “contenido básico”

Fuente: Norma Ecuatoriana de Etiquetado

El cálculo del contenido proteico del producto final para el valor diario requerido se debe realizar a través de la ecuación 14, en la cual es necesario contar con el análisis proximal del contenido de proteínas de la fórmula seleccionada.

$$\text{contenido proteico VDR\%} = \frac{\text{porcentaje de proteínas} * \text{cantidad de producto final}}{\text{cantidad de consumo de proteínas por persona}} \quad (14)$$

2.9 Estimación de costos

Para la estimación de los costos se requiere detallar aspectos, tales como el rubro de materia prima y material de empaque, el costo de mano de obra directa e indirecta, la selección de equipos según su capacidad, los costos de servicios y suministros como el agua, energía eléctrica y gas. Además de un alquiler que permita el acoplamiento de una línea de proceso, estimar el precio de venta al público y su grado de rentabilidad al momento de incursionar en el mercado. Y se realizará un análisis financiero que permita conocer la utilidad neta anual del producto.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los resultados de los subtemas mencionados en el capítulo 2, empezando por el resultado de los análisis bromatológicos que se requieren para dar paso al análisis estadístico del diseño experimental, seguido del análisis estadístico de los resultados que se obtuvieron de la prueba sensorial para con ello, determinar el grado de preferencia de las formulaciones presentadas en el panel. Así mismo, se presenta el análisis de las pruebas bromatológicas y microbiológicas de la formulación seleccionada, la selección de equipos en base a la producción determinada y finalmente se estiman los costos de producción que se requieren para estimar el precio de venta del producto terminado al público consumidor.

3.1 Resultados del Análisis Bromatológico para el diseño Experimental

Los análisis de pH y contenido de humedad se realizaron en el laboratorio de Bromatología de la facultad FIMCP – ESPOL. El objetivo además de cumplir con los requisitos bromatológicos que exige la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 085:2005 especificado en la tabla 6, se centró en obtener los valores de cada tratamiento por duplicado para con ello desarrollar el diseño de experimento en el software estadístico Statística 7. Estos resultados se presentan en la tabla 12.

Tabla 12.-Resultados por duplicado de pH y humedad

TRATAMIENTO	PH (PRUEBA 1)	PH (PRUEBA 2)	HUMEDAD (PRUEBA 1)	HUMEDAD (PRUEBA 2)
1	7,470	7,330	5,380	5,510
2	6,933	6,901	8,270	7,010
3	8,374	8,328	7,480	7,520
4	7,238	6,979	4,830	4,830
5	7,000	6,954	1,980	1,730
6	7,350	7,196	3,840	4,500
7	7,119	7,348	4,970	4,130
8	7,150	7,200	8,540	8,140
9	6,840	6,830	3,470	5,980
10	6,670	6,601	6,780	8,900

Fuente: Elaboración propia

3.2 Resultados del Diseño Experimental

Para el análisis del diseño experimental con el software estadístico Statística 7, se consideraron los valores detallados en la tabla 13, misma que detalla las

variables independientes y dependientes asociados al diseño experimental planteado en el capítulo de metodología. Los valores de pH y humedad utilizados en el diseño son el promedio de los duplicados presentados en la tabla 12. Los valores de las variables fueron ingresados en el software tal como se detalla en la tabla 13.

Tabla 13.-Variables independientes y dependientes

TRATAMIENTO	VARIABLES INDEPENDIENTES			VARIABLES DEPENDIENTES	
	HARINA DE GARBANZO (g)	HARINA DE ARROZ (g)	AZÚCAR (g)	PH PROMEDIO	HUMEDAD PROMEDIO (%)
1	0,348400	0,219200	0,100000	7,400	5,445
2	0,289100	0,278500	0,100000	6,917	7,640
3	0,289100	0,219200	0,159300	8,351	7,500
4	0,308867	0,258733	0,100000	7,108	4,830
5	0,308867	0,219200	0,139533	6,977	1,855
6	0,289100	0,238967	0,139533	7,273	4,170
7	0,328633	0,238967	0,100000	7,233	4,550
8	0,328633	0,219200	0,119767	7,175	8,340
9	0,289100	0,258733	0,119767	6,835	4,725
10	0,308867	0,238967	0,119767	6,635	7,840

Fuente: Elaboración propia

Con la ayuda del software se realizó un análisis de varianza (ANOVA) utilizando un nivel de confianza del 95%. La figura 1 muestra los resultados del análisis de varianza, la cual permite conocer los diferentes tipos de modelos que aplican al diseño de experimentos planteado, sean estos: lineal, cuadrático y cúbico especial; además del ajuste de los datos a cada variable de respuesta a través del parámetro $R^2_{ajustado}$.

En la figura 1a, se muestra que el modelo que se ajusta para la variable pH es el cuadrático, también conocido como segundo orden, con un $R^2_{ajustado}=0,816836$ y un valor $p=0,026788$. La figura 1b, muestra que para la variable humedad ninguno de los modelos se ajusta, ya que no existen diferencias estadísticamente significativas (valor $p>0,05$) entre los modelos y la variable de respuesta analizada. Por lo tanto, para la variable pH se modificó el tipo de modelo, eligiendo el modelo cuadrático para el análisis de los demás resultados.

1a	ANOVA; Var.:pH (Spreadsheet1) 3 Factor mixture design; Mixture total=,6676, 10 Runs Sequential fit of models of increasing complexity										
	Model	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p	R-Sqr	R-Sqr Adjusted
	Linear	0,653577	2	0,326789	1,307483	7	0,186783	1,749560	0,241996	0,333277	0,142785
	Quadratic	1,147841	3	0,382614	0,159642	4	0,039911	9,586786	0,026788	0,918594	0,816836
	Special Cubic	0,038516	1	0,038516	0,121126	3	0,040375	0,953945	0,400749	0,938234	0,814703
	Total Adjusted	1,961060	9	0,217896							
<i>Variable de respuesta pH</i>											
1b	ANOVA; Var.:Humedad (Spreadsheet21) 3 Factor mixture design; Mixture total=,6676, 10 Runs Sequential fit of models of increasing complexity										
	Model	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p	R-Sqr	R-Sqr Adjusted
	Linear	0,33411	2	0,16705	38,43756	7	5,491080	0,030423	0,970163	0,008617	0,00
	Quadratic	3,46012	3	1,15337	34,97745	4	8,744361	0,131899	0,936125	0,097861	0,00
	Special Cubic	11,82869	1	11,82869	23,14875	3	7,716251	1,532959	0,303728	0,402947	0,00
	Total Adjusted	38,77167	9	4,30796							
<i>Variable de respuesta Humedad</i>											

Figura 1.- Análisis de varianza para pH y humedad

Fuente: Elaboración propia

La figura 2 detalla los coeficientes de las variables independientes y sus interacciones, para buscar el efecto de estas sobre la variable de respuesta. Los resultados muestran que solo la interacción entre Garbanzo-Arroz (AB) no presenta una asociación estadísticamente significativa con la variable de respuesta pH debido a que su valor p (0,635072) es superior al presentado por α (0,05). En lo que respecta a los demás términos presentados en la figura 2, Garbanzo(A), Arroz (B) y Azúcar(C), Garbanzo-Azúcar (AC) y Arroz-Azúcar (BC), si existe diferencia significativa sobre la variable pH.

Coeffs (recoded comps); Var.:pH; R-sqr=,9186; Adj:,8168 (Spre 3 Factor mixture design; Mixture total=,6676, 10 Runs DV: pH; MS Residual=,0399105						
Factor	Coeff.	Std.Err.	t(4)	p	-95, % Cnf.Limt	+95, % Cnf.Limt
(A)Garbanzo	7,49551	0,188014	39,86676	0,000002	6,97350	8,01753
(B)Arroz	6,95494	0,188014	36,99160	0,000003	6,43293	7,47695
(C)Azúcar	8,29880	0,188014	44,13924	0,000002	7,77679	8,82081
AB	-0,42686	0,832306	-0,51286	0,635072	-2,73771	1,88399
AC	-3,87804	0,832306	-4,65939	0,009594	-6,18889	-1,56719
BC	-2,76075	0,832306	-3,31699	0,029461	-5,07160	-0,44990

Figura 2.-Coeficientes para la variable pH

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los resultados obtenidos de las figuras 1 y 2, permite representar mediante una ecuación el modelo que describe correctamente el comportamiento de la variable dependiente (pH), la cual se detalla a continuación:

$$pH = 7,495*(A) + 6,954*(B) + 8,298*(C) - 3,878*(A*C) - 2,760*(B*C) \quad (13)$$

Para visualizar los resultados expuestos en la figura 2, se realizó adicionalmente un diagrama de Pareto detallado en la figura 3, donde se puede observar los términos que generan el efecto significativo sobre el pH. Así tenemos que la interacción Garbanzo-Arroz (AB), es la única que no genera un efecto significativo sobre esta. Así mismo, se puede visualizar que el factor Azúcar (C) es el efecto más significativo, considerando un intervalo de confianza del 95%.

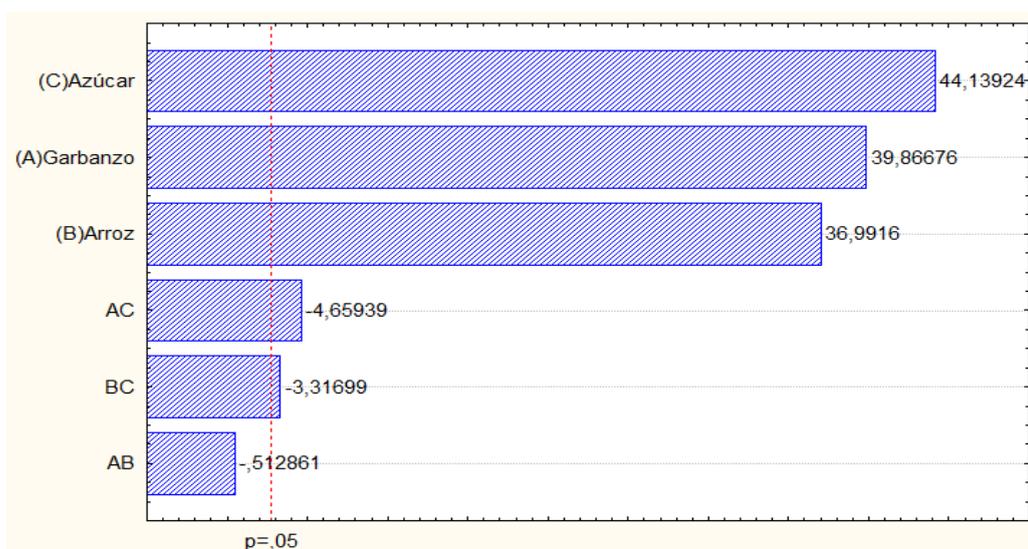


Figura 3.-Diagrama de Pareto para la variable pH

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, se realizó la gráfica de superficie ajustada presentada en la figura 4, la cual nos muestra la relación que existe entre cada variable independiente (harina de garbanzo, harina de arroz y azúcar) con la variable pH. La gráfica emplea una gama de colores en forma de degradado que va desde verde oscuro a rojo oscuro, indicando a su vez el rango de los valores de pH que empieza desde 6,6355 hasta 8,351, respectivamente.

