

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**E. A. P. INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**“SUSTITUCION PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR LA HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* W.) Y CHIA BLANCA (*Salvia hispánica* L.) USANDO GLICEROL EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS ENRIQUECIDAS”.**

**PRESENTADO POR Bach. ARISTA MUÑOZ Jheny Milagros**  
**Y Bach. RAMÍREZ MILLA Lucelia Agustina**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Chimbote – Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**HOJA DEL AVAL DEL JURADO EVALUADOR**

El presente trabajo de tesis titulado **SUSTITUCION PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR LA HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa W.*) Y CHIA BLANCA (*Salvia hispánica L.*) USANDO GLICEROL EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS ENRIQUECIDAS**". Para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por Bach., **ARISTA MUÑOZ Jheny Milagros Y Bach. RAMÍREZ MILLA Lucelia Agustina**, que tienen como Asesora al docente Dra. ELZA AGUIRRE VARGAS designado por resolución Decanal N° 565-2015-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 03 de Enero del 2018 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante Resolución N° 419-2017-UNS-CFI.

---

**Ms. Jorge Domínguez Castañeda**  
**Presidente**

---

**Dra. Elza Aguirre Vargas**  
Secretaria (Asesor)

---

**Ms. Williams Castillo Martínez**  
Integrante



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA  
E.A.P. DE INGENIERÍA DE AGROINDUSTRIAL



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 10 a.m. del tres de enero del dos mil dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 419-2017-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Ms. Jorge Domínguez Castañeda** (Presidente)
- **Dra. Elza Aguirre Vargas** (Secretario)
- **Ms. Williams Castillo Martínez** (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR LA HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* W.) Y CHIA BLANCA (*Salvia hispánica* L.) USANDO GLICEROL EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS ENRIQUECIDAS”, elaborada por el (os) bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **JHENY MILAGROS ARISTA MUÑOZ**
- **LUCELIA AGUSTINA RAMÍREZ MILLA**

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Dra. Elza Aguirre Vargas**


Finalizada la sustentación, el (os) Tesistas respondió (eron) las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

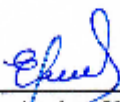
El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

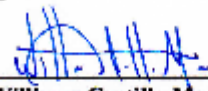
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
JHENY MILAGROS ARISTA MUÑOZ	18	Bueno

Siendo las 11:30 am del mismo día, se dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 3 de enero del 2018

  
 Ms. Jorge Domínguez Castañeda  
 Presidente

  
 Dra. Elza Aguirre Vargas  
 Secretario  
 Ruby (03)

  
 Ms. Williams Castillo Martínez  
 Integrante



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA  
E.A.P. DE INGENIERÍA DE AGROINDUSTRIAL



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 10 a.m. del tres de enero del dos mil dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 419-2017-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Ms. Jorge Domínguez Castañeda** (Presidente)
- **Dra. Elza Aguirre Vargas** (Secretario)
- **Ms. Williams Castillo Martínez** (Integrante), para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

**"SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR LA HARINA DE QUINUA (Chenopodium quinoa W.) Y CHIA BLANCA (Salvia hispánica L.) USANDO GLICEROL EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS ENRIQUECIDAS"**, elaborada por el (os) bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **JHENY MILAGROS ARISTA MUÑOZ**
- **LUCELIA AGUSTINA RAMÍREZ MILLA**

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Dra. Elza Aguirre Vargas**


Finalizada la sustentación, el (os) Tesistas respondió (eron) las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

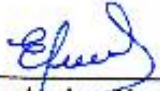
El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
LUCELIA AGUSTINA RAMÍREZ MILLA	18	BUENO


Siendo las 11:30 am del mismo día, se dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 3 de enero del 2018

  
 Ms. Jorge Domínguez Castañeda  
 Presidente

  
 Dra. Elza Aguirre Vargas  
 Secretario

Ruby (03)

  
 Ms. Williams Castillo Martínez  
 Integrante

## **DEDICATORIA**

*“A Dios, quien siempre me guía en cada etapa de mi vida, dándome fortaleza para seguir adelante, su amor me motiva cada día”.*

*“A mis padres, por brindarme su amor y por su comprensión y dedicación y su apoyo incondicional en todo momento*

*“A mis hermanos, por sus consejos, y enseñanzas día a día para salir adelante y cumplir mis metas”.*

***Jheny Arista Muñoz***

## DEDICATORIA

*“A Dios, quien siempre me guía en cada etapa de mi vida, dándome fortaleza para seguir adelante, su amor me motiva cada día”.*

*“A mis padres, por apoyarme en todo momento, por su comprensión y dedicación y más que todo por su amor”.*

*“A mis hermanos, Erlin, Juan, Giovanna y Helen por sus consejos, y enseñanzas día a día para salir adelante y cumplir*

***Lucelia Ramírez Milla***

## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS, por ser nuestro principal guía, por darnos la fuerza necesaria para salir adelante y lograr alcanzar esta meta.

A la Dra. Elza Aguirre Vargas, nuestra asesora por brindarnos su apoyo, dirección, sugerencias y conocimientos compartidos, en el presente trabajo.

A los técnicos de la escuela académica profesional de Ingeniería Agroindustrial por su apoyo y orientación incondicional en el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Pedro Ayala, por facilitarnos el acceso a la Planta Piloto Agroindustrial; por sus sugerencias y apoyo para la elaboración del producto.

A los docentes de E.A.P. Agroindustria, por los conocimientos y enseñanzas brindadas, durante el tiempo que duro nuestros estudios universitarios.

A todas aquellas personas que colaboraron con nosotras e hicieron posible la culminación de este trabajo

*Jheny Arista Muñoz*

*Lucelia Ramírez Milla*

## INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>20</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1. LA QUINUA (<i>Chenopodium Quínoa</i>).....</b>	<b>22</b>
2.1.1. Descripción.....	22
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	23
2.1.3. Valor nutricional .....	23
2.1.4. Proteínas .....	26
2.1.5. Formas de uso de quinua .....	27
2.1.6. Harina de quinua .....	28
<b>2.2. CHIA (<i>Salvia hispánica L.</i>) .....</b>	<b>32</b>
2.2.1. Generalidades de la Chía .....	32
2.2.2. Clasificación taxonómica de la Chía.....	33
2.2.3. Composición química de la Chía .....	33
2.2.4. Variedades de la Chía .....	34
2.4.5. Harina de Chía.....	36
<b>2.3. EL TRIGO (<i>Triticum spp</i>) .....</b>	<b>37</b>
2.3.1. Origen y Taxonomía.....	38
2.3.2. Composición química.....	39
2.3.3. Producción Nacional de Trigo .....	41
2.3.4. Harina de Trigo .....	42
<b>2.4. MEZCLAS ALIMENTICIAS.....</b>	<b>46</b>
2.4.1. Enriquecimiento y Fortificación .....	46
2.4.2. Computo químico .....	47
<b>2.5. CONTROL DE CALIDAD DE LAS HARINAS.....</b>	<b>49</b>
2.5.1. Contenido de humedad.....	49
2.5.2. Contenido de Humedad .....	49
2.5.3. Prueba de Ceniza .....	49
<b>2.6. GENERALIDADES DE LA GALLETA.....</b>	<b>51</b>
2.6.1. Definición de la Galleta .....	51
2.6.2. Clasificación .....	51



2.6.3. Requisitos .....	52
2.6.4. Ingredientes y su definición en la Elaboración de Galletas.....	54
2.6.5. Etapas en la elaboración de galletas.....	64
2.6.6. Materiales para embalaje.....	67
<b>2.7. EVALUACIÓN SENSORIAL .....</b>	<b>69</b>
2.7.1. Conducción del panel .....	69
2.7.2. Método de la Escala Hedónica .....	70
<b>2.8. VIDA ÚTIL .....</b>	<b>71</b>
2.8.1. Metodología para la Estimación de vida Útil .....	71
<b>2.9. DISEÑO ESTADÍSTICO DE EXPERIMENTOS .....</b>	<b>74</b>
<b>2.9.1. Método de superficie respuesta .....</b>	<b>74</b>
<b>2.10. ANALISIS MICROBIOLÓGICO .....</b>	<b>75</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>76</b>
<b>3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....</b>	<b>76</b>
<b>El presente trabajo de investigación se realizó en los siguientes ambientes .....</b>	<b>76</b>
<b>3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS.....</b>	<b>76</b>
3.2.1. Materia Prima.....	76
- Harina de trigo especial, marca Nicollini, adquirido en el comercial Pirámide E.I.R.L. (Nuevo Chimbote).....	76
3.2.2. Insumos .....	77
<b>3.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS .....</b>	<b>77</b>
3.3.1. En la elaboración de las Galletas .....	77
3.3.2. Para la Evaluación de las Galletas.....	78
<b>3.4. MÉTODOS .....</b>	<b>80</b>
3.4.1. Obtención de la harina de Quinoa.....	80
3.4.2. Obtención de la harina de chía .....	81
3.4.3. Análisis de las harinas de trigo, quinua y chía.....	83
3.4.4. Producción de galletas harina de trigo, quinua y chía.....	84
3.4.5. Evaluación de las galletas.....	90
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>94</b>
<b>4.1. OBTENCIÓN DE LA HARINA DE QUINUA .....</b>	<b>94</b>
<b>4.2. OBTENCIÓN DE LA HARINA DE CHÍA .....</b>	<b>96</b>
<b>4.3. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....</b>	<b>98</b>
4.3.1. Caracterización Químico Proximal.....	98
<b>4.4. CÁLCULO DEL CÓMPUTO QUÍMICO DE LAS FORMULACIONES .....</b>	<b>102</b>
<b>4.5. PRODUCCIÓN DE GALLETAS .....</b>	<b>105</b>

<b>4.6. EVALUACIÓN DE GALLETAS .....</b>	<b>111</b>
4.6.1. Evaluación de la proteína de las galletas de harina de trigo, quinua y chía. .....	111
4.6.2. Evaluación de fibra de las galletas de harina de trigo, quinua y chía .....	118
4.6.3. Evaluación de Textura de las galletas de harina de trigo, quinua y chía .....	125
4.6.4 Formulación optima de las galletas de harina de trigo, quinua y chía .....	132
4.6.5. Evaluación sensorial.....	135
.....	<b>140</b>
<b>4.7. Evaluación de la mejor Formulación .....</b>	<b>140</b>
4.7.1. Caracterización químico proximal .....	140
4.7.2. Determinación del tiempo de vida útil a condiciones aceleradas.....	142
4.7.3. Análisis Microbiológico .....	146
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>149</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES .....</b>	<b>149</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>150</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y VIRTUALES .....</b>	<b>151</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>156</b>

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Contenido de aminoácidos esenciales de la quinua y otros granos. ....	25
TABLA 2: Composición Química del grano de quinua .....	26
TABLA 3: Composición Química de la Harina de Quinua en 100g de harina. ....	29
TABLA 4: Análisis químico proximal de la semilla de Chía.....	33
TABLA 5: Contenido de aminoácidos correspondientes a hidrolizados de proteínas de semillas de chía.....	35
TABLA 6: Clasificación taxonómica del trigo .....	39
TABLA 7: Contenido nutricional por 100 g de porción comestible de trigo .....	40
TABLA 8: Composición Química de la Harina de Trigo .....	44
TABLA 9: Variación en el contenido de cenizas según el tipo de harina de trigo (Triticum spp.). ....	50
TABLA 10: Características fisicoquímicas de la galleta .....	53
TABLA 11: Formulación control utilizada para la producción de galletas .....	84
TABLA 12: Valores mínimos y máximos de los factores.....	85
TABLA 13: Matriz experimental.....	86
TABLA 14: Composición Químico proximal de la Harina de Trigo en 100g de harina. ....	99
TABLA 15: Composición Químico proximal de la Harina de Quinua en 100g de harina .....	100
TABLA 16: Composición Químico proximal de la Harina de Chía Blanca en 100g de harina. ....	101
TABLA 17: Cómputo químico (teórico) para las 15 formulaciones de galletas de harina de trigo, quinua y chía.....	104

TABLA 18: Valor Proteico de las galletas de harina de Trigo, Quinoa y Chía Blanca .....	111
TABLA 19: Análisis de varianza para la variable dependiente contenido de proteínas de la galleta. ....	113
TABLA 20: Respuestas del análisis de Fibra de las galletas de harina de Trigo, quinua y Chía Blanca .....	118
TABLA 21: Análisis de varianza para la variable dependiente contenido de fibra de la galleta.....	120
TABLA 22: Respuestas del análisis de Textura de las galletas de harina de Trigo, quinua y Chía Blanca .....	125
TABLA 23: Análisis de varianza para la variable dependiente textura de la galleta	127
TABLA 24: Criterios de optimización multirespuesta para determinar la formulación optima de la galletas de harina de trigo, quinua y chíá. ....	132
TABLA 25: Soluciones obtenidas para la función deseada según criterios de optimización.....	133
TABLA 26: Valor teórico y real de la formulación óptima de la galletas de harina de trigo, quinua y chíá.....	134
TABLA 27: Análisis de varianza para el sabor .....	135
TABLA 28: Análisis de varianza para el Color.....	137
TABLA 29: Análisis de varianza para el olor .....	138
TABLA 30: Análisis de varianza para textura.....	139
TABLA 31: Composición porcentual (%) de la galleta control y con mejor formulación.....	140

TABLA 32: Contenido de humedad de las galletas a temperatura de 30, 40 y 50°C durante los 14 días de evaluación.....	144
TABLA 33: Constante cinética para temperatura de 30, 40 y 50°C .....	145
TABLA 34: Requisitos microbiológicos para los productos de panificación, galletería y pastelería. ....	147
TABLA 35: Análisis Microbiológico de la galleta enriquecida. ....	147

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Quinoa .....	22
FIGURA 2: Producción de Nacional de quinua 2002-2013 (por toneladas). Minagri, 2013.....	28
FIGURA 3: Flujo de operaciones para obtener harina de quinua.....	31
FIGURA 4: Planta y semilla de chía (Salvia hispánica L.) .....	32
FIGURA 5: Flujo de operaciones para obtener harina de chía.....	36
FIGURA 6: Trigo (Triticum spp).....	37
FIGURA 7: Estructura química del Glicerol .....	64
FIGURA 8: Flujo de operaciones para obtener harina de quinua.....	81
FIGURA 9: Flujo de operaciones para obtener harina de chía.....	82
FIGURA 10: Diagrama de flujo para la elaboración de Elaboración de Galletas .....	89
FIGURA 11: Lavado de los granos de quinua.....	94
FIGURA 12: Secado de la quinua.....	94
FIGURA 13: Almacenamiento de harina de quinua .....	95
FIGURA 14: Diagrama de flujo definitivo para la obtención de harina de quinua ...	95
FIGURA 15: Eliminación de impurezas .....	96
FIGURA 16: Secado de los granos de chía Blanca.....	96
FIGURA 17: Molienda de los granos de Chía Blanca .....	97
FIGURA 18: Envasado de la harina de Chía.....	97
FIGURA 19: Diagrama de flujo definitivo para la obtención de harina de chía. ....	98
FIGURA 20: Proceso de pesado .....	106
FIGURA 21: Cremado .....	106
FIGURA 22: Mezclado .....	107

FIGURA 23: Laminado de masa .....	107
FIGURA 24: Moldeado y cortado de masa. ....	108
FIGURA 25: Horneado de galletas. ....	108
FIGURA 26: Envasado de galletas. ....	109
FIGURA 27: Diagrama definitivo para la elaboración de Elaboración de Galletas de harina de trigo, quinua y chía.....	110
FIGURA 28: Grafico de Pareto de los efectos de las variables independientes en el contenido de proteínas de la galleta .....	114
FIGURA 29: Gráficos de efectos principales (a) e interacciones (b) en el contenido proteína de las galletas de harina de trigo, quinua y chía. ....	116
FIGURA 30: Grafico de Superficie de respuesta y contorno para el efecto del porcentaje de harina de Chía y Quinua en el contenido proteína de las galletas de harina de trigo, quinua y chía.....	117
FIGURA 31: Grafico de Pareto de los efectos de las variables independientes en el contenido de fibra de la galleta. ....	121
FIGURA 32: Gráficos de efectos principales (a) e interacciones (b) en el contenido fibra de las galletas de harina de trigo, quinua y chía. ....	123
FIGURA 33: Grafico de Superficie de respuesta y contorno para el efecto del porcentaje de harina de Chía y Quinua en el contenido fibra de las galletas de harina de trigo, quinua y chía. ....	124
FIGURA 34: Grafico de Pareto de los efectos de las variables independientes en la textura de la galleta.....	128
FIGURA 35: Grafico de Pareto de los efectos de las variables independientes en la textura de la galleta.....	130