Adicionalmente, se observa en la figura 4 que los tratamientos #10 y #9 se ubican en la zona verde oscura de la gráfica, lo cual indica que ambos tratamientos guardan similitud entre ellos, por lo tanto, presentan un pH similar, es decir, ligeramente ácido (6,6355 y 6,835, respectivamente) en comparación a los demás tratamientos que tienden a ser neutros o ligeramente alcalinos. Esta afirmación se puede corroborar al observar las cantidades de sus componentes, ya que tienen en común un bajo contenido en azúcar (0,1197), contenido medio de garbanzo (0,2891 para el tratamiento #9 y 0,3088 para el tratamiento #10) y, por último, contenido medio para harina de arroz (el tratamiento #9 presenta 0,2587, mientras que el tratamiento #10 presenta 0,2389).

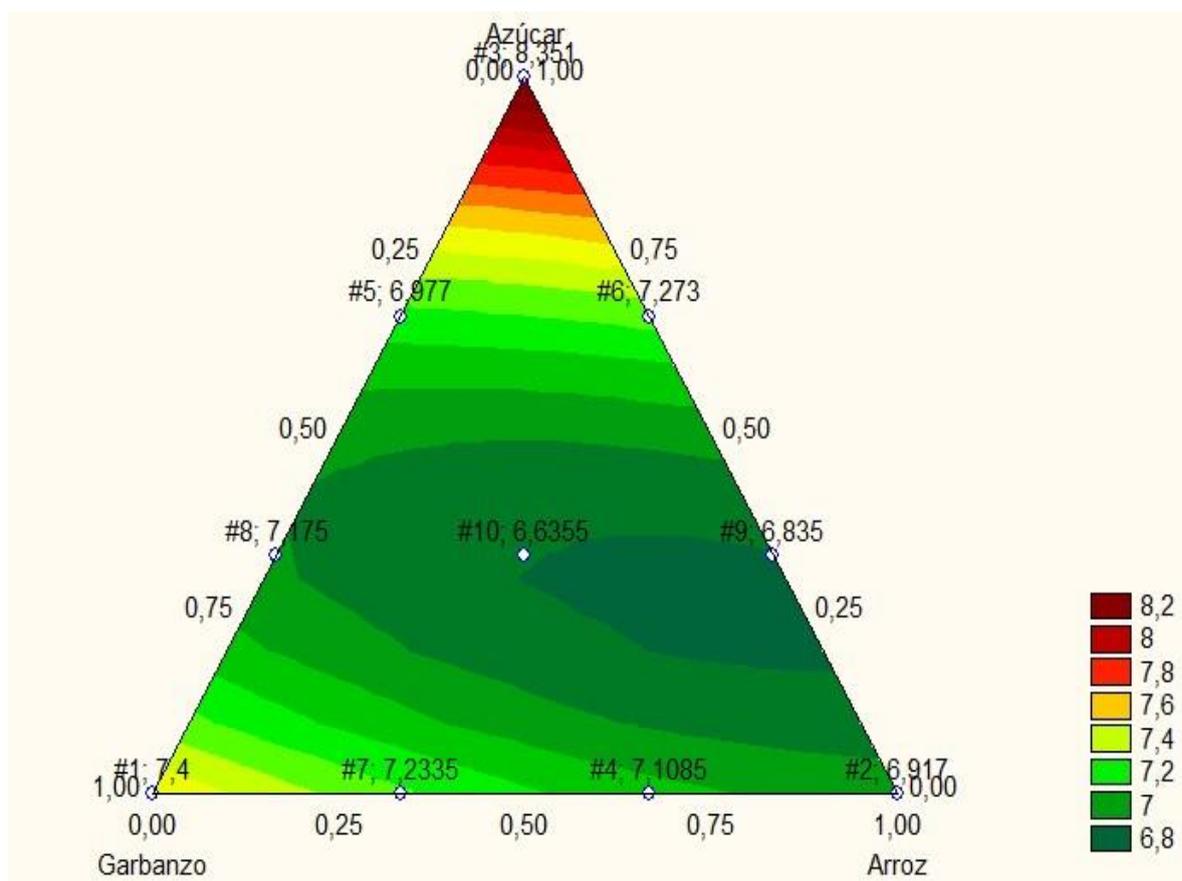


Figura 4.- Gráfica de superficie ajustada para la variable pH

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se desarrolló la gráfica de perfiles de valores pronosticados y deseabilidad, con ayuda del software, el cual define los valores mínimos, máximos e intermedios de la variable pH a partir de los valores promedios presentados en la tabla 12 y se considera la deseabilidad que se busca en un rango que va de 0 a 1. Los datos considerados para este análisis se detallan en la tabla 14 y los resultados se muestran en la figura 5.

Tabla 14.-Tabla de valores pronosticados y nivel de deseabilidad

VALORES	VARIABLE DEPENDIENTE	NIVEL DE DESEABILIDAD
	pH	pH
Mínimo	6,635	1,00
intermedio	7,593	0,5
Máximo	8,351	0

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5, se puede identificar las cantidades justas que se necesitan de cada factor (harina de garbanzo, harina de arroz y azúcar) para llevar a cabo la elaboración de la formulación ideal. Acorde a la figura, la fórmula ideal para alcanzar un pH bajo de 6,635 está representada por el tratamiento #10 generado por el diseño experimental Simplex Lattice, misma que contiene

0,30887 de Harina de Garbanzo, 0,23897 de Harina de Arroz y 0,11977 de Azúcar, con un nivel de deseabilidad de 0,69.

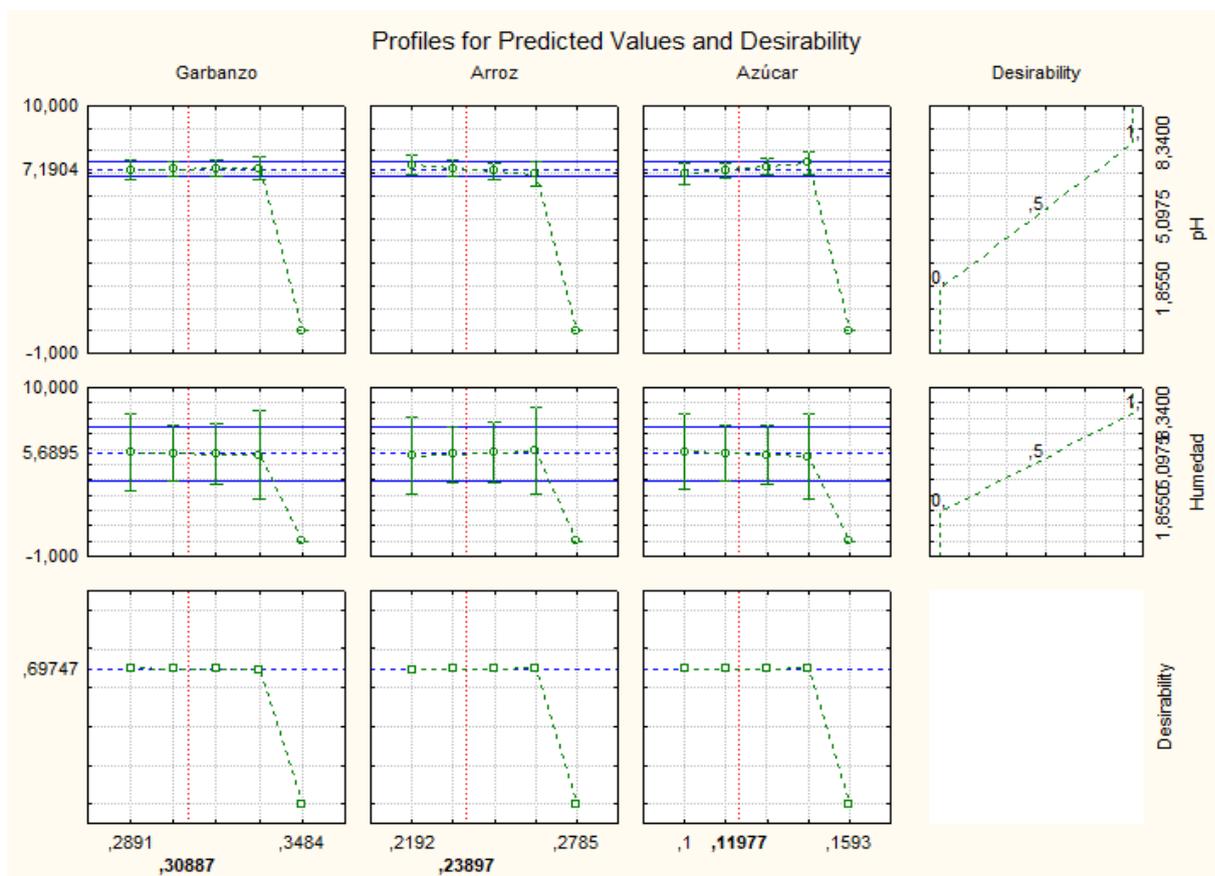


Figura 5.-Perfiles de valores pronosticados y deseabilidad

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, el tratamiento #10, fue considerado para presentarse en la evaluación sensorial, sin embargo, para efectos del análisis sensorial se escogieron dos fórmulas adicionales cuyo componente en % de garbanzo fuera menor al obtenido por el análisis de deseabilidad realizado, los cuales son: tratamiento #3 y tratamiento #8. Con la finalidad, de conocer grado de aceptabilidad de los panelistas con respecto al incremento de harina de garbanzo en la formulación y, por ende, conocer la afinidad hacia el aumento del contenido proteico.

3.3 Resultados Prueba Sensorial

Los tratamientos seleccionados en la cuantificación del diseño experimental se muestran en la tabla 15, mismos que se describen con el código correspondiente.

Tabla 15.-Codificación de muestras

CÓDIGOS	TRATAMIENTO
135	3
648	8

937	10
-----	----

Fuente: Elaboración propia

Los resultados estadísticos de cada atributo y grado de preferencia se muestran a continuación.

Color

En base a el valor p (0.016) observado en la figura 6, el cual es menor que $\alpha=0.05$, se puede afirmar que, si hay diferencias significativas entre las medianas. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que el color de las tres muestras no son iguales.

Kruskal-Wallis Test on Color

C1	N	Median	Ave Rank	Z
Muestra 135	35	5,000	45,5	-1,79
Muestra 648	35	5,000	49,2	-0,91
Muestra 937	35	6,000	64,4	2,71
<u>Overall</u>	105		53,0	

H = 7,58 DF = 2 P = 0,023

H = 8,26 DF = 2 P = 0,016 (adjusted for ties)

Figura 6.- Prueba de Kruskal-Wallis variable color

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 7, el diagrama de cajas indica que existen diferencias significativas entre las muestras. La muestra 135 presentó más variabilidad a diferencia de las muestras 648 y 937 que tienen poca variabilidad. Pero, se encontró que hubo más aceptabilidad en la muestra 937, debido a que su mediana es de 6, por lo que les gusta moderadamente. Mientras que, las muestras 135 y 648 recibieron un puntaje menor por parte de los panelistas, los cuales, les gusta ligeramente.

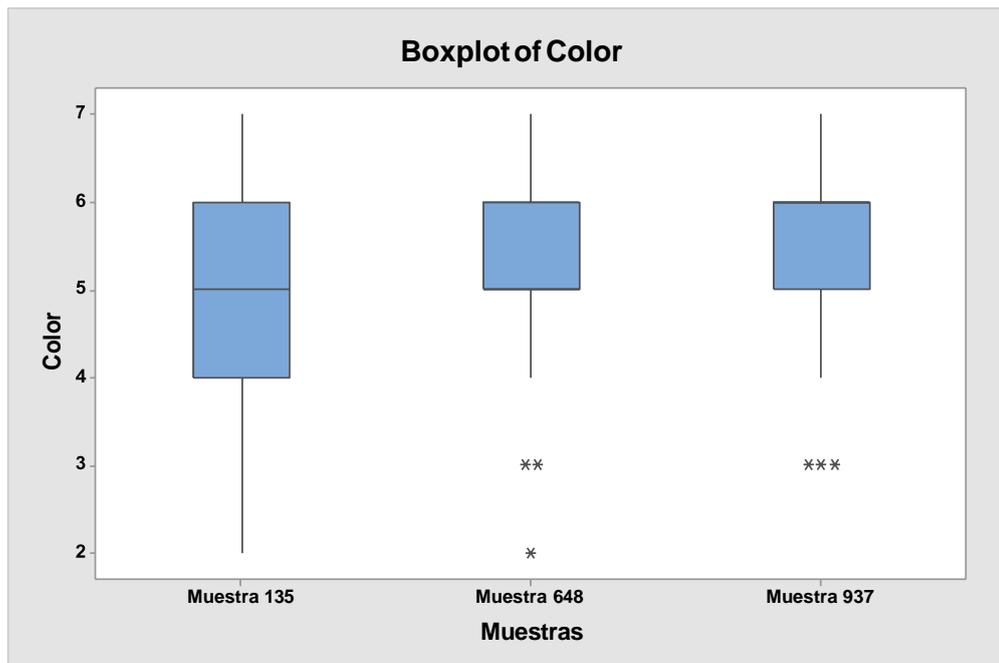


Figura 7.- Diagrama de Cajas variable color

Fuente: Elaboración propia.

Sabor

Se observa que el valor de probabilidad en la figura 8 ($p=0,016$) es menor que 0,05, por lo que concluimos que si hay diferencia estadísticamente significativa entre las medianas del sabor de las galletas. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que el sabor de las tres muestras tiene distinta aceptabilidad.

Kruskal-Wallis Test on Sabor

C1		<u>N</u>	<u>Median</u>	Ave Rank	Z
Muestra 135	35	35	5,000	47,8	-1,23
Muestra 648	35	35	5,000	46,5	-1,54
Muestra 937	35	35	6,000	64,7	2,77
<u>Overall</u>		105		53,0	

H = 7,72 DF = 2 P = 0,021
H = 8,25 DF = 2 P = 0,016 (adjusted for ties)

Figura 8.- Prueba de Kruskal-Wallis variable sabor

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 9, se observa que existen diferencias significativas entre las muestras, siendo así la muestra 937 la que recibió mayor puntuación con respecto a la escala hedónica, la cual, les gusta moderadamente. El valor de la mediana (ver figura 8) de las otras dos muestras fue de 5, por lo que, a los panelistas les gusta ligeramente las mismas.

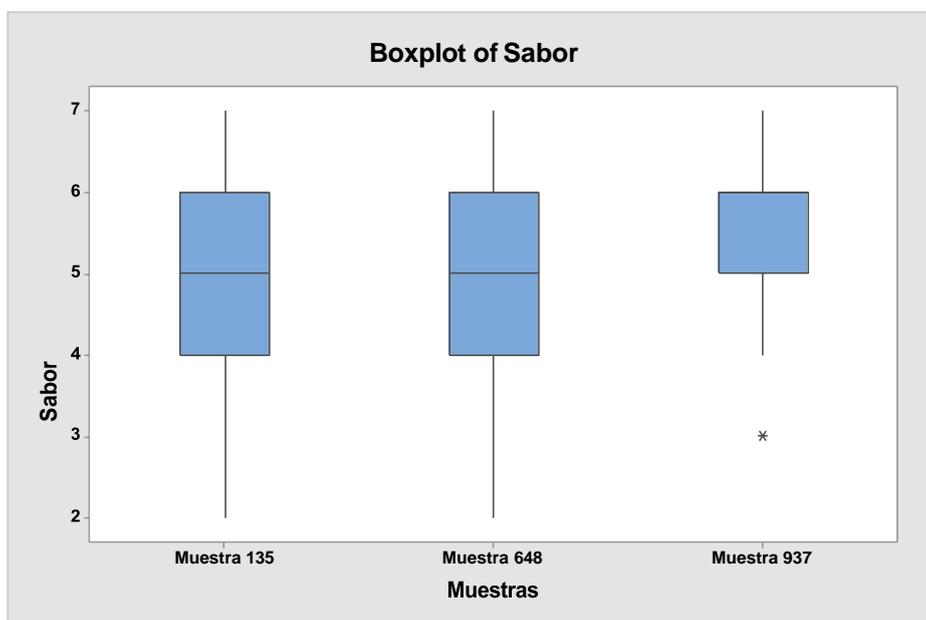


Figura 9.- Diagrama de Cajas variable sabor

Fuente: Elaboración propia

Crujencia

En base a el valor p (0.001) observado en la figura 10, el cual es menor que $\alpha=0.05$, se puede afirmar que, si hay diferencias significativas entre las

medianas. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay distinta aceptabilidad en la crujencia de las tres muestras.

Kruskal-Wallis Test on Crujencia

C1	N	Median	Ave Rank	Z
Muestra 135	35	5,000	45,7	-1,73
Muestra 648	35	4,000	44,5	-2,03
Muestra 937	35	6,000	68,8	3,76
<u>Overall</u>	105		53,0	

H = 14,14 DF = 2 P = 0,001
H = 14,86 DF = 2 P = 0,001 (adjusted for ties)

Figura 10.- Prueba de Kruskal-Wallis variable crujencia

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 11, el diagrama de cajas indica que existen diferencias significativas entre las muestras, en donde los jueces les gusta ligeramente la muestra 937, ni les gusta ni les disgusta la muestra 648 y les gusta ligeramente la muestra 135. Estos resultados se lo pueden contrastar con los valores de mediana obtenidos para cada muestra en la figura 10.

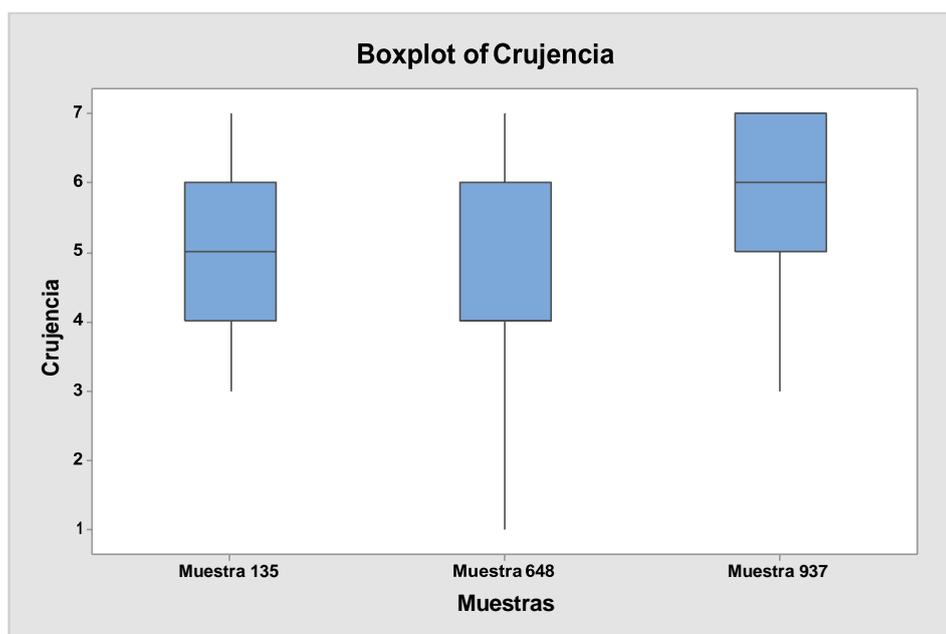


Figura 11.- Diagrama de Cajas variable crujencia

Fuente: Elaboración propia.

Dulzura

Se observa que el valor de probabilidad en la figura 12 ($p=0,235$) es mayor que 0,05, por lo que concluimos que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medianas de la dulzura de las galletas. En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las tres muestras tienen la misma aceptabilidad.

Kruskal-Wallis Test on Dulzura

C1	N	Median	Ave Rank	Z
Muestra 135	35	5,000	58,0	1,19
Muestra 648	35	5,000	46,3	-1,58
Muestra 937	35	5,000	54,6	0,39
<u>Overall</u>	105		53,0	

H = 2,72 DF = 2 P = 0,256
H = 2,89 DF = 2 P = 0,235 (adjusted for ties)

Figura 12.- Prueba de Kruskal-Wallis variable dulzura

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 13, el diagrama de cajas indica que no existen diferencias significativas entre las muestras. Por lo tanto, las medianas de las tres muestras tuvieron un valor de 5, que, acorde a la escala hedónica significa que les gusta ligeramente a los panelistas.

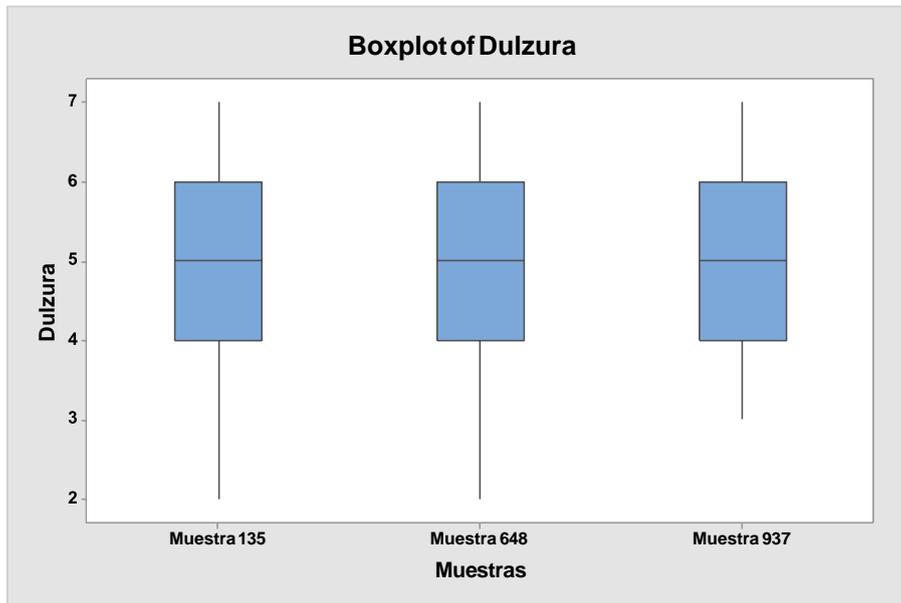


Figura 13.- Diagrama de Cajas variable dulzura

Fuente: Elaboración propia

Preferencia

En base a el valor p (0.074) obtenido de la figura 14, el cual es mayor que $\alpha=0.05$, se puede afirmar que, no hay diferencias significativas. Por tanto, no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la proporción de preferencias es la misma para las tres muestras.