FIGURA 36: Grafico de Superficie de respuesta (a) y contorno (b) para el efecto del porcentaje de harina de Chía y Quinoa con glicerol en la textura de las galletas de harina de trigo, quinua y chía.....	131
FIGURA 37: Grafico de medias de Fisher para el sabor para las diferentes formulaciones.....	136
FIGURA 38: Grafico de medias de Fisher para el color para las diferentes formulaciones.....	137
FIGURA 39: Grafico de medias de Fisher para el olor para las diferentes formulaciones.....	138
FIGURA 40: Grafico de medias de Fisher para la textura para las diferentes formulaciones.....	140
FIGURA 41: Variación del contenido de humedad para temperatura de 30, 40, 50°C .....	144



## INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Caracterización químico proximal de las harinas .....	157
ANEXO 2: Determinación de proteínas y fibra en las harinas.....	161
ANEXO 3: Método para hallar el aminograma teórico de las 15 formulaciones....	162
ANEXO 4: Determinación de Proteínas y fibra en las galletas .....	164
ANEXO 5: Formato de evaluación sensorial .....	165
ANEXO 6: Resultados de la Evaluación Sensorial para COLOR, OLOR, SABOR Y TEXTURA.....	166
ANEXO 7: Procedimiento del Análisis de Textura para las Galletas.....	178
ANEXO 8: Análisis de la mejor galleta .....	179
ANEXO 9: Determinación de la vida útil de la mejor galleta mediante pruebas aceleradas.....	184
ANEXO 10: Análisis Microbiológico .....	187

## RESUMEN

La quinua es un grano andino que se caracteriza por su alto valor nutritivo ya que proporciona proteínas, minerales, calcio, hierro y fósforo en porcentajes elevados; es considerada como un alimento vegetal nutricionalmente completo. La semilla de Chía es fuente de fibra, proteínas, antioxidantes y ácidos grasos esenciales insaturados su incorporación a la harina de trigo puede ayudar a elaborar productos de panificación con mejor calidad nutricional. El uso del glicerol en la elaboración de galletas y otros productos horneados le confiere una mejor aceptabilidad, ya que retiene la humedad haciendo que las galletas sean más crocante.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el mejor porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina quinua y chía blanca en la elaboración de galletas enriquecidas, y la cantidad necesaria de glicerol. Para ello se trabajó con 15 formulaciones generadas por el paquete estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI, y un tratamiento de control (100% harina de trigo), las cuales se evaluaron a través de análisis de proteína, fibra, textura, y sensorial (escala hedónica de 5 puntos) para determinar la mejor sustitución parcial de harinas.

La formulación F-1 con 15 % harina de quinua, 10 % de harina de chía y 287.254 mg de glicerol, presentó el mejor tratamiento.

El análisis químico proximal de la galleta obtenida presentó  $9,94 \pm 0,95\%$  proteínas, 22.33 % de grasa,  $1,98 \pm 0,79\%$  de fibra, 60 % de carbohidratos, 2.12 % de cenizas, 3.021% humedad y 35.68 mj de trabajo dureza terminado. La estimación de vida útil de las galletas evaluadas a condiciones aceleradas, indica que el producto está apto para el consumo hasta los 88 días.

## ABSTRACT

Quinoa is an Andean grain by its high nutritional value because it provides proteins, minerals, calcium, iron and phosphorus in elevated percentages; It is considered a nutritionally complete vegetable food. Chia Seed is a source of fiber, proteins, antioxidants and unsaturated essential fatty acids Their incorporation into wheat flour can help to produce bread products with a better nutritional quality its incorporation into the wheat flour can help to produce bread products with better nutritional quality. The use of glycerol in the elaboration of cookies and other baked products confers a better acceptability, since it retains moisture making the cookies more crispy.

The aim of this research work is to determine the best substitution percentage of wheat flour for quinoa and white chia flour in the preparation of enriched cookies, and the necessary amount of glycerol. To do this, we worked with 15 formulations generated by the statistical package STATGRAPHICS Centurión XVI, and a control treatment (100% wheat flour), which were evaluated through protein, fiber, texture, and sensorial analysis (hedonic scale). 5 points) to determine the best partial substitution of flours.

The formulation F-1 with 15% quinoa flour, 10% of chia flour and 287,254 mg of glycerol, presented the best treatment.

The proximal chemical analysis of the obtained cookie presented  $9.94 \pm 0.95\%$  proteins, 22.33% fat,  $1.98 \pm 0.79\%$  fiber, 60% carbohydrates, 2.12% ash, 3.021% moisture and 35.68 mj of work hardness finished. The estimated shelf life of cookies evaluated at accelerated conditions, indicates that the product is suitable for consumption up to 88 days.

## I. INTRODUCCIÓN

Una buena alimentación ha sido una de las preocupaciones constantes en todas las sociedades a lo largo de la historia, ya que repercuten en nuestra salud. Los cambios registrados en los últimos años en el perfil de los consumidores y en sus hábitos alimenticios brindaron importantes oportunidades de negocios a la industria alimentaria. Y también impulsaron la elaboración de productos fortificados y enriquecidos, destinados a satisfacer necesidades específicas de personas sanas, que tienen efectos benéficos sobre el organismo y evitan posibles enfermedades (Osuna et al., 2006).

El mercado de galletas está en expansión, debido a que la industria satisface las expectativas cambiantes del consumidor; ahora se exige productos más saludables, es así que las buscan desarrollar galletas con alto valor nutritivo, mayor contenido de proteínas, fibra, bajas en calorías, sin comprometer su aceptabilidad sensorial (García & Pacheco, 2007). En este contexto, actualmente el desarrollo de galletas, consiste en la sustitución parcial de la harina de trigo por harinas de materias primas no tradicionales y alto valor nutricional tales como la harina de arracacha, papa, quinua entre otras. (Velázquez et al., 2014)

En el Perú hay una gran variedad de cereales andinos entre ellos la quinua, que aporta un excepcional balance de proteínas, grasas, carbohidratos, y mayor proporción de aminoácidos esenciales, entre los aminoácidos esta la lisina (importante para el desarrollo del cerebro); Asimismo la semilla de Chía con alto contenido de Omega-3 presenta en su composición otros componentes de gran interés para la nutrición humana, como la fibra, las proteínas, los antioxidantes, las vitaminas y algunos

minerales; el uso en del glicerol como agente humectante confiere a los productos horneados una mejor aceptabilidad, haciendo que las galletas sean más crocantes.

El trabajo de investigación tiene como objetivo principal elaborar galletas enriquecidas con harina de trigo, quinua y chía blanca con características nutricionales y sensorialmente aceptables, determinar el porcentaje de sustitución de harinas a partir de los cereales (trigo, quinua) y chía blanca, para la elaboración de galletas enriquecidas, evaluar la cantidad necesaria de glicerol en la elaboración de galletas enriquecidas, determinar la composición química proximal de las harinas trigo, quinua y chía, determinar la composición química proximal de las galletas enriquecidas a partir de harina de trigo, quinua y chía, evaluar sensorialmente el nivel de aceptabilidad de las galletas enriquecidas a partir de harina de trigo, quinua y chía blanca, realizar análisis microbiológicos: mohos, levaduras, aerobios mesófilos totales, determinar la vida útil mediante pruebas aceleradas

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. LA QUINUA (*Chenopodium Quínoa*)



FIGURA 1: Quinua

La quinua es el cereal más importante, cuya planta es de clase dicotiledónea y produce un grano y semilla de color blanco amarillento y tiene un excepcional balance de proteínas, grasa, aceite y almidón.

**Toapanta P., (2005).**

El contenido de proteínas es alto ya que el embrión constituye una gran parte de la semilla, cuyo valor nutritivo es comparable con los alimentos de origen animal como la leche, carne, huevos y pescado, así como también recientes estudios establecen que el valor biológico y nutricional de este cereal se asemeja a la leche materna. Toapanta P., (2005)

#### 2.1.1. Descripción

Su nombre científico es *Chenopodium quinoa*. La planta de quinua alcanza un tamaño entre 0,5 y 2 m. Su tallo puede ser recto o ramificado y su color, variable. Repo-Carrasco, (1992)

La panoja tiene entre 15 y 70 cm. El grano varía en tamaño entre 1,5 y 2,5 mm de diámetro, dependiendo de la variedad. Además, varían en cuanto al color, ya que existen quinuas de color crema, plomo, amarillo, rosado, rojo y morado. En la semilla, el pericarpio contiene una sustancia amarga, la saponina.

### **2.1.2. Clasificación taxonómica**

Reino :	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase :	Magnoliopsida
Orden :	Caryophyllales
Familia :	Amaranthaceae
Género :	<i>Chenopodium</i>
Especie :	<i>C. quinoa</i>

FUENTE: MINAG, (2004)

### **2.1.3. Valor nutricional**

Desde el punto de vista nutricional y alimentario la quinua es la fuente natural de proteína vegetal de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales que le confiere un valor biológico comparable solo con la leche y el huevo, así como también es una excelente fuente de carbohidratos y tiene casi el doble de proteína comparada a otros cereales como el arroz y el trigo, brinda también un

aporte sorprendente de minerales como hierro, potasio, magnesio y zinc junto con las vitaminas del complejo B. Toapanta P., (2005).

Los aminoácidos que posee la quinua entre los que más sobresalen están la lisina, metionina, triptófano, fenilalanina, tirosina y valina; superando los contenidos de los principales cereales: trigo, maíz, cebada y arroz.

Constituye la Quinua por lo tanto en uno de los principales alimentos de nuestra región, siendo este grano el único alimento vegetal que provee de todos los aminoácidos esenciales para la vida del ser humano y en valores cercanos a los establecidos por la FAO, lo cual hace que la proteína de la quinua sea de excelente calidad; sus características nutritivas hacen que se equipare a la leche. Toapanta P., (2005).

Esta se consume generalmente en su forma integral, manteniendo el aporte de todas sus vitaminas, minerales y fibra, y es de fácil digestión, ya que puede ser procesado por el sistema digestivo en un promedio de 15 a 20 minutos. Dentro de los beneficios que brinda el consumo de la quinua tenemos:

- No tiene colesterol.
- Es de fácil digestibilidad.

En la quinua se destaca el alto contenido de lisina, el aminoácido limitante en los cereales comunes. En la tabla 2 se ven algunos aminoácidos que contiene la quinua



TABLA 1: Contenido de aminoácidos esenciales de la quinua y otros granos.

<b>Contenido de Aminoácidos en la Quinua y otros granos</b>					
<b>Aminoácido</b>	<b>Trigo</b>	<b>cebada</b>	<b>avena</b>	<b>Maíz</b>	<b>quinua</b>
Isoleucina	32	32	24	32	68
Leucina	60	63	68	103	104
Lisina	15	24	35	27	79
Fenilamina	34	37	35	27	79
Tirosina	16	17	16	14	41
Cistina	26	28	45	31	68
Metionina	10	13	14	16	18
Treonina	27	32	36	39	40
Triptófano	6	11	10	5	16
Valina	37	46	50	49	76

FUENTE: A.Gorbitz y R. Luna, *Ministerio de Agricultura, Boletín n°54*

Los granos de quinua son especialmente ricos en proteínas, grasas y carbohidratos, además la quinua tiene apreciables contenidos de minerales, especialmente el calcio.

TABLA 2: Composición Química del grano de quinua

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Energía	376	Cal
Agua	10.1	G
Proteínas	11.5	G
Grasas	8.2	G
Carbohidratos	66.7	G
Fibra	5.1	G
Cenizas	3.5	G
Calcio	120	Mg
Fosforo	165	Mg
Hierro	-	Mg

FUENTE: Collazos y otros (Citado por Jiménez y Gómez, 2005)

#### **2.1.4. Proteínas**

Las proteínas de la quinua presentan una proporción de aminoácidos más balanceada que la de los cereales especialmente en lisina, histidina y metionina, lo que le proporciona una alta calidad biológica. Se define como "proteínas de alta calidad" aquellas que originadas en aminoácidos "balanceados", es decir en alimentos que contienen los aminoácidos básicos completos y especialmente ricos en lisina (que es fundamental para el desarrollo humano), por esta misma razón el maíz, trigo y la avena son considerados "cereales no balanceados". Las proteínas están formadas por albuminas y globulinas, principalmente. El bajo contenido en prolamina y glutelinas hace que la quinua no tenga gluten. La carencia de gluten limita a la harina de quinua en la panificación, pero es de gran utilidad en la

dieta de personas sensibles a la presencia de gluten que ocasiona afecciones y lesiones intestinales (**Chacchi, 2009**).

### **SAPONINAS**

Las saponinas presentes en el grano de quinua son básicamente del tipo Triterpenoide. Se encuentran en la membrana externa del grano, conocida como pericarpio. Por su toxicidad, protegen a la planta contra aves e insectos y son las causantes del sabor amargo del grano. Se han reportado la existencia de hasta diez diferentes tipos de saponinas presentes en granos de quinua (**Pantoja y Prieto, 2014**).

Los niveles de saponina aceptados para consumo humano varían entre 0.06 y 0.12%, y el límite máximo en granos cocidos es 0.1%.

Debido a que las saponinas forman espumas persistentes en soluciones acuosas, incluso a concentraciones tan bajas como 0,1 %, han encontrado una amplia aplicación en bebidas suaves, cerveza añeja, champú, jabones y extintores de incendios (Hernández, 1997).

#### **2.1.5. Formas de uso de quinua**

Tradicionalmente los granos de quinua se tuestan y con ellos se produce harina. Pueden ser cocidos, añadidos a las sopas, usados como cereales, pastas e inclusive se le fermenta para obtener cerveza o “chicha”. Cuando se cuece toma un sabor similar a la nuez. La harina de quinua es producida y se comercializa en Perú y Bolivia, sustituyendo muchas veces a la harina de trigo, enriqueciendo así sus derivados de pan, tortas y galletas. FAO, (2011).

De la quinua se puede obtener una serie de subproductos de uso alimenticio como carne vegetal de quinua, mortadela de quinua y plátano, leche gelificada de quinua entre otros, por otro lado la quinua es un producto bien versátil para la elaboración de harina siendo este un subproducto panificable. También se la emplea en la alimentación animal empleando los subproductos de la cosecha y los granos de segunda clase, pudiendo emplearse en la alimentación de rumiantes, aves, cerdos, monogástricos. (FAO, 2011).



FIGURA 2: Producción de Nacional de quinua 2002-2013 (por toneladas). Minagri, 2013.

### 2.1.6. Harina de quinua

La harina es el resultado del proceso donde la quinua desaponificada, es molida a presión y fricción, y luego sometida a un ventilado para obtener un elevado nivel de pulverización, a fin de obtener una materia de calidad panificable (Mujica et al., 2006).

La harina de quinua está compuesta por altos contenidos de proteínas que llegan a un 15% a 18% (en comparación al trigo llega al 1 -15% aproximado). Además, presenta proteínas del trigo globulinas, parecidas a las globulinas del amaranto, distintas a las del Trigo y de calidad biológica superior. En la industria alimentaria, la harina obtenida de quinua perlada puede utilizarse como materia prima en panificación y subproductos (pasteles, galletas, etc.), pastas (fideos y afines), bebidas (refrescos y chicha), etc. La mezcla (porcentaje) de harinas crudas: quinua kiwicha-frijol (61-19-20) y quinua-kañiwa-habas (75-15-10) es una alternativa muy promisoriosa para disminuir la desnutrición infantil (Repo-Carrasco, 1992).