Category	Observed	Test Proportion	Expected	Contribution to Chi-Sq
1	8	0,333333	11,6667	1,15238
2	9	0,333333	11,6667	0,60952
3	18	0,333333	11,6667	3,43810

N	DF	Chi-Sq	P-Value
35	2	5,2	0,074

Figura 14.-Prueba de bondad de ajuste variable preferencia

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 15, se detalla el comparativo entre las 3 muestras evaluadas, donde se puede observar que la muestra 937 fue la que mayor puntaje recibió por parte de los jueces en comparación a las muestras 135 y 648. Sin embargo, existe la posibilidad de usar cualquiera de las fórmulas propuestas, ya que, en base al análisis estadístico de preferencias, las muestras son iguales.

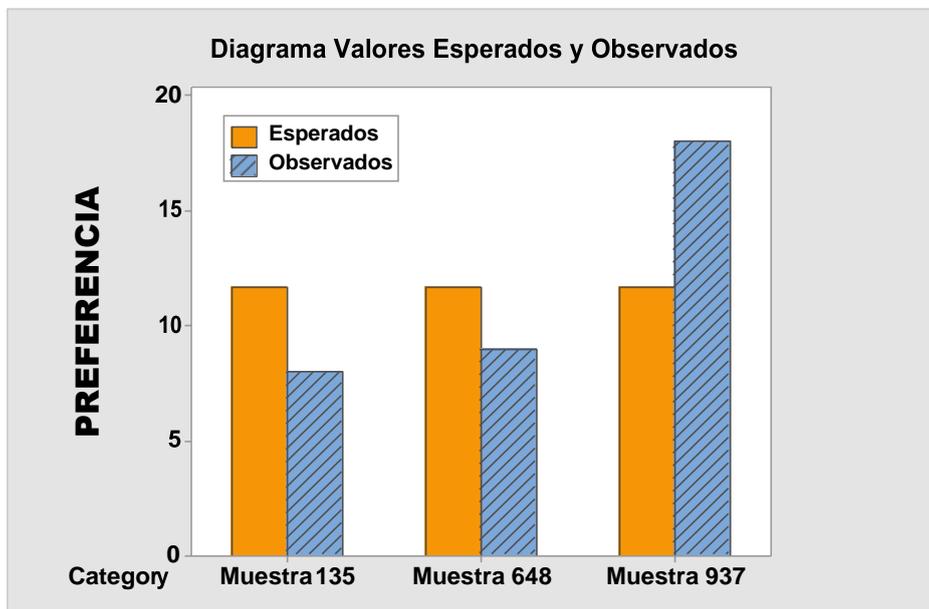


Figura 15.-Diagrama de valores observados y esperados variable preferencia

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Selección de la Fórmula Final

En base a los resultados obtenidos del análisis sensorial y al objetivo de contribuir con mayor aporte proteico al producto a formular, se selecciona la muestra 937, misma que se detalla en la tabla 16. Esta selección guarda congruencia con la figura 5 del diseño experimental de mezclas planteado, correspondiente al tratamiento 10 en el mismo.

Tabla 16.-Fórmula final de la galleta

MATERIA PRIMA INGREDIENTES	FORMULACIÓN (%)
Harina de Garbanzo	30,88%
Harina de Arroz	23,89%
Manteca	12,46%
Azúcar	11,97%
Albúmina	9,97%
Pulpa de fruta	9,22%
Polvo de Hornear	1,00%
Benzoato de Sodio	0,10%
Sal	0,50%

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Análisis bromatológico de la fórmula final

Una vez seleccionada la fórmula final se determinaron los parámetros físico-químicos para cumplir con los requisitos establecidos en la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 085:2005. La tabla 17 resume los resultados obtenidos de dichas caracterizaciones. Los mismos indican que están dentro de los parámetros permisibles de la norma (ver Apéndice C).

Tabla 17.-Análisis bromatológico de fórmula final de la galleta

REQUISITO	MUESTRA 937	LÍMITES	
		MIN	MAX
pH en solución acuosa al 10%	6,64	5,5	9,5
Proteína %	10,37 %	3,0	-
Humedad %	7,84	-	10,0

Fuente: Elaboración propia.

3.6 Análisis microbiológico de la fórmula final

Se realizó el análisis microbiológico de la fórmula seleccionada aplicando los criterios de buenas prácticas de manufactura durante la preparación con la finalidad de obtener un producto inocuo. Las muestras que se tomaron fueron analizadas según la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 085:2005 ya mencionada. Estos resultados se presentan en la tabla 18. Los mismos indican que están dentro de los parámetros permisibles de la norma (ver Apéndice C).

Tabla 18.-Análisis microbiológico de fórmula final de la galleta

REQUISITO	MUESTRA 937	m	M
R.E.P ufc/g	2.1×10^2	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$
Mohos y levaduras upc/g	<10	$1,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$

Fuente: Elaboración propia.

3.7 Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas

En la figura 16, se presenta el diagrama de flujo del proceso que conlleva la elaboración de las galletas sin gluten, en el cual se muestra cada una de sus etapas con los respectivos ingredientes que ingresan en cada una de ellas, así como los parámetros a considerar.

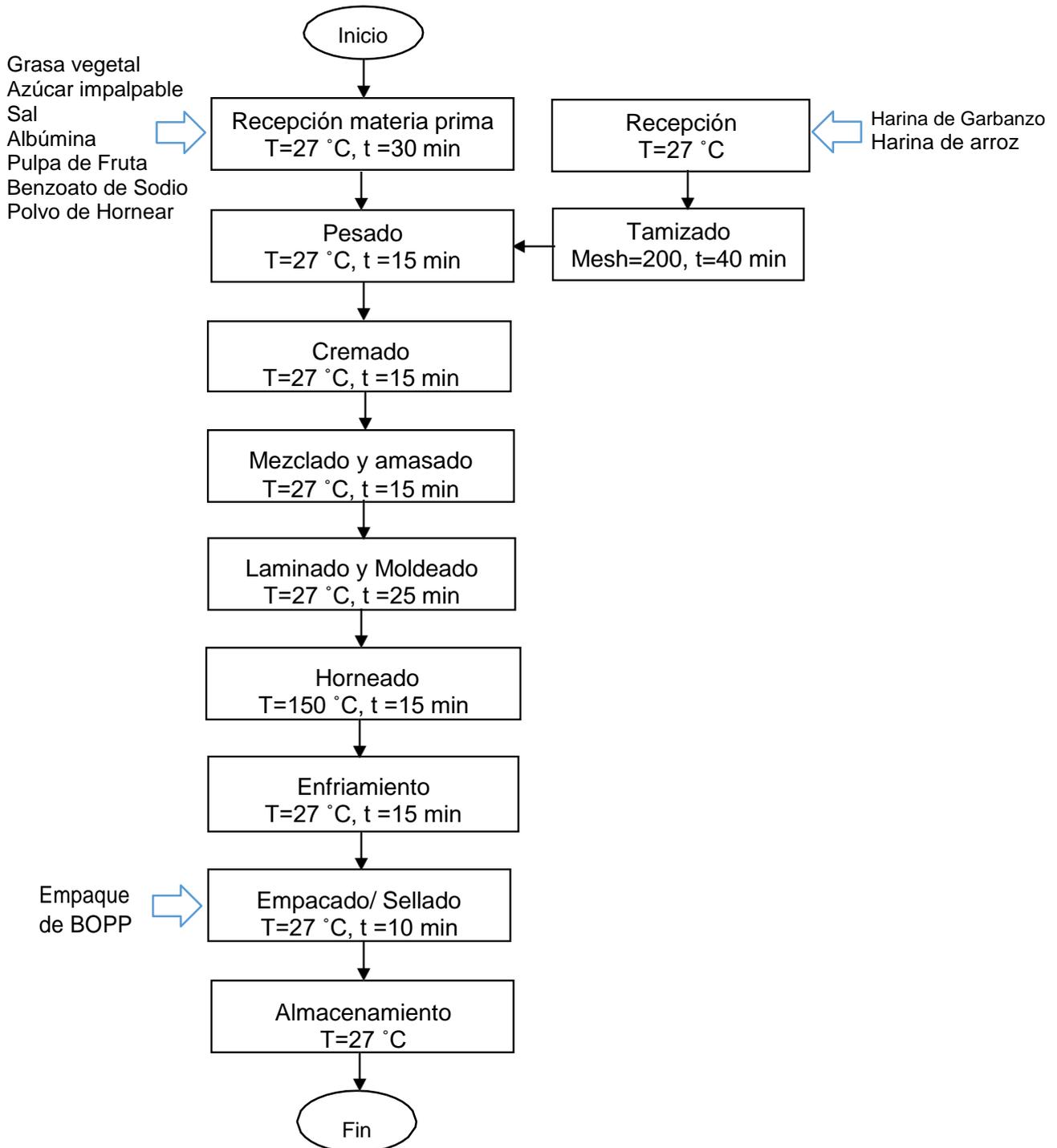


Figura 16.-Esquema de Proceso Propuesto

Fuente: Elaboración propia

3.8 Selección de Equipos

Los equipos para la elaboración de las galletas a escala piloto fueron elegidos tomando en consideración el proceso reflejado en la figura 16. Adicional, los modelos de los equipos y sus capacidades fueron escogidos en base a la producción estimada a realizar en cada batch (ver apéndice B).

Balanza electrónica KRETZ (54MINIMASTER5750)

Capacidad de 20 gramos hasta 80 kg, cuenta con un indicador digital de peso. La balanza tiene una plataforma de acero inoxidable de 370 mm x 320 mm y la columna es de 60 cm de altura como se muestra en la figura 17. Además, cuenta con salida RE-232 para conexión a computadora.



Figura 17.-Balanza Electrónica KRETZ

Fuente: Agroindustrias, 2009.

Tamizadora vibrante (164767)

Equipo de acero inoxidable con capacidad de separar y clasificar desde los 10 kg hasta 30 kg de producto por hora. Cuenta con 5 capas de filtrado como se visualiza en la figura 18 y tiene un peso de 50 kg aprox.



Figura 18.-Tamizadora vibrante

Fuente: Alibaba, 2009

Batidora Harvester (17GM-12A)

Equipo utilizado para las operaciones de mezclado y amasado, cuenta con 3 accesorios, tales como: globo, gancho y paleta. Esta última permite amasar la mezcla cuando se hayan incorporado los componentes sólidos. Posee una capacidad de 12 litros y un panel digital como se muestra en la figura 19.



Figura 19.-Batidora Harvester

Fuente: Agroindustrias, 2009

Formadora dosificadora de galletas Formex GTF

Máquina compacta concebida para elaborar una gran variedad de galletas mangueadas y por corte de hilo. Material de acero inoxidable y otros materiales alimentarios de gran calidad tal como se visualiza en la figura 20. Este equipo tiene una capacidad de depósito de 28 litros y de producción desde los 50 kg hasta los 150 Kg por hora, cuenta con la facilidad de regular la masa desde los 5 g hasta los 60 gramos.



Figura 20.-Formadora dosificadora de galletas

Fuente: Maquipan, s.f.

Horno Panadero TEDESCO (08FTT480-01)

Horno con capacidad para 16 bandejas, construido con acero inoxidable y moderno sistema de seguridad para controlar llamas o fugas de gas. Incluye varios tipos de accesorios, tales como: bandejas ajustables con dimensiones de 40x60cm y 60x80cm, porta bandeja y carro extractor de porta bandejas. El carro extractor está diseñado para facilitar y agilizar el momento de la carga del producto como se aprecia en la figura 21.



Figura 21.-Horno panadero TEDESCO

Fuente: Agroindustrias, 2009

Carro porta bandejas para Horno TEDESCO FFT480(08PORTABANDEJA)

Viene integrado con un conjunto de ruedas y trabas, las cuales permiten colocar o retirar fácilmente las bandejas. Posee una capacidad de 16 bandejas con dimensiones desde 40 x 60 cm hasta 60 x 80 cm como se muestra en la figura 22.



Figura 22.-Carro porta bandejas para horno TEDESCO

Fuente: Agroindustria, 2009

Envolvedora horizontal (Flow Pack)

En material de acero inoxidable A304 con velocidad de desplazamiento variable y velocidad de producción regulable desde 40 a 160 paquetes por minuto. El formador es intercambiable para empaques diferentes en cuanto a ancho, como se muestra en la figura 23.



Figura 23.-Envolvedora horizontal ASA-FWL 280

Fuente: Astimec S.A., s.f.

3.9 Determinación del consumo de gas

Los cálculos matemáticos para determinar el consumo de gas del proceso de elaboración de la galleta en un horno con capacidad de 16 bandejas, se describe a continuación.

- **Cálculo del calor sensible 1**

$$\begin{aligned}
 C_{p \text{ proteínas}} &= 2008,2 + 1208,9 \cdot 10^{-3}T - 1312,9 \cdot 10^{-6}T^2 & (1) \\
 &= 2008,2 + 1208,9 \cdot 10^{-3}(27^{\circ}\text{C}) - 1312,9 \cdot 10^{-6}(27^{\circ}\text{C})^2 \\
 &= 2,040 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{p \text{ lípidos}} &= 1984,2 + 1473,3 \cdot 10^{-3}T - 4800,8 \cdot 10^{-6}T^2 & (2) \\
 &= 1984,2 + 1473,3 \cdot 10^{-3}(27^{\circ}\text{C}) - 4800,8 \cdot 10^{-6}(27^{\circ}\text{C})^2 \\
 &= 2,020 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{p \text{ carbohidratos}} &= 1548,8 + 1962,5 \cdot 10^{-3}T - 5939,9 \cdot 10^{-6}T^2 & (3) \\
 &= 1548,8 + 1962,5 \cdot 10^{-3}(27^{\circ}\text{C}) - 5939,9 \cdot 10^{-6}(27^{\circ}\text{C})^2 \\
 &= 1,597 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{p \text{ fibra}} &= 1845,9 + 1930,6 \cdot 10^{-3}T - 4650,9 \cdot 10^{-6}T^2 & (4) \\
 &= 1845,9 + 1930,6 \cdot 10^{-3}(27^{\circ}\text{C}) - 4650,9 \cdot 10^{-6}(27^{\circ}\text{C})^2 \\
 &= 1,895 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{p \text{ cenizas}} &= 1092,6 + 1889,6 \cdot 10^{-3}T - 3681,7 \cdot 10^{-6}T^2 & (5) \\
 &= 1092,6 + 1889,6 \cdot 10^{-3}(27^{\circ}\text{C}) - 3681,7 \cdot 10^{-6}(27^{\circ}\text{C})^2 \\
 &= 1,141 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

$$C_{p \text{ agua}} = 4,179 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C} \quad (6)$$

- **Calor específico del producto 1** (7)

$$C_p \text{ alimento} = \sum C_{pi} \cdot X_i$$

$$= 1,668 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = m C_p \Delta T$$

$$Q_1 = 11,20 \text{ kg} * 1,668 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}^\circ\text{C} * (100 - 27)^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 1363,38 \text{ kJ}$$

- **Cálculo del calor sensible 2** (1)

$$C_p \text{ proteínas} = 2008,2 + 1208,9 \cdot 10^{-3}T - 1312,9 \cdot 10^{-6}T^2$$

$$= 2008,2 + 1208,9 \cdot 10^{-3}(150^\circ\text{C}) - 1312,9 \cdot 10^{-6}(150^\circ\text{C})^2$$

$$= 2,160 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

(2)

$$C_p \text{ lípidos} = 1984,2 + 1473,3 \cdot 10^{-3}T - 4800,8 \cdot 10^{-6}T^2$$

$$= 1984,2 + 1473,3 \cdot 10^{-3}(150^\circ\text{C}) - 4800,8 \cdot 10^{-6}(150^\circ\text{C})^2$$

$$= 2,097 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

(3)

$$C_p \text{ carbohidratos} = 1548,8 + 1962,5 \cdot 10^{-3}T - 5939,9 \cdot 10^{-6}T^2$$

$$= 1548,8 + 1962,5 \cdot 10^{-3}(150^\circ\text{C}) - 5939,9 \cdot 10^{-6}(150^\circ\text{C})^2$$

$$= 1,710 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

(4)

$$C_p \text{ fibra} = 1845,9 + 1930,6 \cdot 10^{-3}T - 4650,9 \cdot 10^{-6}T^2$$

$$= 1845,9 + 1930,6 \cdot 10^{-3}(150^\circ\text{C}) - 4650,9 \cdot 10^{-6}(150^\circ\text{C})^2$$

$$= 2,031 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

(5)

$$C_p \text{ cenizas} = 1092,6 + 1889,6 \cdot 10^{-3}T - 3681,7 \cdot 10^{-6}T^2$$

$$= 1092,6 + 1889,6 \cdot 10^{-3}(150^\circ\text{C}) - 3681,7 \cdot 10^{-6}(150^\circ\text{C})^2$$

$$= 1,293 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

(6)

$$C_p \text{ agua} = 1,930 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

- **Calor específico del producto 2** (7)

$$C_p \text{ alimento} = \sum C_{pi} \cdot X_i$$

$$= 1,583 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = m C_p \Delta T$$

$$Q_2 = 10,58 \text{ kg} * 1,583 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}^\circ\text{C} * (150 - 100)^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = 837,94 \text{ kJ}$$

- **Cálculo de calor latente** (8)

$$Q = m_{\text{agua}} * \lambda$$

$$= (0,62 \text{ kg}) \times (2260 \text{ kJ/kg})$$

$$= 1392,18 \text{ kJ}$$

- **Cálculo de calor total** (9)

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_{\text{latente}}$$

$$= 1363,38 \text{ kJ} + 1392,18 \text{ kJ} + 837,94 \text{ kJ}$$

$$= 3593,50 \text{ kJ}$$

- **Cálculo de calor real** (10)

$$Q_c = \frac{Q_t}{\eta}$$

$$= \frac{3593,50 \text{ kJ}}{0,4}$$

$$= 8983,74 \text{ kJ}$$

- **Consumo de gas licuado de petróleo**

$$\phi = \frac{Q_c}{t}$$

$$\phi = \frac{8983,74 \text{ kJ}}{\text{batch}} * \frac{0,239006 \text{ Kcal}}{1 \text{ kJ}}$$

$$= 2147,16 \text{ Kcal/kJ}$$

(11)

$$M_{\text{gas}} = \frac{\phi}{PCI}$$

$$M_{\text{gas}} = \frac{2147,16 \text{ Kcal/kJ}}{0,4 (10938) + 0,6 (11082)}$$

$$= 0,195 \text{ Kg}$$

(12)

Considerando el costo del tanque de gas que tiene un valor de 3 dólares americanos, el costo por batch es de \$ 0,04.

3.10 Lay-Out de la Planta

Se realizó el lay-out de la planta, mediante la tabla de relación de actividades y el algoritmo de construcción CORELAP. La figura 24, resume el análisis de relación de actividades realizado acorde a la metodología descrita anteriormente.

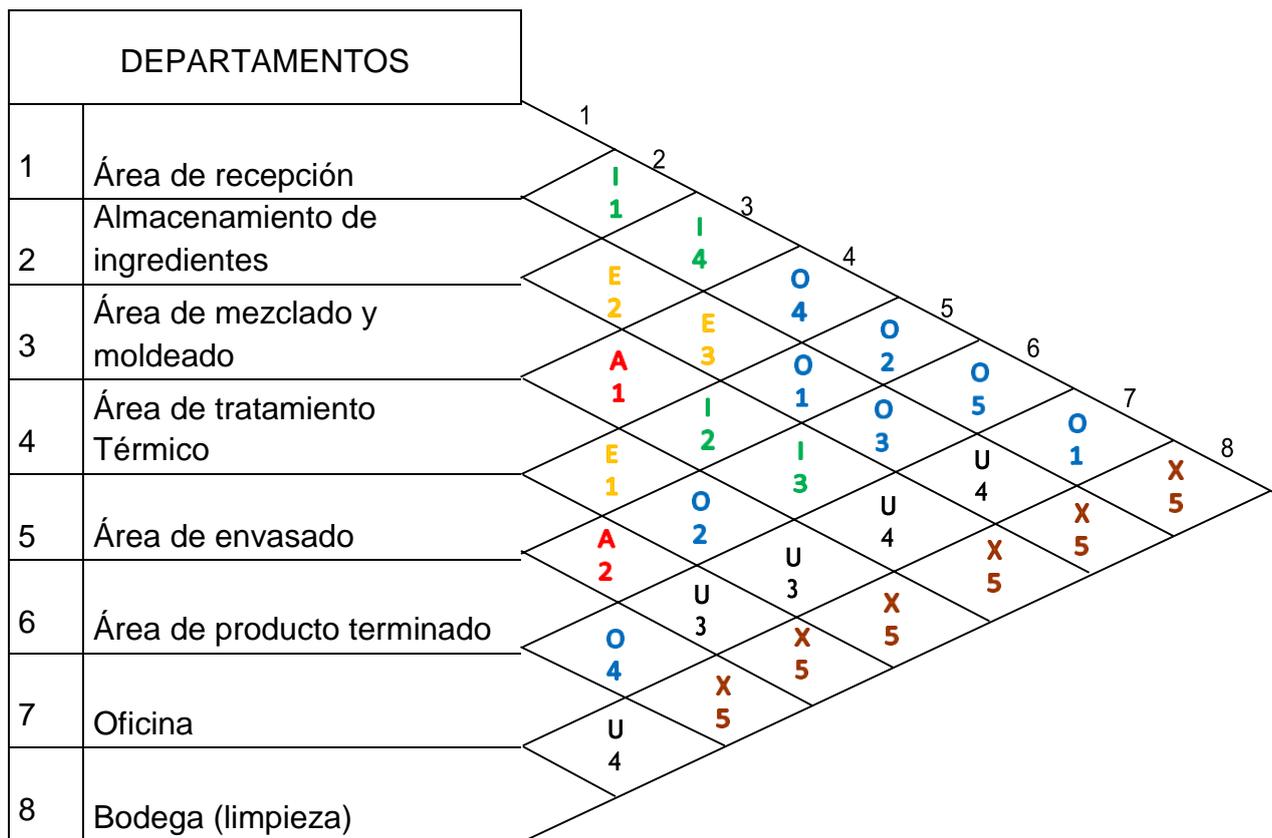


Figura 24.-Tabla de Relación de Actividades (T.R.A.)