TABLA 3: Composición Química de la Harina de Quinua en 100g de harina.

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Energía	341	cal
Agua	12.6	g
Proteínas	9.1	g
Grasas	2.6	g
Carbohidratos	71.1	g
Fibra	2.6	g
Cenizas	2.0	g
Calcio	180.6	mg
Fosforo	60.1	mg
Hierro	3.5	mg

FUENTE: Jiménez y Gómez (2005), citado por León & Urbina (2015).

**a. Obtención de la Harina de quinua**

Para elaborar harina de quinua es necesario seguir el siguiente proceso (Calla & Cortez, 2011).

- **Limpieza**, después de la cosecha, los granos son sometidos a una limpieza para eliminar piedras, vidrio, trozos de metales, pajillas, etc.
- **Acondicionamiento**, posteriormente la quinua se desamargado (se elimina la saponina); mediante el lavado en tanque con un secado posterior.
- **Secado**, La semilla húmeda se coloca en la bandeja con un espesor no superior a 2 cm para optimizar el secado, el cual se realiza en una estufa de aire forzado con circulación de aire a una temperatura de 50°C hasta alcanzar una humedad del  $15\% \pm 2$ .
- **Molienda**, para reducir el tamaño de los granos a partículas que correspondan a la de harina. Esta operación se realiza con un molino de martillo con zarandas o mallas para obtener harinas.
- **Envasado**, de las harinas en bolsas de polietileno de alta densidad hasta su utilización.

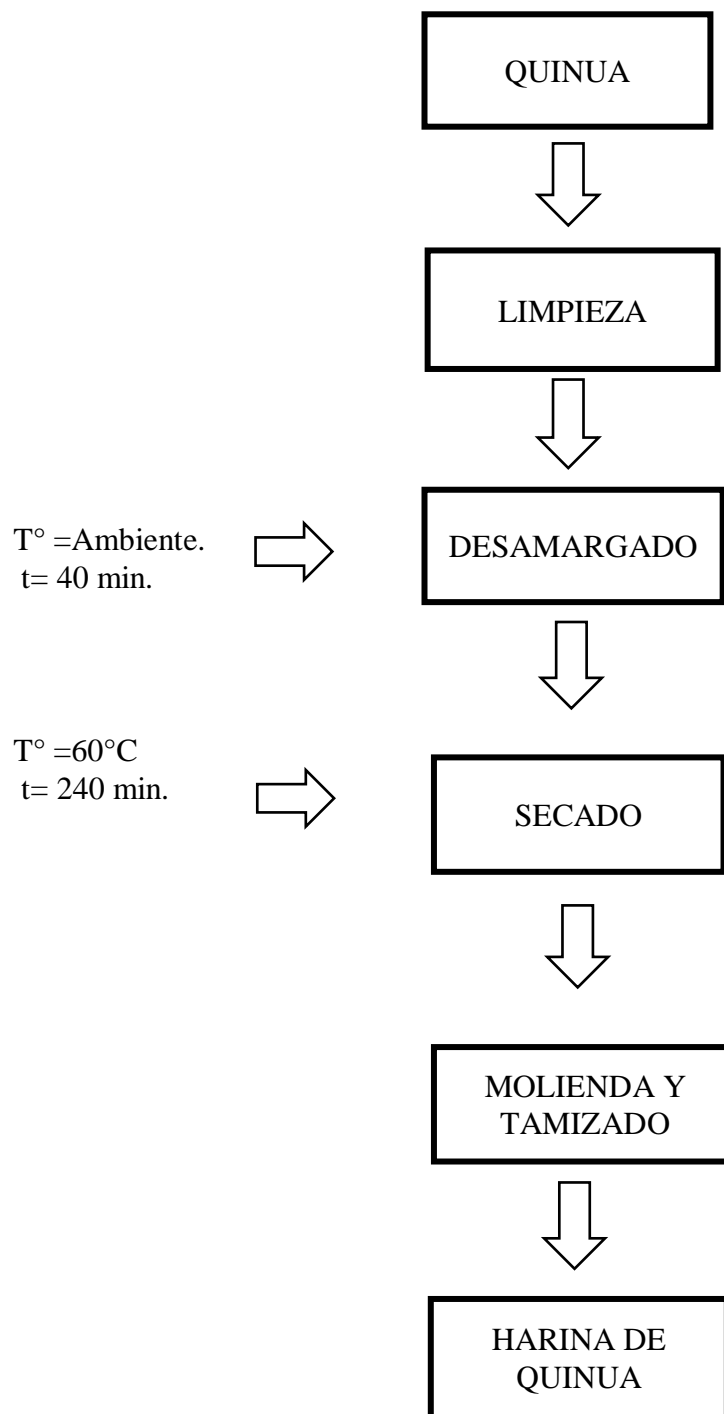


FIGURA 3: Flujo de operaciones para obtener harina de quinua

FUENTE: Calla & Cortez, (2011),.

## 2.2. CHIA (*Salvia hispánica L.*)

### 2.2.1. Generalidades de la Chía

La chía (*salvia hispánica L.*) es una planta herbácea de la familia de las laminaceas; es una de las especies vegetales con la mayor concentración de ácido graso alfa-linoleico omega -3 conocidos hasta 2006.

La planta crece de 1 a 1.50 metros de altura, tallos cuadrangulares, acanalados, vellosos; hojas opuestas, pecioladas, aserradas y flores reunidas en espigas auxiliares o terminales. Cada fruto lleva cuatro semillas muy pequeñas en forma oval, lisas, brillantes, de color grisáceo con manchas rojizas. En la mayor parte de las variedades las flores son azules, pero en la llamada chía blanca, las flores, así como las semillas son blancas. La semilla de chía se emplea para preparar bebidas refrescantes. Contiene fécula mucílago y aceite, éste en una proporción del 30 al 35 % (Ivana Capitani, 2013).



FIGURA 4: Planta y semilla de chía (*Salvia hispánica L.*)



### 2.2.2. Clasificación taxonómica de la Chía

División	:	<b>Magnoliophyta</b>
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Asteridae
Orden	:	Lamiales
Familia	:	Lamiaceae
Género	:	Salvia
Especie	:	hispánica L.

FUENTE: Hentry et al, 1990

### 2.2.3. Composición química de la Chía

TABLA 4: Análisis químico proximal de la semilla de Chía

<b>Análisis</b>	<b>Contenido (%)</b>
Humedad	7.87
Proteínas	19.63
E. Etéreo	30.30
Fibra cruda	25.21
Cenizas	4.26
E. L. N	12.73
Cal/100g	405.14
Calcio/100g	1.01
Hierro (g/100g)	0.052

FUENTE: Ricardo Ayerza, 2006

## **2.2.4. Variedades de la Chía**

### **2.4.3.1 Chía negra**

En los últimos años, las investigaciones sobre chía negra corroboraron su alto contenido en aceites cercano al 40 % y dentro de ellos, el porcentaje natural más alto de ácido alfa linolénico (60-63 %) y 20 % de ácido linoleico. El ácido alfa-linolénico es un ácido graso insaturado Omega-3, importante para la nutrición humana por sus efectos cardioprotectores. Una notable diferencia entre la chía y otras fuentes de Omega-3, es su bajo contenido en sodio, por lo tanto, para personas que sufren presión sanguínea alta y necesitan una dieta baja en sodio.

### **2.4.3.2 Chía blanca**

Las semillas de Chía blanca destacan por su riqueza en componentes nutricionales como los ácidos grasos poliinsaturados, proteínas, fibra y vitaminas del grupo B. Los aceites de la semilla constituyen el 32%-39% del total, donde el 60% de éstos es el ácido  $\alpha$ - linolénico (omega-3) y el 20% es ácido  $\alpha$ -linoleico (omega-6).

### **2.4.4. Contenido Nutricional de la Chía**

La semilla de la chía tiene un mayor contenido de proteínas, lípidos, fibra y energía que los cinco cereales de mayor importancia a nivel mundial como el arroz, cebada, avena, trigo, maíz. La chía posee un contenido de proteínas que oscila entre 19 y 23% el cual es mayor que el asociado a los cereales tradicionales tales como trigo, maíz, arroz, avena y cebada (Ayerza y Coates, 2005).

Los aminoácidos de las proteínas de la chía se muestran en la tabla N°5, las proteínas de chía presentan un adecuado perfil de aminoácidos esenciales entre ellos, puede destacarse el contenido de lisina, así como los tenores de metionina y cistina los cuales son mayores que los presentes en las proteínas de otras semillas oleaginosas (Ting y col., 1990). Se ha demostrado que la chía puede incorporarse a la dieta humana junto con otros granos a fin de producir un balance de proteínas más equilibrado (Ayerza y Coates, 2011).

TABLA 5: Contenido de aminoácidos correspondientes a hidrolizados de proteínas de semillas de chía.

<b>Aminoácido</b>	<b>g/16 g N</b>	<b>Aminoácido</b>	<b>g/16 g N</b>
Ácido aspártico	7,64	Isoleucina	3.21
Treonina	3,43	Leucina	5.89
Serina	4,86	Triptófano	-
Ácido glutámico	12,40	Tirosina	2.75
Glicina	4,22	Fenilalanina	4.73
Alanina	4,31	Lisina	4.44
Valina	5,10	Histidina	2.57
Cistina	1,47	Arginina	8.90
Metionina	0,36	Prolina	4.40

FUENTE: (Ayerza y Coates, 2005).

Las semillas de Chía son particularmente ricas en mucilago, un tipo de fibra soluble que forma un gel cuando se mezcla con agua y tiene propiedades reguladoras del tránsito intestinal. (Instituto Nacional de Alimentos, 2003, citado por León & Urbina, 2015)

#### 2.4.5. Harina de Chía

La harina de chía es el producto que se obtiene de la molienda del grano de chía, sano y exento de impurezas. La importancia de la adición de harina de chía es mejorar sus propiedades nutricionales (Ivana Capitani, 2013).

##### Elaboración de la harina de Chía

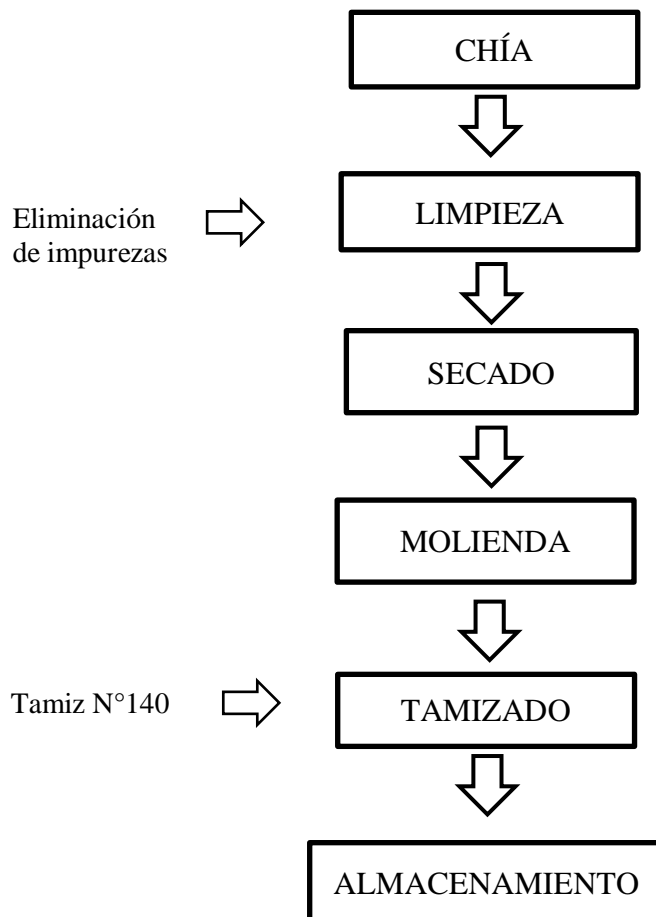


FIGURA 5: Flujo de operaciones para obtener harina de chía

FUENTE: (Ivana Capitani, 2013).

### 2.3. EL TRIGO (*Triticum* spp)



FIGURA 6: Trigo (*Triticum* spp)

Trigo (*Triticum* spp) es el término que designa al conjunto de cereales, tanto cultivados como silvestres, que pertenecen al género *Triticum*; son plantas anuales de la familia de las gramíneas, ampliamente cultivadas en todo el mundo. La palabra trigo designa tanto a la planta como a sus semillas comestibles, tal y como ocurre con los nombres de otros cereales.

El trigo (de color amarillo) es uno de los tres granos más ampliamente producidos globalmente, junto al maíz y el arroz, y el más ampliamente consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad. El grano del trigo es utilizado para hacer harina, harina integral, sémola, cerveza y una gran variedad de productos alimenticios. De la Vega, (2009).

El trigo es un producto vegetal y la planta gramínea más ampliamente cultivada del mundo, es un cereal que produce granos, mismos que son considerados como alimento que contienen nutrientes entre ellos: carbohidratos proteínas, grasas, minerales y vitaminas. De la Vega, (2009).

### 2.3.1. Origen y Taxonomía

El trigo es una planta herbácea de la familia gramínea y género triticum, el trigo tiene sus orígenes en la antigua Mesopotamia. Las más antiguas evidencias arqueológicas del cultivo de trigo vienen de Siria, Jordania, Turquía e Iraq.

Las primeras formas de trigo recolectadas por el hombre eran del tipo *Triticum monococcum* y *T. dicoccum*, caracterizadas fundamentalmente por tener espigas frágiles que se disgregan al madurar. *De la Vega, (2009)*. El trigo produjo más alimento al ser cultivado, este hecho provocó una auténtica revolución agrícola en el denominado creciente fértil.

La agricultura y la ganadería nacientes exigían un cuidado continuo, lo que generó una conciencia acerca del tiempo y las estaciones, obligando a estas pequeñas sociedades a guardar provisiones para las épocas menos generosas, teniendo en cuenta los beneficios que brinda el grano de trigo al facilitar su almacenamiento durante temporadas considerables. *(MINAG, 2008)*

La clasificación taxonómica del trigo, se la puede apreciar en la siguiente tabla.

TABLA 6: Clasificación taxonómica del trigo

<b>CLASIFICACIÓN BOTÁNICA</b>	
Reino	Vegetal
Subreino	Fanerógamas
División	Cheteriodophitas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Monocotiledónea
Orden	Cereales
Familia	Gramínea
Genero	Triticum
Especie	Vulgare
N. Científico	Triticum vulgare
N. Común	Trigo

**FUENTE:** Terranova, (1995)

### 2.3.2. Composición química

El grano maduro del trigo está formado por: hidratos de carbono, compuestos nitrogenados, ácidos grasos, sustancias minerales y agua junto con pequeñas cantidades de vitaminas, enzimas y otras sustancias como pigmentos. (De la Vega, 2009)

Dentro de las proteínas que contiene el trigo la más importante en la industria de panificación es el gluten que es un complejo de proteínas de color blanco grisáceo, duro y elástico, presente en el trigo; esta proteína da

a la masa de pan el tacto viscoso o pegajoso que retiene el gas cuando sube por acción de la levadura. De la Vega, (2009)

El gluten se forma cuando se combinan con agua las proteínas gluteína y gliadina, presentes en la harina. Al cocerse el pan, el gluten de la masa se expande debido al dióxido de carbono producido por acción de la levadura, dando a la masa una textura esponjosa y elástica. Los panes con gluten tienen mayor contenido en proteínas y menor contenido en almidón que otros panes. (Tapia, 2001)

TABLA 7: Contenido nutricional por 100 g de porción comestible de trigo

<b>NUTRIENTES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Humedad	14,2	Gr.
Proteínas	13,0	Gr.
Carbohidratos totales	69,6	Gr.
Extracto etéreo	1,7	Gr.
Fibra	2,9	Gr.
Ceniza	1,5	Gr.
Calcio	54,0	Gr.
Tiamina	0,56	Mg.
Riboflavina	0,05	Mg.
Niacina	4,96	Mg.
Caroteno	0,01	Mg.
Hierro	3,7	Mg.
Fósforo	340	Mg.
Energía	354	Cal.