Fuente: Elaboración propia

De la información detallada en la figura 24, se ingresó los datos al algoritmo de diseño CORELAP, en donde se obtuvo el lay-out propuesto en la figura 25, mismo que detalla la distribución de los departamentos, para lo cual se consideró un espacio disponible de 55 m². Como se muestra en la figura, el #1 es el área de recepción seguido del área de almacenamiento de ingredientes (#2), en donde se realizarán las etapas de tamizado y pesado. El #3 es el área de mezclado y moldeado seguido del área de tratamiento térmico (#4). El recuadro #5 es el área de envasado, en donde se incluye la etapa de enfriamiento y luego está el área de producto terminado (#6). La oficina y bodega corresponden a los departamentos #7 y #8 respectivamente, los cuales, se encuentran separados de la línea de proceso para evitar algún efecto en el producto.



Figura 25.-Lay-Out de la Planta

Fuente: Elaboración propia

3.11 Características del Producto Final

Las características del producto final se ven representadas en el semáforo nutricional realizado conforme a lo especificado por la norma Ecuatoriana de Etiquetado. El resultado se obtuvo gracias a los cálculos desarrollados (ver apéndice D) acorde a la composición nutricional de cada uno de los ingredientes de la fórmula seleccionada. Dicha información fue recopilada de las bases de datos de composición de alimentos de USDA, con lo cual se generó los siguientes datos: alto en azúcar (231,560 mg), medio en grasa (14,935 g) y medio en sal (18,347 g). El semáforo nutricional se puede apreciar en la figura 26.



Figura 26.-Semáforo nutricional

Fuente: Elaboración propia

Para la declaración del alto contenido de proteínas del producto, primero se cuantifica el contenido de proteínas para 100 g del producto, el cual según se presenta en el apéndice C, corresponde a 10,37g según los análisis realizados por el laboratorio PROTAL. Posteriormente, se procede a realizar el cálculo para conocer el VDR del producto:

$$\text{contenido proteico VDR\%} = \frac{10.37 * 100\text{g}}{50\text{g}} = 20.74 \% \quad (14)$$

Los resultados indican que se cumple con lo especificado por la norma al contener dos veces los valores del contenido básico es decir 20,74%, por cada 100 g de producto.

La etiqueta del producto se realizó con polipropileno biorientado metalizado, un material resistente a humedad, capaz de proteger a las galletas de la luz. Las dimensiones son 15x16cm. Para dar inicio a la comercialización del producto se usará inicialmente una presentación con contenido neto de 100g (Ver figura 27).



Figura 27.-Etiqueta de la galleta

Fuente: Elaboración propia

3.12 Estimación de Costos.

Balance de materia por batch

Se realizó un estudio de balance de materia para conocer la cantidad de merma que se genera en cada etapa del proceso y además se explica la razón de está, en la tabla 19. La finalidad de este balance de materia es conocer la cantidad de producto obtenido al final del proceso.

Tabla 19.-Descripción del balance de Materia

PROCESO	PORCENTAJE DE MERMAS	JUSTIFICACIÓN DE LA MERMA
Recepción	0,00%	No se genera merma en esta etapa
Tamizado	7,85%	La granulometría de la harina de garbanzo genera grandes pérdidas.
Pesado	0,03%	Pequeñas pérdidas de azúcar Impalpable.
Mezclado/Amasado	1,45%	Cantidad de masa estancada en las paletas de la batidora.
Laminado/Moldeado	0,75%	Residuos de masa quedan dentro de la tolva de la moldeadora.
Horneado	5,50%	Pérdida de humedad de la masa ocasionada por la reducción de peso.
Enfriamiento	0,00%	No se genera merma en esta etapa.
Empacado	3,00%	Se separan las galletas que no cumplan con el estándar de calidad.
Almacenamiento	0,00%	No se registra merma en esta etapa.
Total	18,58%	El valor estimado del rendimiento es de 81,42% por cada batch.

Fuente: Elaboración propia

Los costos restantes se calcularon tomando en consideración los datos presentados a continuación:

- El número de batch que se realizan por día son 9.
- La cantidad de producto terminado que se conseguirá al final de la etapa de enfriamiento es 10,27 kg, basado en las mermas que se detallan en la tabla 19.
- El peso de cada galleta es de 0,005 kg.
- En cada batch se elaboran 2053 unidades (galletas) que se colocan en 103 fundas, las cuales entran en 2 cajas.

Estos datos, así como los resultados obtenidos del balance de materia por batch, se basan en el diagrama de Gantt del Apéndice B, obtenido con los tiempos y capacidades de los equipos en cada etapa.

Costos de materia prima y material de empaque

Los precios de las materias primas y material de empaque se obtuvieron mediante cotizaciones emitidas por proveedores nacionales y precios de oferta observados tanto en tiendas y supermercados. En la tabla 20, se muestra el

costo de materia prima y de material de empaque por kg de galleta producida por batch.

Tabla 20.-Costos de materia prima y material de empaque

MATERIA PRIMA INGREDIENTES	COSTO MP (\$/KG)	COSTO BATCH (\$/KG)
Harina de Garbanzo	\$ 5,73	\$ 22,01
Harina de Arroz	\$ 1,92	\$ 5,70
Azúcar	\$ 1,88	\$ 2,80
Albúmina	\$ 5,15	\$ 6,38
Manteca	\$ 2,00	\$ 3,10
Pulpa de fruta	\$ 2,00	\$ 2,29
Polvo de Hornear	\$ 3,79	\$ 0,47
Benzoato de Sodio	\$ 2,36	\$ 0,03
Sal	\$ 0,60	\$ 0,04
MATERIAL EMPAQUE		
BOPP metalizado	\$ 0,003	\$ 0,31
Cajas	\$ 0,38	\$ 0,65
Total Materiales/MP	\$ 25,82	\$ 43,78

Fuente: Elaboración propia.

Costos de Mano de Obra Directa

En la tabla 21 se aprecian los costos de mano de obra directa anual junto a el número de operadores necesarios en las etapas de proceso respectivas. Para la tabla 21, se toma en consideración los siguientes datos:

- El sueldo básico en el Ecuador, el cual se le pagara a los operarios, es de 375 dólares.
- Las aportaciones se realizan una vez por año y representan el 12,15% del sueldo del colaborador.
- Días laborales se ven representados por: 5 días laborales por semana, así como 20 días laborales por mes y 240 días laborales por año.
- La jornada laboral es de 8 horas diarias, descontando el tiempo que toma la limpieza de los equipos y el tiempo que se toman los operadores en almorzar; por lo tanto, se dispone solo de 6,5 horas diarias netas.

Tabla 21.-Costos de Mano de Obra Directa

BENEFICIOS	COSTO ANUAL (\$)
Sueldo Básico (4 operarios)	\$ 18.000,00
Décimo Tercer sueldo	\$ 1.500,00
Décimo Cuarto sueldo	\$ 1.500,00
Aportaciones	\$ 2.187,00
Total	\$ 23.187,00

Fuente: Elaboración propia.

Costos de Mano de Obra Indirecta

En la tabla 22 se observan los costos de mano de obra indirecta anual. Adicionalmente, se presentan los sueldos de cada cargo ocupacional.

Tabla 22.-Costos de Mano de Obra Indirecta

GASTOS ADMINISTRATIVOS	COSTO MENSUAL (\$)	COSTO 13 ERO (\$)	COSTO 14TO (\$)	COSTO APORTACIONES (\$)	COSTO ANUAL (\$)
Gerente General (1)	\$ 1.250,00	\$ 1.250,00	\$ 375,00	\$ 1.822,50	\$ 18.447,50
Superv. de Producción (1)	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 375,00	\$ 947,70	\$ 9.772,70
Superv. de Bodegas y distribución (1)	\$ 650,00	\$ 650,00	\$ 375,00	\$ 947,70	\$ 9.772,70
Jefe de compras y ventas (1)	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 375,00	\$ 1.020,60	\$ 10.495,60
Total	\$ 3.250,00	\$ 3.250,00	\$ 1.500,00	\$ 4.738,50	\$ 48.488,50

Fuente: Elaboración propia.

Costo y Depreciación de Equipos

Para obtener los costos totales de la maquinaria necesaria para la línea de producción, se seleccionaron los equipos adecuados para la elaboración de las galletas. Mediante las fichas técnicas se pudo conocer las capacidades y precios de diferentes proveedores. En la tabla 23 se observan los costos de los equipos y su tiempo de vida útil, considerando una depreciación del 10% por cada equipo.

Tabla 23.-Costo y depreciación de equipos de producción

MAQUINARIAS	CANT.	COSTO TOTAL	VIDA ÚTIL (AÑOS)	VALOR RESIDUAL	DEPRECIACIÓN ANUAL
Balanza	1	\$ 1.094,02	10	\$ 109,40	\$ 98,46
Mesas	2	\$ 1.000,00	10	\$ 100,00	\$ 90,00
Tamizado	1	\$ 1.000,00	10	\$ 100,00	\$ 90,00
Batidora	1	\$ 1.990,55	10	\$ 199,06	\$ 179,15
Moldeadora	1	\$ 22.700,00	10	\$ 2.270,00	\$ 2.043,00
Horno	1	\$ 11.978,40	10	\$ 1.197,84	\$ 1.078,06
Carrito/Bandejas	1	\$ 1.000,00	10	\$ 100,00	\$ 90,00
Envasadora	1	\$ 20.000,00	10	\$ 2.000,00	\$ 1.800,00
Total	9	\$ 60.762,97	10	\$ 6.076,30	\$ 5.468,67

Fuente: Elaboración propia

Costo de Consumo de Energía Eléctrica

En la tabla 24 se puede observar el consumo de energía y tiempos de operación de cada equipo según la etapa operacional, estos datos fueron obtenidos de las pruebas experimentales realizadas en el laboratorio. En cuanto a las potencias de los equipos estas fueron obtenidas de las fichas técnicas de los equipos cotizados. El costo del (kw-h) es de 0,090 centavos de acuerdo a la tarifa establecida por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL, 2016) para comerciales e industriales de baja tensión con demanda.

Tabla 24.-Consumo de Energía Eléctrica

EQUIPOS	POTENCIA	COSTO (\$)/ KW-H	TIEMPO DE OPERACIÓN BATCH (H)	KW-H/BATCH	COSTO X BATCH
Balanza	0,010 kw	\$ 0,09	0,500 horas	0,0050 kw-h	\$ 0,0005
Tamizadora	0,375 kw	\$ 0,09	0,417 horas	0,1563 kw-h	\$ 0,0141
Batidora	1,500 kw	\$ 0,09	0,500 horas	0,7500 kw-h	\$ 0,0675
Moldeadora	2,500 kw	\$ 0,09	0,500 horas	1,2500 kw-h	\$ 0,1125
Envasadora	2,500 kw	\$ 0,09	0,250 horas	0,6250 kw-h	\$ 0,0563
Total	6,885 kw		2,167 horas	2,7863 kw-h	\$ 0,25

Fuente: Elaboración propia

Costos de servicios y suministros

Se detalla a continuación en la tabla 25 el consumo de los 3 suministros indispensables para la elaboración de las galletas: electricidad, agua y gas; para ello se utilizó los resultados obtenidos del consumo de energía y de gas realizados anteriormente.

Tabla 25.-Estimación de costos de Servicios y Suministros

SERVICIOS	UNIDAD	CONSUMO POR BATCH	COSTO/UNIDAD	COSTO POR BATCH
Energía eléctrica	kw-h	2,7863	\$ 0,09	\$ 0,2508
Agua	m ³	3	\$ 0,50	\$ 1,5000
Gas	Kg	0,1948	\$ 0,20	\$ 0,0390
Total			\$ 0,79	\$ 1,7897

Fuente: Elaboración propia

Costos de Producción

El costo de producción estimado de la galleta es de \$ 12.549,24 mensuales para una producción de 18.480 paquetes de 100g y el precio de venta al público es de \$1,22 con un margen de contribución del 80%, misma que se detalla en la Tabla 26.

Tabla 26.-Costos de Producción

	INGREDIENTES	CANTIDAD	UMB	COSTO UMB	COSTO BATCH	COSTO PAQUETE
Materia Prima	H. Garbanzo	3,84	Kg	\$ 5,73	\$ 22,01	\$ 0,21
	H. Arroz	2,97	Kg	\$ 1,92	\$ 5,70	\$ 0,06
	Manteca	1,55	Kg	\$ 2,00	\$ 3,10	\$ 0,03
	Azúcar	1,49	Kg	\$ 1,88	\$ 2,80	\$ 0,03
	Albúmina	1,24	Kg	\$ 5,15	\$ 6,38	\$ 0,06
	Pulpa de Fruta	1,15	Kg	\$ 2,00	\$ 2,29	\$ 0,02
	Polvo de Hornear	0,12	Kg	\$ 3,79	\$ 0,47	\$ 0,005
	Benzoato de Sodio	0,01	Kg	\$ 2,36	\$ 0,03	\$ 0,0003
	Sal	0,06	Kg	\$ 0,60	\$ 0,04	\$ 0,0004
	Costo total	12,43	Kg	\$ 25,43	\$ 42,82	\$ 0,42
Material Empaque	Empaque	103	Unid.	\$ 0,003	\$ 0,31	\$ 0,003
	Caja	2	Unid.	\$ 0,38	\$ 0,65	\$ 0,007
	Costo total	104	Unid.	\$ 0,38	\$ 0,96	\$ 0,010
Mano Obra	*MOD	4	Operarios	\$ 1.932,25	\$ 24,15	\$ 0,23
Costo Indirecto	Agua	3,00	m ³	\$ 0,50	\$ 1,50	\$ 0,01
	*EE	3,37	Kw-h	\$ 0,09	\$ 0,25	\$ 0,0024
	Gas	0,18	Kg	\$ 0,20	\$ 0,04	\$ 0,0004
	Total Costos directos				\$ 67,93	\$ 0,66
	Total Costos indirectos				\$ 1,79	\$ 0,02
	Costo producción				\$ 69,72	\$ 0,68
					Costo x paquete	\$ 0,68
					Margen	\$ 0,54
					*PVP	\$ 1,22

Fuente: Elaboración propia.

Punto de Equilibrio

Los datos necesarios para calcular el punto de equilibrio se presentan en la tabla 27, donde se detallan los costos fijos anuales, costos variables anuales y sus rubros, respectivamente.

Tabla 27.- Costos fijos y costos variables por paquete

COSTOS FIJOS	
Rubros	Valores
Salario MOI	\$ 48.488,50
Alquiler	\$ 6.000,00
Depreciación de equipos	\$ 5.468,67
Total	\$ 59.957,17
COSTOS VARIABLES POR PAQUETE	
Rubros	Valores
Materia Prima	\$ 0,43
MOD	\$ 0,23
Servicios y suministros	\$ 0,02
Total	\$ 0,68
Cantidad de equilibrio	110.603 unid
Punto de equilibrio	\$ 134.903,63

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la tabla 27, detallan que el punto de equilibrio para la fórmula seleccionada se obtiene con la venta de 110.603 unidades que generan \$134.903,63 dólares. La gráfica obtenida del punto de equilibrio se presenta en la figura 28.

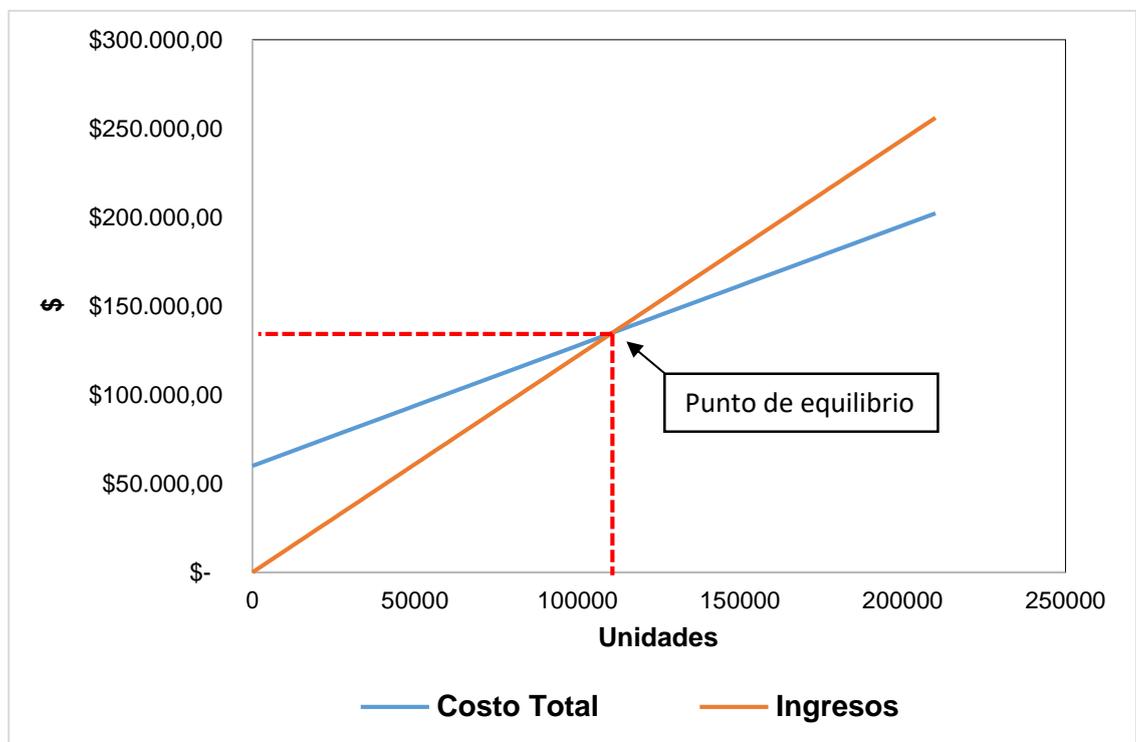


Figura 28.- Gráfica de punto de equilibrio

Fuente: Elaboración propia

Análisis Financiero

Posteriormente, se realiza un análisis financiero anual, en donde las ventas estipuladas se tomaron del cálculo del punto de equilibrio en la tabla 27, el cual es \$134.903,63 dólares anualmente. Además de considerar los valores de inversión, gastos operativos y administrativos. Los rubros se detallan en la tabla 28.

Tabla 28.-Análisis Financiero

CONCEPTOS	PUNTO DE EQUILIBRIO
VENTAS	\$ 134.903,63
Ventas	\$ 134.903,63
Devoluciones en Ventas	-
Total Ingresos	\$ 134.903,63
COSTO DE VENTAS	\$ 74.946
MARGEN BRUTO	\$ 59.957,17
GASTOS OPERATIVOS Y ADMINISTRATIVOS	\$ 48.488,50
Mantenimiento de Maquinarias	-
Sueldos	\$ 39.000
Décimo Tercer Sueldo	\$ 3.250
Décimo Cuarto Sueldo	\$ 1.500
Vacaciones	-
Fondo de Reserva	-
Aporte Patronal 12.15%	\$ 4.739
Uniforme	-
TOTAL GASTOS	\$ 48.489
Inversión	
Equipos	\$ 5.469
Alquiler	\$ 6.000
Total Inversión	\$ 11.469
UTILIDAD NETA	\$ 0,00

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La fórmula desarrollada a base de harinas de garbanzo y de arroz y pulpa de fruta, permite obtener un producto libre gluten y con alto contenido de proteína para los consumidores celiacos.
- El análisis del diseño experimental de mezclas permite visualizar, que mientras menor sea el contenido de azúcar y mayor el contenido de arroz y de garbanzo, más disminuye el valor de pH, lo cual, representa un dato satisfactorio en cuanto a la conservación del producto final.
- A través de las pruebas sensoriales, se pudo determinar que, en las pruebas de aceptación, la muestra 937 fue la que recibió mayor puntaje en los atributos color, sabor y crujencia, ya que en éstas si hubo diferencias significativas, a diferencia del atributo dulzura que no existen diferencias significativas entre las tres muestras. En el grado de preferencia se determinó que las tres muestras evaluadas, son iguales a criterio de los jueces. Por lo tanto, la muestra 937 fue seleccionada, ya que, contribuye con el mayor aporte proteico en su composición y fue la de mayor puntuación en los resultados de la prueba.
- La fórmula desarrollada cumple con todos los parámetros bromatológicos y microbiológicos requeridos por la NTE INEN 2085:2005 Galletas para ser comercializada localmente.
- Se eligió los equipos adecuados a la capacidad de producción establecida y se diseñó el lay-out de la planta para obtener un orden de distribución de todos los departamentos propuestos, considerando el espacio disponible a escala piloto.
- El costo unitario de producción es de \$1,22 por cada empaque de 100 g de producto que contiene 20 galletas, con un margen de contribución del 80% y un rendimiento del 81,42% del proceso.

4.2. Recomendaciones

- Confirmar mediante otro método de medición los valores de humedad para verificar si los datos guardan la misma tendencia que los obtenidos por el método declarado en la metodología, con el propósito de realizar un nuevo análisis de deseabilidad ya que este parámetro fue excluido, debido a que no representaban significancia durante el análisis del diseño experimental.
- Realizar nuevas pruebas a nivel de laboratorio variando la cantidad de azúcar y comprobar si se puede obtener un producto con mejor nivel de dulzura.
- Realizar un análisis de textura y tiempo de vida útil al producto, para mejorar la crujencia y obtener un dato preciso de deterioro del producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Molina, M. E., & Martin, A. P. (2008). Prácticas dietéticas vegetarianas, 27.
- Peralta, R., & Veas, R. (2014). Área de consolidación Gestión de la Producción de Agroalimentos Garbanzo: Usos alternativos para generar valor agregado al Tutor, 55.
- Saez, R. (2010). Intestino. Enfermedad celiaca. *Revista de Gastroenterología de México*, 75, 31–34. <https://doi.org/10.1157/13111813>
- Valenzuela, E. (2008). Instituto Ecuatoriano de Normalización- INEN. *Bvsde.Paho.Org*, 2007, 2–8. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/cgi-bin/wxis.exe/iah/?IsisScript=iah/iah.xis&base=bvsde.others&lang=e&nextAction=Ink&expSearch=BVSDE.00013745&indexSearch=ID>
- Venegas Guijarro, N. C., & Remache Remache, A. E. (2016). *Desarrollo de una galleta libre de compuestos alérgenos a base de granos y cereales no tradicionales ecuatorianos*.
- Brennan, J. G., Cowell, N., Butters, J., & Lilly., A. (1980). Las operaciones de la ingeniera en alimentos. Zaragoza: Acribia.
- COENDERS, A. (1996). QUIMICA CULINARIA: ESTUDIO DE LO QUE LES SUCEDE A LOS ALIMENTOS. Acribia.
- FUNIBER. (s.f.). Obtenido de <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/HARINA-DE-ARROZ-1>
- FUNIBER. (s.f.). composicion nutricional. Obtenido de composicion nutricional: <https://www.composicionnutricional.com/>
- Manley, D. (1989). Tecnología de la industria galletera; galletas, crackers y otros horneados. España: Acribia.
- Vanaclocha, A. C. (2005). Diseño de Industrias Alimentarias. En A. Casp, Diseño de Industrias Alimentarias (págs. 103-111). Barcelona: Mundi-Prensa.
- INEN. (2005). Servicio Ecuatoriano de Normalización: Galletas. Requisitos. NTE INEN 2 085:2005 Primera revisión. Obtenido de <https://archive.org/details/ec.nte.2085.2005>
- INEN. (2014). Servicio Ecuatoriano de Normalización: Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. NTE INEN 1334-1:2014 Cuarta revisión. Obtenido de <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/1334-1-4.pdf>
- INEN. (2014). Servicio Ecuatoriano de Normalización: Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados. RTE INEN 022. Obtenido de <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/RTE-022-1R.pdf>
- INEN. (2012). Servicio Ecuatoriano de Normalización: Alimentos para regímenes especiales destinados a personas intolerantes al gluten. Requisitos. NTE INEN 2235:2012 Primera edición. Obtenido de <https://ia802602.us.archive.org/22/items/ec.nte.2235.2012/ec.nte.2235.2012.pdf>