FUENTE: De la Vega, (2009).



### **2.3.3. Producción Nacional de Trigo**

La producción nacional de trigo creció en los últimos seis años a una tasa promedio anual de 1.8%, según el reporte de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI), elaborado con cifras del Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri). En el 2008 se producían 206.9 miles de toneladas, mientras que el 2013 el volumen producido alcanzó las 230 mil toneladas. La Libertad, Cajamarca, Arequipa y Ancash son los departamentos con mayor nivel de producción, concentrando el 59% de la producción nacional.

Sin embargo, el cultivo del trigo en el Perú, usado también para la elaboración de galletas, pan, harina y otros productos farináceos, no logra cubrir la demanda interna, razón por la que cerca del 90% del cereal que se consume es importado, procedente principalmente de Canadá, Estados Unidos, Rusia, Argentina y Paraguay.

Por otro lado, el reporte del SNI afirmó que el Perú es el cuarto país de mayor consumo per cápita de trigo a nivel de América Latina, con un consumo promedio anual de 63 Kg. por persona.

Esta cifra es superada por Chile, Argentina y Uruguay, con consumos por encima de los 100 Kg, según la base de datos brindada por la Asociación Latinoamericana de Industriales Molineros (ALIM 2013).

## 2.3.4. Harina de Trigo

### 2.3.4.1. Definición

Por harina de trigo se entiende al producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L. o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura (Codex Alimentarius 153, 1985).

### 2.3.4.2. Composición química

Los compuestos químicos que componen la harina son los mismos que los del trigo, aunque con una modificación porcentual debido a la eliminación de parte de ellos en el proceso de molienda. (Calaveras, 1996).

### 2.3.4.3. Principales componentes de la harina de trigo

- **Carbohidratos:** se llama así a ciertos compuestos químicos formados por carbono, hidrogeno y oxígeno. Constituyen la parte mayor del endospermo del trigo. El principal componente de la harina que contribuye en el poder de absorción gracias a que es muy ávido de agua es el almidón. (Aguirre *et.al*, 1997).

Dada su higroscopicidad, existe una competencia directa entre las proteínas y el almidón al añadir el agua al amasado. La constitución del almidón viene dada por dos componentes que son la amilasa (parte interna) y la amilopectina (parte externa), unidos entre sí por enlaces de hidrogeno. (Aguirre *et.al*, 1997).

- **Proteínas:** son macromoléculas que contienen nitrógeno. Sus

complejos compuestos de naturaleza coloidal, al contacto con el agua son los responsables de la formación del gluten que es bien conocido por el sector de panificación. (Aguirre et. Al, 1997).

La cantidad de proteína determina las propiedades de la harina, y sus características generales y naturaleza coloidal determinan su calidad. (Aguirre et. Al, 1997).

- **Humedad:** la humedad de la harina oscila alrededor del 14%. La harina con mucha humedad se puede poner mohosa. Al utilizar la harina que perdió humedad se debe compensar echándole más agua en el mezclado. (Aguirre et. Al, 1997).
- **Cenizas:** es la cantidad de material mineral que tiene la harina. Depende de la clase de trigo y de la extracción. Las harinas patentes tienen menos cenizas que las claras.

TABLA 8: Composición Química de la Harina de Trigo

<b>Harina 100% extracción</b>	
<b>Componente</b>	
Proteínas	12-13,5 %
Lípidos	2,2 %
Almidón	67 %
Cenizas	1,5 %
Vitaminas (B y E)	0,12 %
Humedad	13-15 %
Fibra(Salvado)	11 %
Azucares	2-3 %

FUENTE: Calaveras, (1996)

#### 2.3.6.4. Tipos de harina

Las harinas pueden dividirse en dos grandes grupos:

- **Harinas Duras:** son aquellas que tienen un alto contenido de proteínas como el trigo rojo duro de invierno y rojo duro de primavera.
- **Harinas Suaves:** son aquellas que tienen bajo contenido de proteínas y se extraen de trigos de baja proteína como el trigo blando rojo de invierno. Se utiliza para bizcochos, queques y galletas. En algunos sistemas de molienda, es posible obtener del mismo trigo un tipo de harina con alto contenido de proteína y otro tipo de harina con baja proteína. A este sistema de molienda se denomina molienda o

separación por impacto (Aguirre et. Al, 1997).

Las harinas, según sus tipos, se clasifican en: cero (0), dos ceros (00), tres ceros (000) y cuatro ceros (0000). La harina 000 corresponde a la harina de trigo, que se utiliza siempre en la elaboración de panes, debido a que su alto contenido de proteína posibilita la formación de gluten. Solo se utiliza en panes de molde y pastelería. (Aguirre et. Al, 1997).

#### **2.3.6.5. Harina para productos de pastelería**

En general, salvo excepciones, las harinas galleteras suelen ser flojas, con poco gluten y muy extensibles. El contenido en proteínas que tienen usualmente es del 8 a 9%, cuando el tipo de galleta a elaborar es quebradiza y semidulce, mientras que para aquellas otras galletas esponjosas y bizcochos o aquellas otras que en su formulación contienen algo de levadura prensada, el porcentaje de proteínas es de entre 9 y 10%. La fabricación de galletas consiste en amasar harina, agua, grasa, azúcar y otros ingredientes. Dejando reposar bastante tiempo la masa para facilitar el laminado: por medio de rodillos se hace gradualmente una lámina fina que se troquea en base a la forma que se desea. Si la harina resulta demasiado fuerte de elasticidad del gluten provocará una contracción de la masa en la laminadora y en el horno, dando por resultado la obtención de piezas muy compactas y a la vez reducidas. También si la harina es muy tenaz repercutirá en el encogimiento y en la reducción del diámetro y en el aumento del espesor.

## **2.4. MEZCLAS ALIMENTICIAS**

La proteína de una fórmula alimenticia, puede ser obtenida de una sola fuente o ser una mezcla de varias; también puede ser suplementada con L-aminoácidos o hidrolizados. Por otro lado, los procesos de elaboración deben ser invariables de tal forma que la calidad de la proteína sea uniforme. (Cabieses, C., 1996).

Las mezclas alimenticias son combinaciones de diferentes alimentos: cereales, cultivos andinos, leguminosas, leche, etc., que se efectúan a fin de obtener un producto final comestible de alta calidad nutricional, con un balance adecuado de AA esenciales en una dieta. Las mezclas que se destinan principalmente a la población infantil en riesgo de desnutrición a fin de cubrir mejor sus necesidades nutricionales. (Paucar y Ramos, 2015).

### **2.4.1. Enriquecimiento y Fortificación**

#### **2.4.1.1 Enriquecimiento de Harina**

El enriquecimiento consiste en aumentar de forma deliberada el contenido de micronutrientes esenciales, es decir, de vitaminas y minerales (incluidos los oligoelementos) en un alimento, a fin de mejorar la calidad nutricional de éste y de que resulte provechoso para la salud pública con un riesgo mínimo para la salud.

En el mundo se procesan anualmente más de 600 millones de toneladas de harinas de trigo y de maíz, que se consumen en forma de pan, fideos, tortillas y otros productos elaborados con harina, por lo que el trigo y el maíz son vehículos adecuados para el enriquecimiento. El enriquecimiento de la harina de trigo y de maíz procesada industrialmente, cuando se realiza adecuadamente, constituye una estrategia eficaz, simple y barata

para aportar vitaminas y minerales a la dieta de grandes segmentos de la población mundial. (OMS, 2006).

#### **2.4.1.2 Fortificación de Harina**

Los alimentos fortificados son productos que tienen suplementos en su contenido natural de nutrientes esenciales. Este alimento es aquel al que se le ha añadido algún componente beneficioso para la salud. **(Cruzado y Cedrón, 2012).**

Muchas empresas están utilizando en la actualidad la fortificación como una estrategia para diferenciar la elaboración de alimentos que pueden ser percibidos como productos de mayor valor.

#### **2.4.2. Computo químico**

Los métodos más comunes para determinar la calidad de las proteínas alimenticias se dividen en químicos y biológicos. Dentro de los métodos químicos se encuentra el método de cómputo químico, conocido como puntaje químico, número químico o score químico propuesto por Mitchell y Block (1946), este método se basa en calcular el porcentaje de presencia de los aminoácidos esenciales, con respecto al patrón de referencia de aminoácidos esenciales para niños mayores de un año y adultos g/100 g (FAO/OMS, 1985). El porcentaje del aminoácido esencial, que está en menor proporción indica el aminoácido limitante al cual se le denomina score químico (SQ), cuando no hay déficit de ningún aminoácido esencial el SQ es 100 % y equivale al de una proteína ideal o de referencia: por el contrario, si una proteína es carente en un aminoácido esencial su SQ es cero.

Los patrones de referencia, reciben este nombre debido a que son proteínas que permiten una óptima síntesis proteica por lo que son utilizados como modelos, referencias o mezclas aminoacídicas deseables.

$$\text{Computo químico} = \frac{\text{g.AAE. alimento o mezcla}}{\text{g.AAE.proteína patron}}$$

El cómputo aminoácido califica las proteínas, estableciendo una comparación porcentual entre la composición aminoacídica de una proteína patrón que garantiza una óptima síntesis proteica y la composición aminoacídica de la proteína o mezcla proteica a evaluar. Las proteínas son compuestos que participan en una serie de reacciones orgánicas en forma permanente a fin de permitir mantener la vida. En forma continua se producen procesos de construcción y destrucción de componentes nitrogenados. El último objetivo de la ingestión de proteínas es la provisión de aminoácidos, componentes responsables de la síntesis proteica de todo ser vivo. El organismo para cubrir la demanda de aminoácidos hace uso del pool de aminoácidos provenientes de las vías exógenas y endógenas. No todas las proteínas presentan la misma capacidad de adoptar aminoácidos útiles para favorecer la síntesis proteica (Vásquez, *et. al.*, 2005).



## **2.5. CONTROL DE CALIDAD DE LAS HARINAS**

### **2.5.1. Contenido de humedad**

El contenido de humedad de la harina es una característica muy importante en relación a un almacenamiento seguro. Según la norma del Instituto de Investigación Tecnológica e Industrial (INTITEC, 1981), la harina no debe tener más de 15 % de humedad. (Repo-Carrasco, 1998).

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

Tanto la calidad como la cantidad de la proteína son importantes cuando queremos determinar el uso apropiado para una harina. La cantidad de proteína cruda de harina está relacionada con el nitrógeno total, mientras la evaluación de su calidad se relaciona, especialmente, con las características físico-químicas de los componentes del gluten. La cantidad de la proteína se estima mediante el método de Kjeldahl que, en realidad, determina el contenido de nitrógeno y mediante la multiplicación con un factor se halla el contenido de proteína. (Repo-Carrasco, 1998).

### **2.5.3. Prueba de Ceniza**

La prueba de cenizas se utiliza para medir el grado de extracción de la harina porque el endospermo puro contiene muy pocas cenizas, mientras el salvado, capa aleurona y germen contienen mucho más. Esta prueba se ha utilizado durante mucho tiempo como una medida importante de la calidad de la harina.

En este método se incinera la harina en una mufla a una temperatura de 600 – 400 °C durante 6 horas. Al finalizar este tiempo se pesa y se calcula como porcentaje de materia original. (Repo-Carrasco, 1998).

Según INTINTEC (1981) la harina se clasifica según su contenido de cenizas de la siguiente manera:

TABLA 9: Variación en el contenido de cenizas según el tipo de harina de trigo (*Triticum* spp.).

<b>Harina</b>	<b>Contenido de Cenizas 100 %</b>
Especial	0,64 máximo
Extra	0,65 – 1,0
Corriente	1,01 – 1,20
Semi-integral	1,21 – 1,40
Integral	1,41 mínimo

FUENTE: Repo- Carrasco, (1998).

## 2.6. GENERALIDADES DE LA GALLETA

### 2.6.1. Definición de la Galleta

Las galletas son productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidas por el cocimiento de masa preparada con harina, con o sin leudantes, leches, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes, conservadores y otros ingredientes permitidos debidamente autorizados (INDECOPI, 1992).

Galleta es el producto elaborado fundamentalmente, por una mezcla de harina, grasas y aceites comestibles o sus mezclas y agua, adicionada o no de azúcares, de otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos, sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada caracterizado por su bajo contenido de agua. (Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994).

### 2.6.2. Clasificación

Según INDECOPI (1992), las galletas se clasifican:

- **Por su Sabor:** saladas, dulces y sabores especiales.
- **Por su Presentación:**
  - Simples:** Cuando el producto se presenta sin ningún agregado posterior luego de cocidas.

**Rellenas:** Cuando entre dos galletas se coloca un relleno apropiado.

**Revestidas:** Cuando exteriormente presentan un revestimiento de baño apropiado pudiendo ser simples o rellenas.

- **Por su forma de Comercialización:**

**Galletas Envasadas:** Son las que se comercializan en paquetes sellados de pequeñas cantidades.

**Galletas a Granel:** Son las que se comercializan generalmente en cajas de cartón, hoja lata o tecnoport.

### 2.6.3. Requisitos

INDECOPI (1992) además, especifica los siguientes requisitos a considerarse en la fabricación de galletas:

- Deberán fabricarse a partir de materias sanas y limpias, exentas de impurezas de toda especie y en perfecto estado de conservación.
- Será permitido el uso de colorantes naturales y artificiales conforme a la norma técnica 22:01-003 Aditivos alimentarios.
- Requisitos fisicoquímicos: Deberá presentar los siguientes valores, los que se indican como cantidades máximas permisibles.

TABLA 10:

<b>Característica</b>	<b>Contenido</b>
Humedad	Máx. 12 %
Cenizas totales (libres de Cloruro)	3%
Índice de Peróxido	máx. 5mg/Kg
Acidez (expresada en ác. láctico)	Máx. 0,10 %

Características fisicoquímicas de la galleta

FUENTE: Indecopi, 1992

Será autorizado el uso de los siguientes aditivos en las dosis máximas permitidas de acuerdo a las prácticas correctas de fabricación:

- Emulsionantes y estabilizantes, tales como lecitina, mono y di glicéridos.
- Antioxidantes.
- Espesantes, tales como albumina, clara de huevo, etc.
- Conservadores, tales como ác. Propiónico y sus sales de calcio y sodio, ác. Sorbico y sus sales alcalinas, etc.
- Mejoradores, como ác. Tartárico, ác. Cítrico, bicarbonato de sodio, carbonato de amonio, etc.

**Requisitos Microbiológicos:**

Deberán estar exentos de microorganismos patógenos.

## 2.6.4. Ingredientes y su definición en la Elaboración de Galletas

### a. Harina

Las harinas blandas son indispensables para la elaboración de galletas, estas harinas se obtienen normalmente a partir de los trigos blandos de invierno. Su contenido proteico es normalmente inferior al 10%. La masa que se obtiene es menos elástica y menos resistente al estiramiento que la masa obtenida con harina fuerte (más del 10% de proteínas). Las proteínas del gluten pueden separarse en función de su solubilidad. Las más solubles son las gliadinas, que constituyen aproximadamente la tercera parte del gluten y contribuye a la cohesión y elasticidad de la masa, masa más blanda y más fluida. Las dos terceras partes restantes son las gluteninas, contribuyen a la extensibilidad, masa más fuerte y firme. (Duncan *et. al.*, 1989).

Al añadir agua a la harina se forma una masa a medida que se van hidratando las proteínas del gluten. Parte del agua es retenida por los gránulos rotos de almidón. Cuando se mezcla y se amasa la harina hidratada, las proteínas del gluten se orientan, se alinean y se despliegan parcialmente. Esto potencia las interacciones hidrofóbicas y la formación de enlaces cruzados disulfuros a través de reacciones de intercambio de disulfuro. Se establece así una red proteica tridimensional, viscoelástica, al transformarse las partículas de gluten iniciales en membranas delgadas que retienen los gránulos de almidón y el resto de los componentes de la harina. Las uniones entre las cadenas de glutenina se establecen a través

de diferentes tipos de enlace, puentes disulfuro, enlaces entre los hidrógenos de los abundantes grupos amida de la glutamina, probablemente el más importante, pero también desempeñan un papel importante los enlaces iónicos y las interacciones hidrófobas. Si las galletas se hacen con una harina muy dura, resultan duras, más que crujientes y tienden a encogerse de forma irregular tras el moldeo. Estos problemas hacen necesario un estrecho control de las propiedades de la harina en la industria galletera. Una buena masa es aquella que puede incorporar una gran cantidad de gas, y retenerlo, conforme la proteína se acomoda durante la cocción de la galleta. Para la obtención de la masa también se necesita un trabajo mecánico (amasado). Durante el desarrollo de la masa las gigantes moléculas de glutenina son estiradas en cadenas lineales, que interaccionan para formar láminas elásticas alrededor de las burbujas de aire. Las tensiones mecánicas son suficientes para romper temporalmente los enlaces de hidrógeno, que son de gran importancia para el mantenimiento de la unión de las distintas proteínas del gluten. Bajo las tensiones mecánicas, las reacciones de intercambio entre grupos sulfhidrilo vecinos permiten que las subunidades de glutenina adopten posiciones más extendidas. Estas reacciones de intercambio requieren la presencia de compuestos de bajo peso molecular con grupos sulfhidrilo, como el glutatión, presente en la harina en suficiente cantidad (10-50 mg por kg de harina) en tres formas:

La forma libre (GSH), el dímero oxidado (GSSG) y el unido a la molécula de proteína. (Coultate, 2007).

## **b. Azúcar**

Los azúcares en su estado cristalino contribuyen decisivamente sobre el aspecto y la textura de las galletas. Además, los jarabes de los azúcares reductores también van a controlar la textura de las galletas. La fijación de agua por los azúcares y polisacáridos tiene una contribución decisiva sobre las propiedades de las galletas. La adición de azúcar a la receta reduce la viscosidad de la masa y el tiempo de relajación. Promueve la longitud de las galletas y reduce su grosor y peso. Las galletas ricas en azúcar se caracterizan por una estructura altamente cohesiva y una textura crujiente. (Zoulikha *et.al.*, 1989).

El jarabe de glucosa (procedente del almidón) presenta una alta resistencia a la cristalización, aprovechándose para retener la humedad en las galletas. (Coultrate, 1984.)

Reacción de Maillard que produce coloraciones morenas en la superficie. (Duncan *et.al* 1989).

La reacción de Maillard se produce en presencia de aminoácidos, péptidos y proteínas, cuando se calientan en una disolución de azúcar reductor en atmósfera seca, con una actividad de agua de entre 0,6 y 0,9. En la primera fase de la reacción se unen los azúcares y los aminoácidos produciendo la reestructuración de productos Amadori. En la segunda fase se da la formación inicial de colores amarillentos, también se producen olores algo desagradables. Los azucares se deshidratan a reductonas o dehidrorreductonas y tras esto se obtiene la fragmentación, que genera la formación de pigmentos oscuros en la tercera etapa, denominados



melanoidinas; este mecanismo no es completamente conocido e implica la polimerización de muchos pigmentos formados en la segunda fase. Finalmente tiene lugar la degradación de Strecker, en esta fase se forman los denominados aldehídos de strecker que son compuestos con bajo peso molecular que son detectados fácilmente por el olfato. La intensidad de la reacción de Maillard es mayor a pH alcalino y los inhibidores de esta reacción son los sulfitos, los metabisulfitos, los bisulfitos y el anhídrido sulfuroso, estos inhibidores actúan en la etapa de inducción retardando la aparición de productos coloreados, pero no evitan la pérdida del valor biológico de los aminoácidos (Coultate *et. al.*, 2007).

### **c. La Manteca vegetal**

Las grasas ocupan el tercer puesto en importancia dentro de los componentes de la industria galletera después de la harina y el azúcar. Las grasas desempeñan una misión antiglutinante en las masas, contribuyen a su plasticidad y su adición suaviza la masa y actúa como lubricante. Además, las grasas juegan un papel importante en la textura de las galletas, ya que las galletas resultan menos duras de lo que serían sin ellas. La grasa contribuye, igualmente, a un aumento de la longitud y una reducción en grosor y peso de las galletas, que se caracterizan por una estructura fragmentable, fácil de romper. (Coultate, *et.al.*, 1984).

Durante el amasado hay una competencia por la superficie de la harina, entre la fase acuosa y la grasa. El agua o disolución azucarada, interacciona con la proteína de la harina para crear el gluten que forma una

red cohesiva y extensible. La grasa rodea los gránulos de proteína y almidón, rompiendo así la continuidad de la estructura de proteína y almidón. Cuando algo de grasa cubre la harina, esta estructura se interrumpe y en cuanto a las propiedades comestibles, después del procesamiento, resulta menos áspera, más fragmentable y con más tendencia a deshacerse en la boca. La complicación es que las grasas son inmiscibles en el agua, por lo que es un problema para la incorporación de la grasa en la masa, puesto que es necesario que la grasa se distribuya homogéneamente por toda la masa. Esto hace críticos la cantidad de sólidos y el tamaño de los cristales (la plasticidad de la grasa) y se precisa prestar atención a la temperatura y condiciones de los tratamientos si se quiere conseguir el efecto deseado.

En las masas para galletas se necesita una distribución homogénea de la grasa, el problema radica en la competencia por la superficie de la harina entre las fases acuosa y grasa. Cuando se presenta en grandes cantidades, su efecto lubricante es tan pronunciado que se necesita muy poca agua para lograr una consistencia suave. Si se mezcla con la harina antes de su hidratación, la grasa evita la formación de una red de gluten y produce una masa menos elástica, lo que es deseable en la producción de galletas porque encoge menos tras el laminado, pero la textura es distinta. La grasa afecta al proceso con máquina de la masa (tecnología rotativa), la extensión de la misma tras el cortado, y las calidades texturales y gustatorias de la galleta tras el horneado (Coultate, 1984).

En todas las masas, la competencia por la superficie de la harina se ve afectada por la utilización de un emulsionante apropiado, necesario para la distribución homogénea de la grasa en la masa, consiguiendo así una homogénea interrupción de la red de gluten.

#### **d. Los huevos**

**Gianola G. (1980)**, anota que “Constituye un alimento completo y sano, de primerísima necesidad”. (p 20). Huevos son utilizados en la elaboración de dulces y galletas de varias maneras, bien como huevos enteros o como yemas solas, siendo su empleo de igual manera en los batidos.

#### **Definición y Características Generales**

El huevo es un alimento conformado por tres partes principales: cáscara, clara, y yema.

**La cáscara:** Constituye entre el 9 y el 12 % del peso total del huevo.

**La clara:** está formada por aminoácidos, son los 8 esenciales imprescindibles) para el organismo humano. También contiene vitaminas y minerales (ejemplo: Niacina, Riboflavina, Magnesio y Potasio, entre otros), y a la vez, una serie de enzimas que actúan como barreras contra microorganismos. La yema es la porción amarilla del huevo; está formada por lípidos y proteínas.

#### **e. Vainilla**

La vainilla es una esencia saborizante elaborada usando las vainas semillas de la orquídea *Vanilla*. Es nativa de México, aunque en la actualidad está ampliamente extendida por los trópicos. Madagascar es uno de los

mayores productores. Aunque se encuentran muchos compuestos en el extracto de vainilla, el responsable predominante de su característico olor y sabor es la vainillina.

#### **f. Agua**

El agua, aproximadamente, constituye una tercera parte de la cantidad de harina que se emplea en la elaboración de galletas. Se considera aditivo porque no es una sustancia nutritiva, aunque el agua es un ingrediente esencial en la formación de masa para la solubilización de otros ingredientes, en la hidratación de proteínas y carbohidratos y para la creación de la red de gluten. (Duncan et.al, 1989).

El agua tiene un papel complejo, dado que determina el estado de conformación de los biopolímeros, afecta a la naturaleza de las interacciones entre los distintos constituyentes de la receta y contribuye a la estructuración de la misma. También es un factor esencial en el comportamiento reológico de las masas de harina. Toda el agua añadida a la masa se elimina durante el horneado, pero la calidad del agua (calidad microbiológica, concentración y naturaleza de las sustancias disueltas, el pH) puede tener consecuencias en la masa. No es posible hacer un cálculo exacto de la cantidad de agua a emplear, se busca una consistencia apreciable al tacto. Si se añade poco agua, la masa se desarrolla mal en el horno, la masa resulta pegajosa y se afloja. Si se añade un exceso de agua, la fuerza de la masa disminuye, haciéndola más extensible, si el exceso es moderado; o todo lo contrario si el exceso es demasiado grande. De esta forma se hace muy difícil trabajar las masas. El agua moja la red de

proteínas, modificando sus uniones y facilitando que los estratos proteicos se deshagan. Por tanto la cantidad de agua a añadir dependerá del tipo de galleta que deseemos realizar, de la harina y su absorción, y del tipo de maquinaria que dispongamos.

#### **g. Bicarbonatos**

Los bicarbonatos son agentes gasificantes que presentan un elemento alcalino. También se les denomina levaduras químicas. Su función principal es la de generar gas para aumentar el volumen final de la pieza antes de terminar la cocción con la desnaturalización de las proteínas.

***Bicarbonato sódico:*** En presencia de humedad, el bicarbonato sódico reacciona con cualquier sustancia ácida, produciendo anhídrido carbónico. En ausencia de sustancias ácidas el bicarbonato sódico libera algo de dióxido de carbono y permanecerá como carbonato sódico. También se utiliza para ajustar el pH de la masa y de las piezas resultantes. (Duncan *et.al.*, 1989).

***Bicarbonato amónico:*** Extraordinariamente útil en galletería, puesto que se descompone completamente por el calor desprendiendo anhídrido carbónico, amoníaco gaseoso y agua. Se disuelve muy rápidamente, pero es muy alcalina, produciendo masas muy blandas. (Duncan *et.al.*, 1989).

Este agente esponjante útil en galletería, se descompone completamente por el calor en amoníaco gaseoso, dióxido de carbono y agua (por lo que no se alcaliniza el medio) es decir en condiciones adecuadas de humedad y temperatura. Si se disuelve muy rápidamente, es muy alcalina,

produciendo masas muy blandas que requieren menos agua para una consistencia adecuada. (Manley, D. 1983)

Descripción del producto: Soluble en agua, glicerina, insoluble en alcohol etílico, acetona. Se descompone en agua caliente (36°C– 60°C), tiene aspecto de cristales blancos y olor característico.

**Función:** Regulador de acidez, leudante químico.

**Usos:** Usado en la elaboración de bizcochuelos, piononos, polvos para hornear y en todo producto de panificación que no lleve levaduras en su composición. (Manley, D. 1983).

#### **h.** Leche

La leche es el ingrediente que da un sabor agradable a la galleta, mejora el color de la textura, la absorción de agua y las propiedades de expansión de los productos horneados (Matz, 1972).

Se prefiere usarla en polvo, a causa de su gran estabilidad, pero sin embargo puede usarse la leche entera, si es que se desea mantener el sabor de la grasa de la leche, la cual ejerce un efecto de acortamiento en la masa que se ve reflejada como un debilitamiento o ruptura de cualquier estructura de gluten que pueda estar presente (Smith, 1972 citado por Meneses, 1994).

La grasa de la leche ejerce un efecto físico de las galletas, debilitando su estructura, ya que interfiere en la cohesividad de los coloides hidrofílicos como el gluten y el almidón. La caseína de la leche interfiere en la formación de la estructura porosa, considerándose como endurecedora y también interviene en la reacción de Maillard (Matz, 1972).

## **i. Glicerol**

El glicerol, también conocido como glicerina, es un poliol (1,2,3-propanetriol) de aspecto líquido, claro, incoloro, higroscópico y viscoso, que tiene un ligero olor característico no muy fuerte ni desagradable (Reglamento (UE) n°231/2012). Se encuentra presente de forma natural en la estructura de los triglicéridos, que son ésteres de ácidos grasos de este alcohol, aunque se comporta como un carbohidrato cuando se metaboliza en el organismo y está libre de colesterol (The Dow Chemical Do., 1999). Los tres grupos hidroxilo del glicerol son responsables de su solubilidad en agua. En EE.UU., la Food and Drug Administration (FDA) lo ha clasificado como compuesto GRAS (generalmente reconocido como seguro, por sus siglas en inglés) (The Dow Chemical Do., 2008), mientras que en la Unión Europea, está autorizado como aditivo alimentario en la categoría de agentes de textura con el número E-422 (Reglamento (UE) n° 1130/2011).

En el sector agroalimentario, la importancia del glicerol radica en su propiedad humectante, endulzante (tiene un poder edulcorante equivalente al 75% del de la sacarosa), disolvente de aromatizantes y colorantes, agente reductor de la actividad de agua, emulsionante, agente suavizante y medio de transferencia de calor para productos congelados (The Dow Chemical Do., 1999). Tiene una densidad calórica similar a la sacarosa, pero un índice glucémico menor y una ruta metabólica en el organismo distinta, por lo que se puede llegar a aceptar el glicerol como endulzante en

dietas bajas en hidratos de carbono.

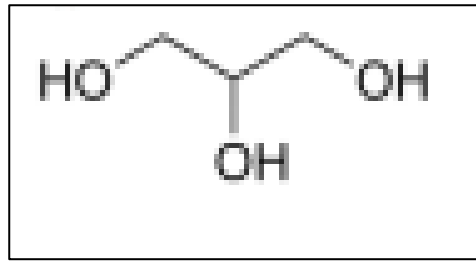


FIGURA 7: Estructura química del Glicerol

## 2.6.5. Etapas en la elaboración de galletas

### a. Mezclado de ingredientes

La mezcla permite la unión de los ingredientes, a la vez que se logra la incorporación de aire al conjunto, obteniéndose de tal forma una masa homogénea. Existen tres métodos básicos empleados en la elaboración de galletas: cremado, “Mezcla en uno” y amasado (Meneses, 1994 citado por Jiménez R, 2000).

Esta operación consiste en formar una emulsión grasa (manteca vegetal) y edulcorante, durante 10 min. Luego se agrega las yemas de huevo y esencia simultáneamente homogenizando hasta que forme el cremado.

### b. Homogenizado

En esta operación se procede a mezclar la harina de trigo, harina de quinua, harina de chia y el polvo de hornear en forma manual.

### d. Mezclado

Se procede a mezclar el cremado y el homogenizado hasta obtener una masa homogénea.



#### **e. Laminado**

De forma manual con ayuda de un rodillo se procede a extender la masa hasta obtener una lámina de grosor de 5mm.

#### **f. Moldeado**

La masa lámina es cortada con moldes cuadrados de 4 cm de lado. Las piezas de masa obtenidas fueron colocadas en bandejas, previamente engrasadas y harinadas.

#### **g. Reposo**

Se deja en reposo durante 5 min para dejar actuar el polvo de hornear.

#### **h. Horneado**

Este proceso consistió en colocar las bandejas con las porciones moldeadas de masa al horno previamente calentado a la temperatura de 140 °C y hornear por un lapso de 10 min.

Es el proceso de cocción de la galleta durante el cual se consigue la transferencia de calor del horno a las piezas de la masa, de tal forma de lograr su cocción. En este proceso se elimina casi toda el agua llegando a tener 2.5% a 3%, puede durar hasta 15 minutos dependiendo del tipo de galleta.

Modificaciones en la pieza de masa durante la cocción se producen tres variaciones importantes:

- Una gran disminución de la densidad del producto unida al desarrollo de una textura abierta y porosa.
- Reducción del nivel de humedad del 1 al 4%.
- Cambio de color en la superficie

Los fenómenos internos que probablemente ocurren en el producto son:  
Calentamiento del almidón y de las proteínas hasta los niveles en los que tiene lugar el hinchamiento, gelificación y desnaturalización.

-Liberación de gases de los compuestos químicos esponjante.

-Expansión de las burbujas de esos gases, como resultado del aumento de temperatura que también hace aumentar la presión del vapor de agua adentro de ellas ruptura y coalescencia de alguna de estas burbujas.