Choi, Y. y M. R. Okos, Effects of temperature and composition on the thermal properties of foods, ed. M. L. Maguer, and P. Jelen. New York, NY, Elsevier Science Publishing Co, pp. 93-101, 1986.

Agroindustrias. (2009). Balanza Electrónica Kretz (54MINIMASTER5750). Obtenido de: http://www.agroindustrias.com.ec/v2/producto_descrip.php?id=93

Agroindustrias. (2009). Batidora Harvester. Obtenido de: http://www.agroindustrias.com.ec/v2/producto_descrip.php?id=222

Agroindustrias. (2009). Horno Panadero TEDESCO (08FTT480-01. Obtenido de: http://www.agroindustrias.com.ec/v2/producto_descrip.php?id=201

Agroindustrias. (2009). Carro porta bandejas para Horno TEDESCO FFT480 (08PORTABANDEJA). Obtenido de: http://www.agroindustrias.com.ec/v2/productos_sub2.php?categoria=273&area=68

Alibaba Group. (2009). Tamizadora industrial vibrante. Obtenido de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/industrial-sugar-sieve-shaker-powder-vibrating-sieve-60367111328.html?spm=a2700.8698675.29.245.73847e10NrxEIJ>

Maquipan (s.f.) Formadora dosificadora de galletas Formex GTF. Obtenido de <https://www.maquipan.cl/productos/linea-de-dosificacion/formadora-dosificadora-de-galletas-gtf-formex/>

Astimec S.A. (s.f.) Envolvedora Horizontal (Flow Pack) modelo: ASA-FWL 280. Obtenido de: <https://astimec.net/imagenes/2017/09/envolvedora-horizontal-flow-pack-asa-fwl-280.pdf>

CHIMBOLEMA, J. (2017). Desarrollo de un producto innovador de repostería con café arábigo y chocolate fino de aroma ecuatoriano. Ambato: UNIANDES.

Llerena, K. (2010). Utilizacion de harina de trigo y quinua para la elaboracion de galletas, para los niños del parvulario de la ESPOCH. Riobamba.

Santiago, J. (2010). DISEÑO Y FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS DE REPOSTERÍA. Guatemala.

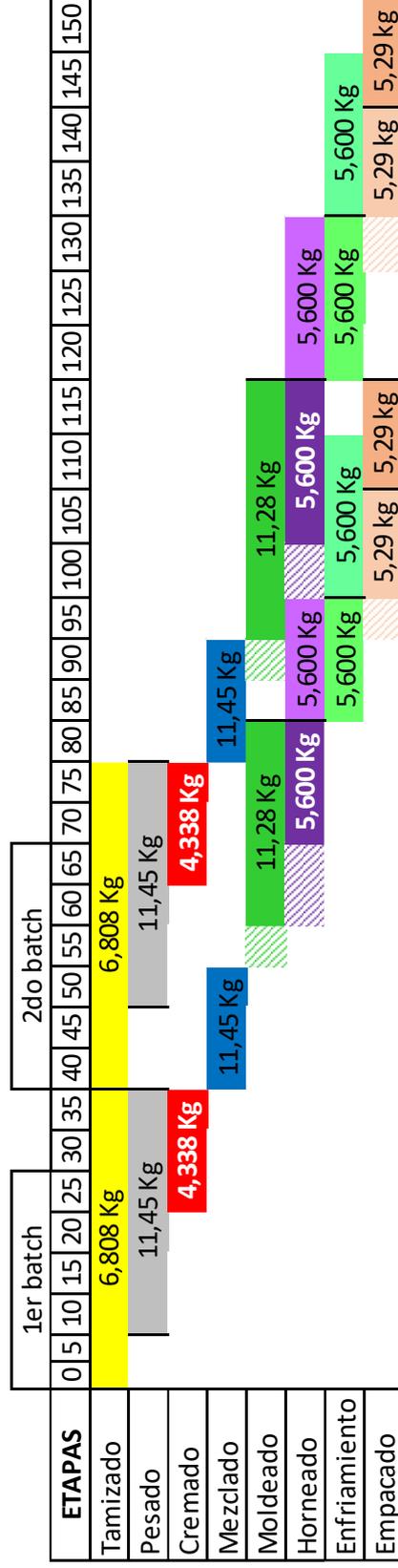
Borrego, M., Chuliá, C., & Clemente, H. (2016). Productos Obrador. Madrid: Sintesis.

APÉNDICE

APÉNDICE A

EVALUACION SENSORIAL			PANELISTA # _____																	
Nombre del Panelista: _____		Fecha: _____																		
Edad: _____		Sexo: F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>																		
INSTRUCCIONES																				
<ul style="list-style-type: none"> Enjuáguese la boca con agua antes de comenzar y entre cada muestra. Degustar y evaluar cada muestra a su propio ritmo. Sólo pueden degustar cada muestra una a la vez en el orden indicado (izquierda a derecha). Califique cada una de las muestras en base a la siguiente escala. 																				
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">ESCALA</th> <th style="padding: 5px;">Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Me disgusta muchísimo</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Me disgusta moderadamente</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Me disgusta ligeramente</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">3</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Ni me gusta ni me disgusta</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">4</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Me gusta ligeramente</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Me gusta moderadamente</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">6</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Me gusta muchísimo</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">7</td> </tr> </tbody> </table>					ESCALA	Puntaje	Me disgusta muchísimo	1	Me disgusta moderadamente	2	Me disgusta ligeramente	3	Ni me gusta ni me disgusta	4	Me gusta ligeramente	5	Me gusta moderadamente	6	Me gusta muchísimo	7
ESCALA	Puntaje																			
Me disgusta muchísimo	1																			
Me disgusta moderadamente	2																			
Me disgusta ligeramente	3																			
Ni me gusta ni me disgusta	4																			
Me gusta ligeramente	5																			
Me gusta moderadamente	6																			
Me gusta muchísimo	7																			
Código	COLOR	SABOR	CRUJIENTE	DULZURA																
135	_____	_____	_____	_____																
648	_____	_____	_____	_____																
937	_____	_____	_____	_____																
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál muestra prefiere? 																				
<table style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Muestra 135</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Muestra 648</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Muestra 937</td> </tr> </table>					<input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	Muestra 135	Muestra 648	Muestra 937										
<input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="checkbox"/>																		
Muestra 135	Muestra 648	Muestra 937																		
Observaciones: _____ _____																				
¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!																				

APÉNDICE B



APÉNDICE C

Informe: 17-12/0074-M001

GCR -4.1-01-00-03

Datos del cliente

Nombre: PEÑAHERRERA SANCHEZ MICHELLE STEPHANIE	Teléfono: 0987639443
Dirección: CDLA. GUAYACANES MZ 92. V 10	

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre: GALLETAS LIBRES DE GLUTEN	Código muestra: 17-12/0074-M001
Marca comercial: S/M	Lote: 001
Referencia: Masas con o sin relleno, Pastelería, bollería, confitería y repostería	Fecha elaboración: 15/12/2017
Envase: POLIPROPILENO	Fecha expiración: 15/02/2018
Conservación de la muestra: Ambiente Fresco y Seco • Zona Climática IV	Fecha recepción: 18/12/2017
Fecha análisis: 18/12/2017	Vida útil: 2 meses, 2 días
Contenido neto declarado: 232g	
Contenido neto encontrado: N/A	
Presentaciones: N/A	
Condiciones climáticas del ensayo: Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C Y Humedad Relativa 55% ± 15%	

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Proteínas	%	10.37 ± 1.87	Min: 3	AOAC 19TH 920.87 (API-5.8-04-01-00B20)

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Aerobios mesofilos	UFC/g	2.1 x 10 ²	Galleta simple: 1.0 x 10 ³ Galleta rellena o recubierta: 1.0 x 10 ⁴	API-5.8-04-01-00M1 (AOAC 19th 966.23)
Levaduras y Mohos	UFC/g	< 10	Galleta simple: 1.0 x 10 ² Galleta rellena o recubierta: 2.0 x 10 ²	API-5.8-04-01-00M5. (AOAC 19th 997.02)

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra proporcionada por el cliente.

Las opiniones / interpretaciones / etc. que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

*** Observaciones:**

La muestra analizada SI cumple con el requisito bromatológico de Proteínas solicitado por el cliente para GALLETAS, según la norma NTE INEN 2085. Los resultados bromatológicos se encuentran registrados en el Cuaderno Interno de Trabajo de Cereales N°28 pagina 3625.

La muestra analizada si cumple con el requisito microbiológico para GALLETAS SIMPLES, según la NORMA INEN 2085. Los datos microbiológicos se encuentran registrados en el cuaderno interno de trabajo de microbiología, en la página 17-06478.

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

^ Representa el Exponente

° Subcontratado

En microbiología los valores expresados como < 1.8, < 2, < 3, y < 10 se estiman ausencia

APÉNDICE D

INGREDIENTES	NUTRIENTES POR CADA 100 G			RESPECTO A LA FORMULACIÓN		
	Sodio (mg)	Grasas (g)	Azúcares (g)	Sodio (mg)	Grasas (g)	Azúcares (g)
Harina de garbanzo	64,000	6,690	10,850	19,763	2,066	3,350
Harina de arroz	0,000	1,420	0,120	0,000	0,339	0,029
Azúcar	2,000	0,000	97,810	0,240	0,000	11,718
Sal	38758,000	0,000	0,000	193,790	0,000	0,000
Pulpa de fruta	1,000	0,155	10,070	0,092	0,014	0,928
Manteca vegetal	0,000	100,000	0,000	0,000	12,460	0,000
Albumina	166,000	0,170	0,710	16,550	0,017	0,071
Polvo de hornear	90,000	0,400	0,000	0,900	0,004	0,000
Total	39083,000	109,145	139,700	231,560	14,935	18,347