-Pérdida de vapor de agua de la superficie del producto, seguida por emigración de la humedad hacia la superficie y escape a la atmósfera del horno.

-Elevación de la temperatura con aumento de la concentración del azúcar en disolución.

-Reducción de la viscosidad de la disolución de azúcar y de la grasa, por el aumento de la temperatura. (Manley, D.1983).

#### **i. Enfriado**

Una vez horneadas las galletas se saca del horno y se las enfría a una temperatura ambiente 25 °C durante 10 min.

#### **j. Empacado**

Se procede a empacar las galletas en empaques de foil de aluminio con un contenido de 6 unidades (48 gramos) por empaque.

#### **k. Almacenado**

El producto empacado se coloca en cajas de cartón a temperatura ambiente entre 23°C.

## 2.6.6. Materiales para embalaje

### a. Polietileno

El polietileno es un polímero de cadena repetitiva de etileno  $(CH_2)_n$ . Es una molécula compuesta únicamente de átomos de carbono e hidrógeno que se caracteriza por tener propiedades químicas y mecánicas sobresalientes, destacándose su lubricidad, resistencia al impacto y abrasión, y por ser químicamente inerte. (Kurtz, 2004).

El polietileno contiene una amplia selección de propiedades que proporcionan dureza, facilidad de procesamiento, relaciones de contracción, resistencia a la abrasión química y al impacto, bajos coeficientes de fricción, durabilidad frente a los elementos y una absorción de la humedad casi nula. Estas propiedades hacen que el polietileno sea un material ideal para muchas aplicaciones.

El polietileno (PE) facilita su utilización en una gran variedad de sectores. El polietileno (PE) es muy resistente a las bajas temperaturas y a la tensión, compresión y tracción.

### b. Polipropileno

Se obtiene con un proceso similar al HDPE, con una polimerización del etileno gaseoso a baja presión, se dan de tres tipos: Polipropileno no orientado, orientado y tacado. El polipropileno no orientado es el material adecuado para las bolsas del pan de molde. Se obtiene por extrusión plana, tiene bajo peso específico. (Matckovich, 2009; citado por León & Urbina, 2015).

### **c. Foil de Aluminio**

El Foil de aluminio es producido a partir de lingotes laminados de alta calidad. Se trata de un material de alta visibilidad (que llama la atención) y atractivo. El mismo prolonga la “vida en estante” de los productos debido a que es totalmente impermeable, evitando la oxidación, así como la acción de otros factores similares que contribuyen al deterioro del producto. Debido a que es un metal impermeable, el foil de aluminio no tiene verdaderamente un índice de transmisión de vapor de agua (ITVA).

En caso que exista esta transmisión se debe a roturas microscópicas inevitables o a pinchaduras accidentales de foil, El Foil de aluminio es completamente impermeable a las grasas y a los aceites ya que resulta útil para los envases que requieren esa propiedad. No imparte sabor u olor alguno aún a los productos más delicados, tales como la manteca, la margarina, el queso, los alimentos deshidratados, chocolate, etc. Es Resistente a la luz visible y a la luz ultravioleta.

### **d. Polietileno tereftalato**

El PET es un plástico de alta calidad, concretamente un termoplástico. Es un polímero de condensación producido mediante un proceso de polimerización en fase fundida continua. Es un material transparente y muy impermeable al aire, lo que hace que sea muy usado para envases de bebidas gaseosas, a g u a s minerales, vinagres, aceites comestibles, cosméticos. Se identifica con el número uno, o las siglas PET o PETE,

rodeado por tres flechas en el fondo de los envases fabricados con este material (sistema de identificación SPI).

No permite el intercambio de gases interior/exterior en los envases, es químicamente estable. Por su excepcional resistencia química, no es posible aplicar sobre él, adhesivos con disolventes, actúa como barrera de gases, excelente resistencia al fuego, no transmite la llama, excelente transparencia y brillo, excelente moldeabilidad.

No presenta riesgos de impactos severos, no se le considera tóxico, aunque en la síntesis del PET, se utilizan sustancias que producen irritación de ojos y vías respiratorias, también su fabricación se asocia a un pequeño aumento de incidencia de cáncer.

## **2.7. EVALUACIÓN SENSORIAL**

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Es una técnica de medición y análisis **tan** importante **como los** métodos químicos, físicos, microbiológicos, reológicos, etc. (Anzaldúa, 1994).

La evaluación sensorial, se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos (vista, gusto, olfato, oído y tacto) hacia ciertas características de un alimento o material. (American Society for Testing and Materials, 1980 citado por Jimenez R., 2000).

### **2.7.1. Conducción del panel**

Para conducir o llevar a cabo las evaluaciones en los paneles sensoriales

se deben tener en cuenta ciertas condiciones deseables; Una sala libre de olores extraños (perfumes, cigarrillos y otros) y ruidos, contarse con un área de preparación de las muestras (Mackey *et.al.*, 1984).

Instruir en forma específica a los panelistas como registrar la información y que se está buscando, permitiendo así mayor variedad de respuesta.

Todos los preparativos del panel deben hacerse un día antes de la reunión y si fuera necesario llamarlo de nuevo el día de la prueba. Es recomendable proveer al catador de agua para que después de hacer su degustación, pueda suprimir el sabor entre una muestra y otra. (Machey *et.al.*, 1984).

A fin de eliminar la distracción y prevenir la comunicación entre panelistas se usan cabinas individuales eliminando así la distracción, la iluminación debe ser uniforme y no debe influenciar la aparición de la muestra y los miembros del panel. Si están enfermos no deben participar en la evaluación (Larmond, 1997).

### **2.7.2. Método de la Escala Hedónica**

El objetivo es localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. Se evalúa de acuerdo a una escala no estructurada (también llamada escala hedónica); sin mayores descripciones que los extremos de la escala, en la cual se puntualiza las características de agrado. Esta escala debe contar con un indicador del punto medio, a fin de facilitar al juez consumidor la localización de un punto de indiferencia de la muestra. La población elegida para la evaluación debe corresponder a los

consumidores potenciales o habituales del producto en estudio. Estas personas no deben conocer la problemática del estudio, solamente entender el procedimiento de la prueba y responder a ella. Se recomienda un número de 8-25 jueces (Espinoza A., 2003).

## **2.8. VIDA ÚTIL**

La vida útil de un alimento representa aquel periodo de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos (Hough et al 2005).

### **2.8.1. Metodología para la Estimación de vida Útil**

La determinación implica el estudio del tiempo de vida de los alimentos en óptimas condiciones, durante su permanencia en el anaquel de los almacenes minoristas o en almacenamiento. El planteamiento del estudio depende del tipo de alimento. Labuza (1999), lista las metodologías aplicables para la estimación de la vida útil de alimentos;

#### **a. Datos de literatura**

Se puede intentar estimar la vida útil de un nuevo producto basado en datos publicados como el caso del Ejército US o de Labuza (1982). El problema es que estos datos son muy limitados y no tienen más información que para alimentos de tipo artículos. La mayoría de los datos de vida útil en alimentos diseñados específicos son propios. Por supuesto dentro de una compañía pueden usarse sus propios datos para la predicción

de la vida útil de la línea de extensiones dando buenas estimaciones sin realizar pruebas. Labuza (1998).

**b. Retorno de la distribución**

Un segundo planteamiento es usar los tiempos de la distribución conocidos para productos similares en la vida útil para un nuevo producto. Esto también no requiere de ninguna comprobación si se toma algún riesgo. Si se está ingresando dentro del área de un nuevo producto, adquiriendo o rompiendo los códigos de los productos similares de la competencia ayudarían a determinar el tiempo de distribución. Se necesitarían determinar los datos reales del tiempo de almacenamiento en los hogares del consumidor para obtener una mejor estimación.

**c. Quejas de los consumidores**

Otro planteamiento para evaluar la vida útil y que no requiere ningún estudio inicial es usar las quejas o reclamos del consumidor como la base para determinar si está ocurriendo algún problema. En U.S. la mayoría de las compañías tiene un lugar donde recogen la información sobre las quejas, y el número de empaque; es alimentada en una base de datos, donde incluyen tipo de queja, situación, etc.

De esta información, se puede obtener una idea del abuso que está ocurriendo y del modo de deterioración. Normalmente se acepta que por cada visita hay otros 50-60 que han estropeado al alimento y que no reportan. Estos clientes representan una proyección de tres años en el volumen de venta perdido.



#### **d. Vida en Anaquel**

Se utiliza para este procedimiento técnicas probabilísticas, suponiendo además que los tiempos de vida de las unidades, se distribuyen de acuerdo a una distribución seleccionada; se estiman los parámetros de dicha distribución, con los cuales se puede inferir estadísticamente sobre el tiempo de durabilidad. A lo anterior, precede una búsqueda exhaustiva bibliográfica sobre el alimento, así como de aplicación de conocimientos de los análisis, con el fin de definir las alteraciones que el alimento puede sufrir durante el almacenamiento.

#### **e. Pruebas Aceleradas de Vida útil (PAVU)**

Estos estudios se realizan sometiendo al alimento a condiciones de almacenamiento que aceleran las reacciones de deterioro, las cuales pueden ser temperatura, presiones parciales de oxígeno y contenidos de humedad altos. El seguimiento del comportamiento del alimento a las temperaturas seleccionadas, se realiza utilizando parámetros Fisicoquímicos característicos para cada alimento, coadyuvados por pruebas microbiológicas o sensoriales correspondientes a cada caso. Mediante modelos matemáticos que describan el efecto de la condición seleccionada, se estima la durabilidad en las condiciones normales de almacenamiento.

Labuza (1999), señala que esta es la metodología más usada y todavía normalmente se abusa en el diseño y en la interpretación de los resultados. El objetivo es almacenar la combinación final producto/empaque bajo

alguna condición desfavorable de prueba, se analiza al producto periódicamente hasta que ocurra el final de su vida útil y entonces se usan estos resultados para proyectar la vida útil del producto bajo verdaderas condiciones de distribución.

Algunas compañías tienen factores de multiplicación históricas basadas en experimentos anteriores para obtener la vida útil real desde los resultados obtenidos en las condiciones desfavorables. El cuidado debe ejercerse en la interpretación de los resultados obtenidos y su extrapolación a otras condiciones. Por ejemplo, cuando se prueba el sistema producto/empaque, el empaque también controla la vida útil haciéndola desconocida la verdadera vida útil del propio alimento; así si se escoge un nuevo empaque con permeabilidades diferentes al oxígeno, agua, dióxido de carbono, los resultados anteriores no pueden ser aplicados.

## **2.9. DISEÑO ESTADÍSTICO DE EXPERIMENTOS**

### **2.9.1. Método de superficie respuesta**

Es un conjunto de técnicas matemáticas utilizadas en el tratamiento de problemas en los que una respuesta de interés está influida por varios factores de carácter cuantitativo. La metodología de la respuesta de superficie es regularmente usada para definir modelos después de que factores importantes han sido determinados usando diseños factoriales, especialmente si se sospecha que hay una superficie de respuesta con curvatura (Eduardo R. Lejandro Q., Lisímaco A. 2006).

El programa STATGRAPHICS CENTURION XVI fue utilizado para determinar los efectos de las variables independientes, calcular los coeficientes de regresión, análisis de varianza (ANOVA) y construir las superficies de respuesta con nivel de significancia de 5%. El número de experimentos requeridos (N) es definido por la expresión  $N=2k(k-1)+CO$ , donde k es el número de factores y CO es el número de puntos centrales.

## **2.10. ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

El análisis microbiológico en la industria pastelera se constituye en una herramienta básica para el control de materias primas, procesos, productos y manipuladores, ya que el permite establecer el valor grado de contaminación biológica de estos, por esta razón el control microbiológico es parte fundamental en todo proceso. (Carrascal et.al., 2003).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

El presente trabajo de investigación se realizó en los siguientes ambientes:

- Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria – Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de nutrición y planificación de la escuela de Agroindustria- Universidad Nacional del Santa.
- Instalaciones del área de Panificación de la Planta Piloto Agroindustrial – Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorios de Ensayos Clínicos, Biológicos e Industriales COLECBI S.A.C. – Nuevo Chimbote.

#### **3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS**

##### **3.2.1. Materia Prima**

Para la producción de galletas, se utilizó como materia prima:

- Harina de trigo especial, marca Nicollini, adquirido en el comercial Pirámide E.I.R.L. (Nuevo Chimbote).
- Harina de quinua, la quinua procedió de la ciudad de Huaraz; el cual fue secado y molido en Molinera Velásquez,
- Harina de chía, procedente de la ciudad de Huaraz; la semilla fue secada y molido.

### **3.2.2. Insumos**

Para la elaboración de galletas, se utilizó los siguientes insumos:

- Azúcar blanca, adquirida en el mercado “La Perla”.
- Vainilla “Negrita”, adquirida en el mercado “La Perla”.
- Manteca vegetal “Gordito” adquirida en el Comercial “Pirámide”.
- Sal de cocina-yodada, “Emsal” adquirida en el mercado la Perla.
- Bicarbonato de sodio, adquirido en el mercado “La Perla”.
- Leche “Ideal Cremosita”, adquirida en el mercado “La Perla”.
- Huevos “La calera”, adquiridos en el mercado la Perla.
- Glicerol,” Fratello” adquirido en el comercial “Pirámide E.I.R.L”

## **3.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS**

### **3.3.1. En la elaboración de las Galletas**

#### **3.3.1.1. Equipos**

- Horno rotatorio por convección marca NOVA, modelo MAX 1000, capacidad 40 Kg.
- Mesa de acero inoxidable
- Batidor manual y pedestal, marca OSTER.
- Maquina selladora de material plástico.

### **3.3.1.2. Utensilios**

- Tamices
- Espátulas
- Cuchillos
- Rodillo amasador
- Recipientes de acero inoxidable

### **3.3.1.3. Material de empaque**

- Bolsas de polietileno de densidad media
- Bolsa de polipropileno de densidad alta
- Bolsas negras de polietileno
- Foil de aluminio

## **3.3.2. Para la Evaluación de las Galletas**

### **3.3.2.1. Equipos**

- Balanza analítica, PRECISA GRAVIMETRICS A. G.
- Estufa, POL-EKO APARATURA
- Mufla, THERMOLYNE, serie 34703484
- Soxhlet, FOSS
- Texturometro, BROOKFIELD
- Termobalanza modelo XM50
- Analizador de humedad, PRECISA XMSO-SUIZA

### **3.3.2.2. Materiales de laboratorio**

- Bureta
- Crisoles de porcelana
- Desecador
- Espátula
- Mortero
- Papel filtro
- Papel aluminio
- Pinzas de metal
- Placas Petri
- Probetas (50 y 100 ml)
- Termómetro
- Vasos de precipitados (50 y 100 ml)

### **3.3.2.3 Otros materiales**

- Cuchillos
- Cubetas
- Jarras plásticas
- Vasos plásticos
- Marcadores
- Papel aluminio
- Papel toalla
- Material para prueba sensorial: cabinas de degustación, formatos, lapicero, platos descartables, vasos y marcador.

#### **3.3.2.4. Reactivos**

- Solución de hidróxido de sodio (0.1N)
- Hidróxido de sodio Na(OH) al 50%
- Alcohol 96°
- Ácido sulfúrico H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 99.9%, P.A ( d= 1.84 g/ml)
- Éter de petróleo
- Agua destilada

### **3.4. MÉTODOS**

#### **3.4.1. Obtención de la harina de Quinua**

Para la elaboración de la harina de quinua se siguió la metodología Calla & Cortez (2011). En la figura 7 se muestra el flujo de operaciones para la elaboración de la harina de quinua.

##### **- Recepción y Lavado**

Se recibieron los granos de quinua en bolsas de polietileno y se procedió al lavado de forma manual en agua potable a temperatura ambiente, con el fin de eliminar el contenido de saponinas.

##### **- Secado**

El secado se realizó en la estufa del Laboratorio de Composición y Análisis de Productos Agroindustriales, durante 7 horas a 50°C.

##### **- Molienda y Tamizado**

Esta operación se realizó en Molinera Velásquez S.A



- **Almacenamiento**

La harina fue almacenada a temperatura ambiente en bolsas de polipropileno de alta densidad.

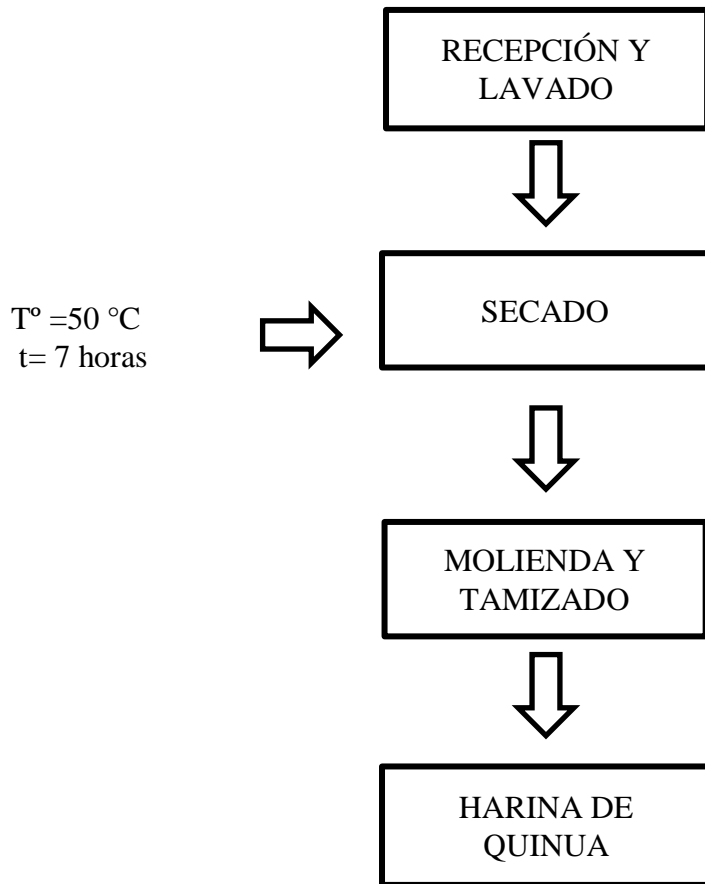


FIGURA 8: Flujo de operaciones para obtener harina de quinua

**3.4.2. Obtención de la harina de chía**

- **Recepción y Eliminación de impurezas**

Se recibieron los granos de chía y se procedió a eliminar de pajillas y piedras pequeñas presentes.

- **Secado**

Esta operación tuvo una duración de 8 a 10 horas, se realizó al aire libre a

temperatura ambiente, revolviendo cada media hora, para lograr un secado más uniforme.

- **Molienda**

Los granos de chía se molieron utilizando un molino de mano adaptado a un motor

- **Envasado**

Para almacenar la harina se utilizó bolsas de polipropileno de alta densidad y posteriormente almacenada a temperatura ambiente.

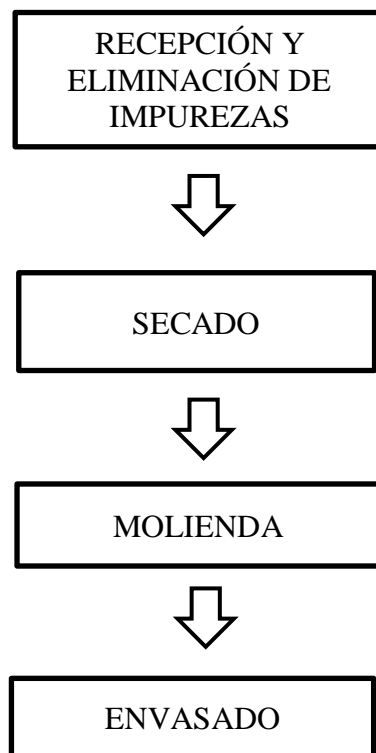


FIGURA 9: Flujo de operaciones para obtener harina de chía

### 3.4.3. Análisis de las harinas de trigo, quinua y chía

#### 3.4.2.1. Caracterización de las harinas de trigo, quinua y Chía.

La caracterización se realizó individualmente a las harinas de trigo, harina de quinua, harina de chía y a las formulaciones de galletas. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Composición y Análisis de Productos Agroindustriales de la escuela de Agroindustria.

**a. Humedad:** Se determinó por el método de la estufa, AOAC (1990).

**b. Proteína:** la determinación de la proteína total se realizó según el método UNE-EN ISO 5983–2 Parte 2 Dic.2006

**c. Grasas:** se determinó con la metodología de la asociación oficial de químicos analistas (AOAC) 963.15.2005, método Soxhlet, usando éter.

**d. Cenizas:** se determinó siguiendo la metodología por NTP 205.038:1975 (Revisada el 2011): harinas, realizando por la incineración de la materia orgánica en una mufla.

**e. Fibra:** se determinó siguiendo el método, NMX-F006-1983. Determinación de fibra cruda en alimentos.

**f. Carbohidratos:** Se obtuvo por diferencia, restando el 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y Proteínas (P). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INM) señalada por COLLAZOS et al. (1993).

Usando la fórmula:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (H + C + G + P)$$

### 3.4.4. Producción de galletas harina de trigo, quinua y chía.

#### 3.4.3.1. Formulación

En la siguiente tabla se indica la cantidad en porcentaje de cada insumo para la producción de galletas.

TABLA 11: Formulación control utilizada para la producción de galletas

<b>Insumo</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Harina	100
Azúcar	40
Margarina	25
huevos	4
Cloruro de Sodio	1
Leche	20
Bicarbonato de Sodio	1

Con esta formulación base, se elaboró la galleta control, el cual servirá para contrastar datos obtenidos de los análisis que se realizaran a la galleta control.

#### 3.4.3.2. Diseño experimental

##### a. Metodología de Superficie Respuesta (MRS)

Con el fin de encontrar la mejor formulación de la galleta enriquecida se utilizó la metodología de Superficie Respuesta (MRS) (Rodríguez y Lemma, 2005).

##### b. Diseño de Box-Behnken

Ha creado un diseño de Box-Behnken de 3 niveles: El cual estudiara los efectos de 3 factores en 15 corridas. El diseño deberá

ser ejecutado en un solo bloque. El orden de los experimentos ha sido completamente aleatorizado. Esto aportara protección contra el efecto de variables ocultas.

El número de experimentos requeridos (N) es definido por la expresión  $N= 2k (k-1) +CO$ , donde k es el número de factores y CO es el número de puntos centrales.

TABLA 12: Valores mínimos y máximos de los factores

<b>Factores</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Unidades</b>	<b>Continuo</b>
<b>QUINUA</b>	15	35	%	SI
<b>CHIA</b>	5	10	%	SI
<b>GLICEROL</b>	200	400	mg	SI

TABLA 13: Matriz experimental

TRAT.	QUINUA %	CHIA %	GLICEROL mg	PROTEINA (%)	FIBRA (%)	TEXTURA (Mj)
1	15	10	300			
2	25	10	200			
3	15	7.5	400			
4	25	5	200			
5	25	5	400			
6	25	7.5	300			
7	15	5	300			
8	35	10	300			
9	25	10	400			
10	35	7.5	200			
11	15	7.5	200			
12	25	7.5	300			
13	35	5	300			
14	35	7.5	400			
15	25	7.5	300			

Se elaboraron galletas considerando las cantidades para las mezclas de las harinas y manteniendo el resto de insumos igual que para la formulación control. Las galletas fueron elaboradas en la Planta Piloto Agroindustrial.

### 3.4.3.3. Calculo del cómputo químico de las formulaciones

Para poder determinar el escore químico se realizó en base a la siguiente fórmula:

$$CQ = \frac{\text{mg de a. a en 1g de N de la proteína del alimento}}{\text{mg de a. a. en 1g de N de la proteína de referencia}}$$

Se calcularon en base a las formulaciones de las 15 mezclas de harina: trigo, quinua y chíá y se tomaron como aminoácidos de referencia el grupo de adultos o niños, según FAO, 2007.

El score químico o computo químico se expresó como a cantidad (mg) de aminoácido esencial por gramo de la proteína en estudio, en relación con la cantidad del mismo compuesto en la proteína de referencia (g), es decir, el patrón aminoacídico establecido para el adulto o niño. El resultado se expresó de manera porcentual, el valor más bajo es el que corresponde al score y el aminoácido que lo produce se determina “primer limitante”. El valor obtenido para cada aminoácido mayor a 100 %, expresa una proteína completa.

#### **3.4.3.4. Procedimiento para la elaboración de las galletas**

Para la elaboración de las galletas se siguió la metodología seguida por Velásquez (2014)

**Recepción:** se recibe la materia prima en las debidas condiciones de higiene, calidad sensorial y organoléptica.

**Pesado o Dosificado:** todos los ingredientes según la formulación indicada.

**Cremado:** se bate la grasa y azúcar alternando con los ingredientes líquidos como la leche, los huevos hasta obtener una crema.

**Mezclado:** se incorporan los ingredientes secos (harinas) a la crema para obtener una masa, durante 2 minutos.

**Laminado:** la masa posteriormente es laminada en una mesa de acero inoxidable.

**Moldeado:** con ayuda de un molde en forma cuadrada de 4 cm de lado, se procede a realizar cortes a la masa laminada.

**Horneado:** se hornea a 160 °C durante 10 minutos.

**Enfriamiento:** una vez sacado del horno se deja enfriar hasta que este a temperatura de ambiente.

**Envasado:** una vez que alcanza la temperatura de ambiente, se envasan las galletas en bolsas plásticas.



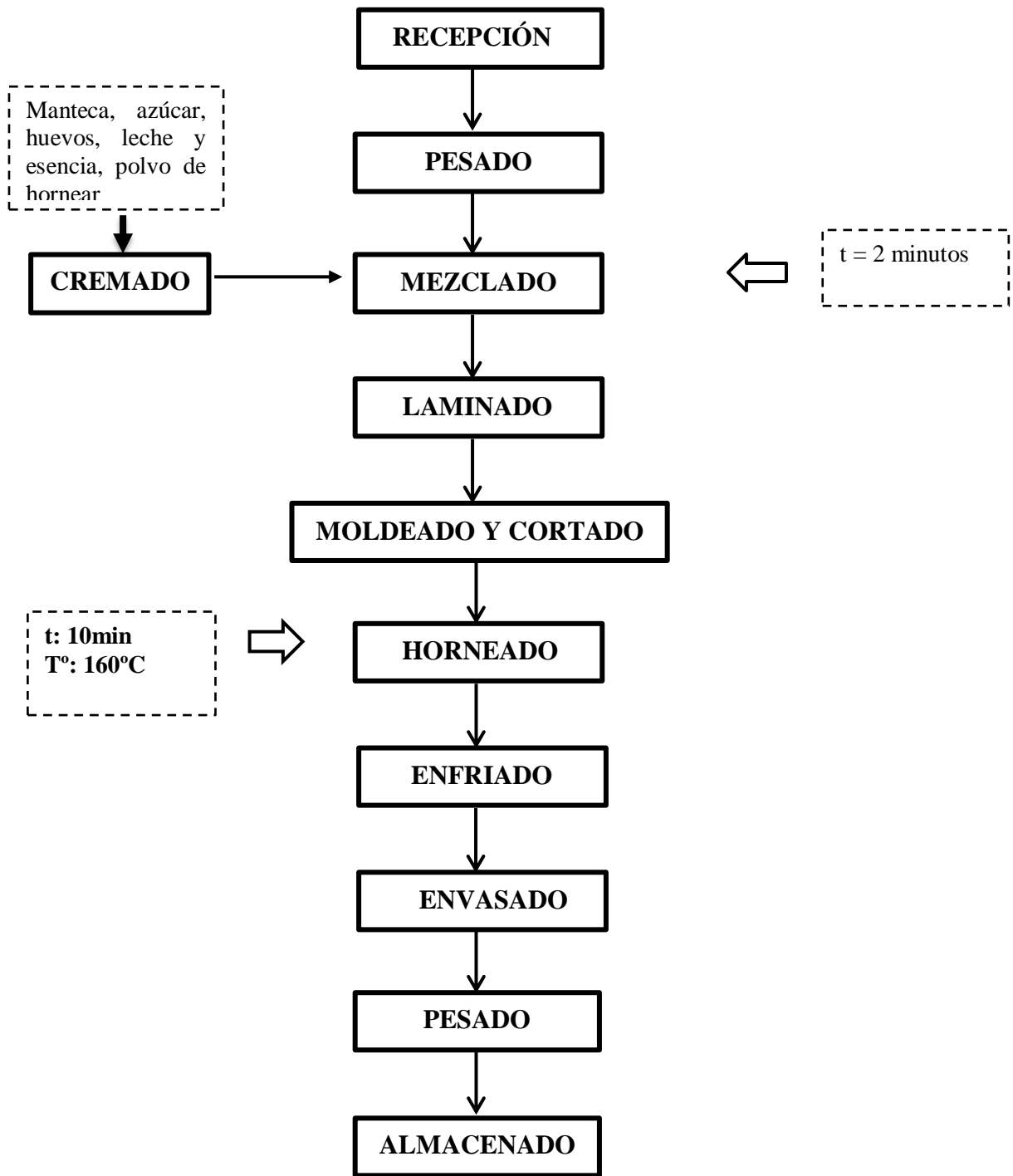


FIGURA 10: Diagrama de flujo para la elaboración de Elaboración de Galletas

### **3.4.5. Evaluación de las galletas**

Las 15 formulaciones fueron evaluadas según los siguientes análisis:

#### **3.4.4.1. Análisis de proteína**

Para la determinación del % de proteína se evaluaron todas las formulaciones de las galletas en estudio mediante método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

#### **3.4.4.2. Fibra**

Se determinó siguiendo el método, NMX-F006- 1983.

Determinación de fibra cruda en alimentos.

#### **3.4.4.3. Textura**

Para este análisis se utilizó el Texturometro de marca BROOKFIELD.

#### **3.4.4.4. Análisis sensorial**

Se llevó a cabo en un lugar libre de olores o aroma, en el segundo nivel de la Planta piloto de la Universidad Nacional del Santa- Las galletas fueron evaluadas por 30 panelistas semi entrenados de ambos sexos y diferentes grupos de edad, pertenecientes E.A.P de Ingeniería Agroindustrial, Las características evaluadas fueron, color, olor, sabor y textura. Las muestras estuvieron codificadas con números de tres cifras.

Por otro lado, las fichas de evaluación sensorial fueron realizadas teniendo en cuenta una escala hedónica de 5 puntos, siendo las alternativas de respuesta las siguientes:

1 = Me disgusta mucho, 2 = Me disgusta, 3 = No me gusta ni me disgusta, 4= Me gusta, 5 = Me gusta mucho. La ficha de evaluación se encuentra en el anexo 5.

### 3.4.4.5. Caracterización químico proximal

La caracterización químico proximal se realizó tanto a la mejor formulación como al control.

**A. Humedad:** Se realizó utilizando el procedimiento descrito en la norma técnica peruana N.T.P.2006.011:1981(Revisada el 2011) para bizcochos, galletas, pastas y fideos.

**B. Proteína:** se realizó según el método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

**C. Grasas:** se determinó con la metodología de la asociación oficial de químicos analistas (AOAC) 963.15.2005, método Soxhlet, usando hexano.

**D. Cenizas:** se determinó siguiendo la metodología por NTP 206.007:1976 (Revisada el 2011) para productos de panadería.

**E. Fibra:** se determinó siguiendo el método, NMX-F006-1983 . Determinación de fibra cruda en alimentos.

**F. Carbohidratos:** Se obtuvo por diferencia, restando el 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y Proteínas (P). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INM) señalada por COLLAZOS et al. (1993).

Usando la fórmula:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (H + C + G + P)$$

#### 3.4.4.7. Vida útil

Para la determinación del tiempo de vida útil de las galletas los análisis se realizaron en el Laboratorio de Composición de Productos Agroindustriales el cual presentaba a condiciones normales 23.2°C y 58.3 % de Humedad Relativa, por lo cual se acondicionó una estufa para cada tratamiento donde se almacenarían las muestras de galletas, a una temperatura de 30, 40 y 50°C y 100% Humedad Relativa durante 14 días, debido a que se contaba solo con una estufa , se estudió primero a 30°C y luego a las demás temperaturas durante el mismo periodo. La variable fisicoquímica escogida para la determinación de la vida útil del producto fue la humedad, la cual con el paso del tiempo se va elevando y al llegar al valor máximo del 6% provoca deterioro en sus propiedades físicas (textura y color), el crecimiento microbiano es mínimo por lo que no se toma en cuenta para el cálculo del tiempo de vida útil, ya que el consumo de productos obtenidos o realizados con la semilla de chíá no necesiten un empaque y condiciones de almacenamiento especiales para prevenir incluso, los menores cambios ocasionados por el medio ambiente haciendo que los antioxidante naturales sustituyan el uso de estabilizantes artificiales. (Salgado, M, et al. 2005)

El cálculo del tiempo de vida útil se efectuó mediante el porcentaje de ganancia de humedad de galletas del mejor tratamiento y control, teniendo en cuenta la cinética que se obtienen de los resultados, así tenemos por ejemplo la cinética de orden cero:

$$A = t_s k - A_0$$

**Donde:**

A: parámetro escogido como límite de tiempo de vida útil

Ao: concentración inicial

k: constante de velocidad de reacción

t: tiempo de velocidad de reacción

**3.4.4.6. Análisis microbiológico**

El análisis microbiológico del producto final se realizó entre los dos primeros días después de haber elaborado el pproducto, se realizó en el laboratorio Colecbi S.A.C

**- Recuento de Mohos**

Método ICMSF 1983 reimpresión 2000 Vol. I 2da Ed. II Editorial Acribia – España pág.: 120 a 167.

**- Levaduras:**

**- Aerobios Mesófilos totales**

Método ICMSF (Reimpresión 2000) Volumen I. 2da Ed.1983. Editorial Acribia, pág.: 120 a 124. Enumeración de microorganismos aerobios mesófilos. Método de recuento en placa. Método 1 (Recuento estándar en placa).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. OBTENCIÓN DE LA HARINA DE QUINUA

La harina de quinua se obtuvo de la molienda de los granos de quinua, procedente de Huaraz.

#### a. Recepción y Lavado

Se recibieron los granos de quinua en bolsas de polietileno y se procedió al lavado de forma manual en agua potable a temperatura ambiente, con el fin de eliminar el contenido de saponinas.



FIGURA 11: Lavado de los granos de quinua

#### b. Secado

El secado se realizó en la estufa del Laboratorio de Composición y Análisis de Productos Agroindustriales, durante 7 horas a 50°C.



FIGURA 12: Secado de la quinua

### c. Molienda y Tamizado

Esta operación Se realizó en Molinera Velásquez S.A

### d. Almacenamiento

La harina fue almacenada a temperatura ambiente en bolsas de polipropileno de alta densidad.



FIGURA 13: Almacenamiento de harina de quinua

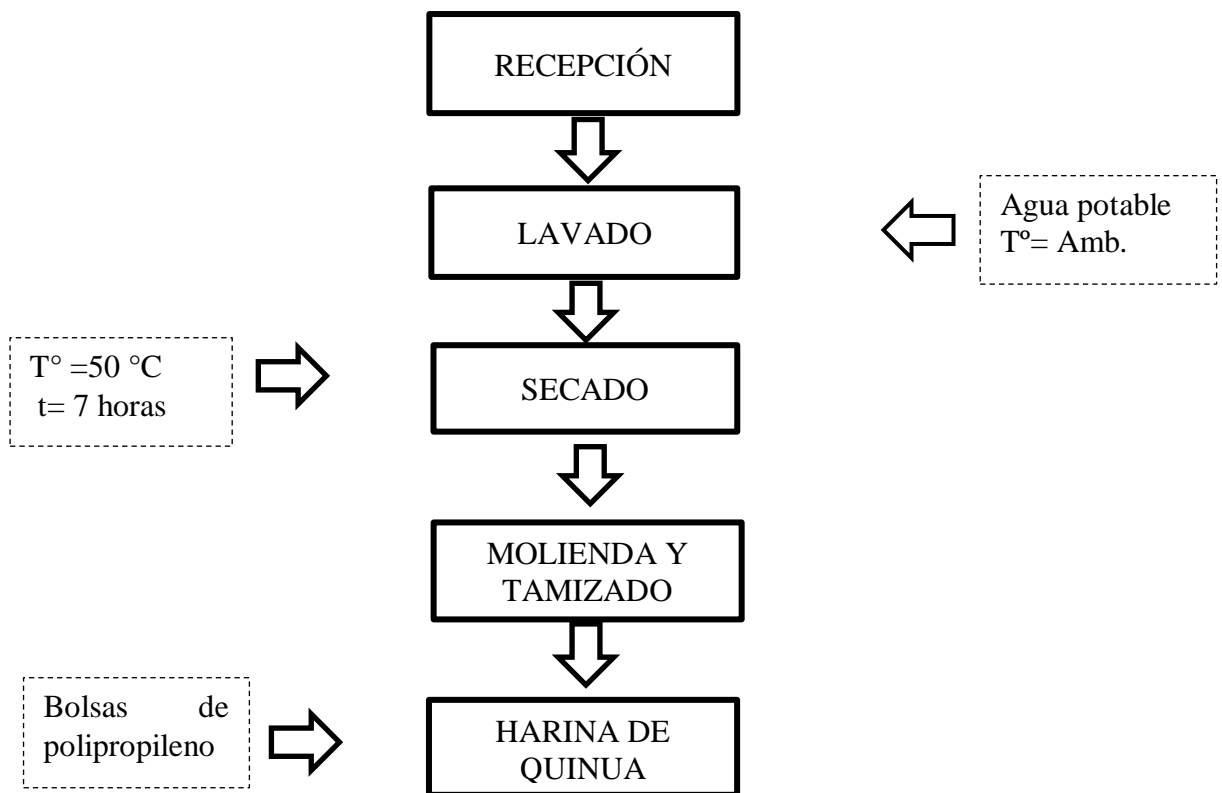


FIGURA 14: Diagrama de flujo definitivo para la obtención de harina de quinua

## 4.2. OBTENCIÓN DE LA HARINA DE CHÍA

### a. Recepción

Se recibieron los granos de chía en bolsas de polietileno.

### b. Limpieza

Se procedió a eliminar de forma manual las pajillas y piedras pequeñas presentes.



FIGURA 15: Eliminación de impurezas

### c. Secado

Esta operación tuvo una duración de 8 a 10 horas, se realizó al aire libre a temperatura ambiente, revolviendo cada media hora, para lograr un secado más uniforme.



FIGURA 16: Secado de los granos de chía

Blanca.



#### **d. Molienda**

Los granos de chía se molieron utilizando un molino de mano adaptado a un motor.



FIGURA 17: Molienda de los granos de Chía Blanca

#### **e. Envasado**

Para almacenar la harina se utilizó bolsas de polipropileno de alta densidad y posteriormente almacenada a temperatura ambiente.



FIGURA 18: Envasado de la harina de Chía.

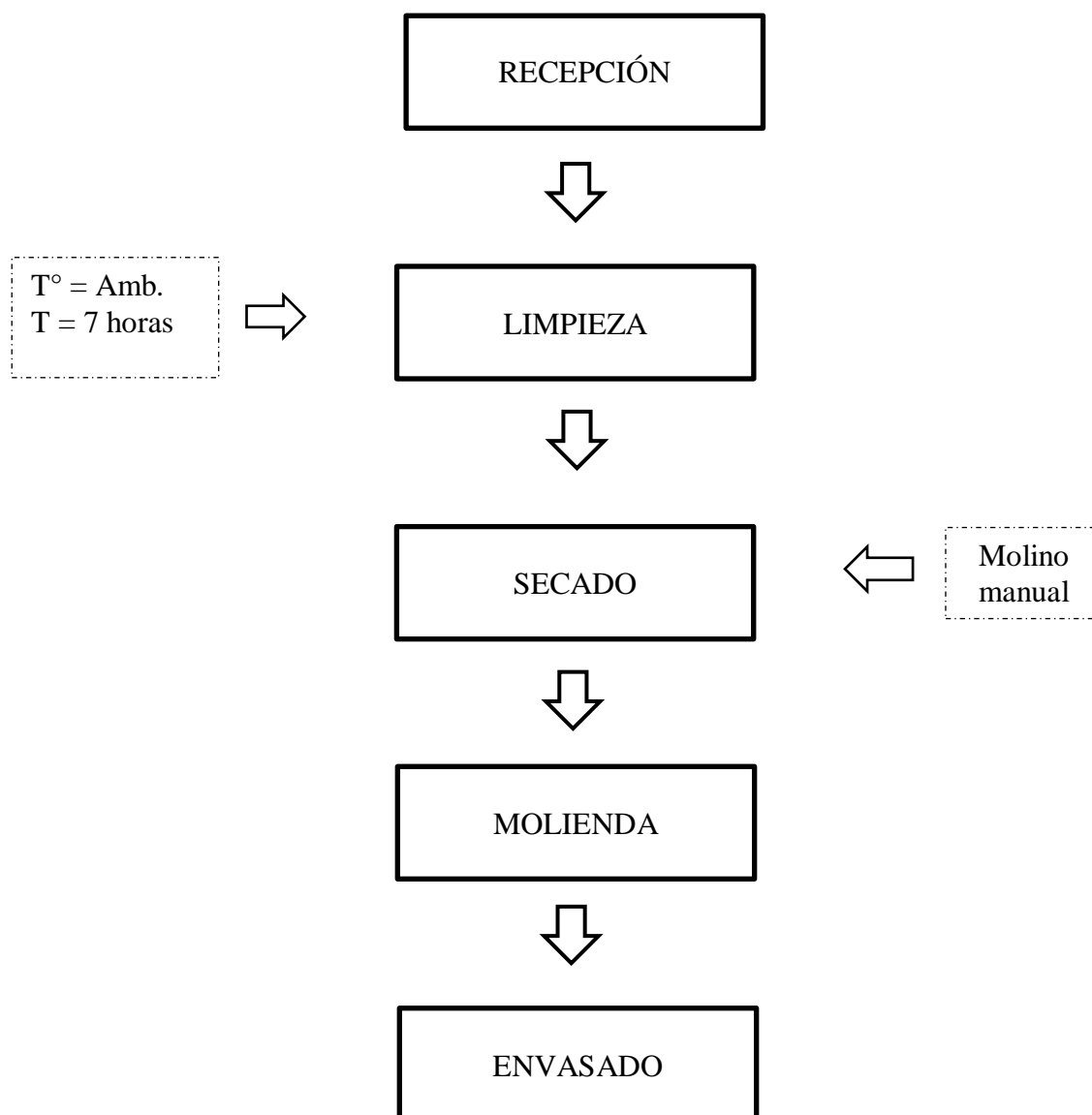


FIGURA 19: Diagrama de flujo definitivo para la obtención de harina de chía.

### 4.3. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

#### 4.3.1. Caracterización Químico Proximal

##### 4.3.1.1 Harina de Trigo

Los valores obtenidos de los análisis de composición porcentual de la harina de trigo se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 14: Composición Químico proximal de la Harina de Trigo en 100g de harina.

Componentes	( % )
Humedad	12.5 ± 0.30
Proteína	12.3 ± 0.56
Ceniza	0.95 ± 0.12
Grasa	0.95 ± 0.10
Fibra Dietaria	1.5 ± 0.98
Carbohidratos	71.8

Los resultados mostrados en la tabla 14 muestran que la humedad es de  $12.5 \pm 0.3$  %, valor que es inferior al 15% de humedad, que es el máximo permitido por la N.T.P. 205.027:1986. El contenido de proteína de la harina de trigo es de  $12.3 \pm 0.56\%$ , siendo mayor al 7.0% referido en el CODEX Alimentarius 152-1985. Así mismo se obtuvo un porcentaje de cenizas  $0.95 \pm 0.12\%$ .

#### 4.3.1.2. Harina de Quinua

Los datos obtenidos del análisis de la composición química porcentual de la Harina de Quinua se muestran en la tabla 15.

TABLA 15: Composición Químico proximal de la Harina de Quinoa en 100g de harina

Componentes	( % )
Humedad	7.15 ± 0.34
Proteína	12.33 ± 0.95
Ceniza	2.12 ± 0.16
Grasa	6.3 ± 0.25
Fibra cruda	13.81 ± 0.85
Carbohidratos	58.29

Los

resultados mostrados en la tabla 15 muestra que la humedad de la harina de quinua tiene  $7.15 \pm 0.34$  %, valor que es inferior al 13.5% de humedad, que es el máximo porcentaje permitido por la N.T.P.205.062:2009.

Respecto al contenido de ceniza, se obtuvo  $2.12 \pm 0.16\%$ , el cual se asemeja al reportado por Collazos et al (1996), citado por Jiménez y Gómez, (2005) que señala un contenido de 2.5%.

El contenido de grasa en la harina de quinua fue  $6.3 \pm 0.25\%$ , valor que supera el mínimo (4%), según las Norma Técnica Peruana. El contenido de fibra fue  $13.81 \pm 0.85\%$ .

#### 4.3.1.3. Harina de Chía Blanca

Los datos obtenidos del análisis de la composición química porcentual de la Harina de Chía se muestran en la tabla 16.

TABLA 16: Composición Químico proximal de la Harina de Chía Blanca en 100g de harina.

Componentes	( % )
Humedad	$4.1 \pm 0.54$
Proteína	$23.86 \pm 0.94$
Ceniza	$4.8 \pm 0.40$
Grasa	$32.2 \pm 0.86$
Fibra	$28.38 \pm 1.02$
Carbohidratos	6.66

Los resultados mostrados en la tabla nos indican que la harina de chía tiene  $4.1 \pm 0.54\%$  de humedad y  $4.8 \pm 0.40\%$  de cenizas y  $23.86 \pm 0.94\%$  de proteínas, semejante al reportado por Vásquez et al. (2009). Así mismo se obtuvo un porcentaje de fibra de  $28.38 \pm 1.02 \%$  y  $32.2 \pm 0.86\%$  de grasa.

#### 4.4. CÁLCULO DEL CÓMPUTO QUÍMICO DE LAS FORMULACIONES

Se realizaron 15 formulaciones, mezclado harina de trigo, quinua y chía, como se muestra en la tabla 13, posteriormente se calculó el computo químico de las diferentes mezclas utilizando como referencia el patrón de los aminoácidos esenciales de la FAO/OMS/UNU **1985** (mg. AA/g proteína). Observándose los resultados en la tabla **17**. Los valores que se obtuvieron fueron cálculos teóricos, que pueden ser obtenidos a partir de la composición de aminoácidos de las harinas de trigo, quinua y chía, que están reportadas en la bibliografía.

Las proteínas de la harina de trigo, como la mayoría de proteínas vegetales, son deficientes en ciertos aminoácidos esenciales, en particular en algunos aminoácidos esenciales como la lisina, seguida de la treonina, siendo estos son los aminoácidos limitantes. El trigo debe ser consumido junto con las leguminosas, porque se incrementa el aporte proteico y la calidad de las proteínas; esto es debido a que el patrón de aminoácidos de las proteínas de las leguminosas complementa al de los cereales (Othon,1996).

Las leguminosas son pobres en aminoácidos azufrados (metionina + cistina) y los cereales como el trigo, arroz, maíz son pobres en lisina. Al ser distintos los aminoácidos limitantes en leguminosas y cereales, una mezcla de ambos permite mejorar el computo de aminoácidos y con ello también mejorar la calidad biológica de la proteína de la mezcla, llamando al proceso complementación aminoacídica (Paucar y Ramos,2015).

En la tabla 17, se muestra el cómputo químico de las diferentes harinas de trigo, quinua y chía, como también de las diferentes mezclas.

Se pudo identificar a la lisina como aminoácido limitante, pero las mezclas de las harinas logran sobrepasar el límite mínimo del 70% recomendado por la FAO/OMS

TABLA 17: Cómputo químico (teórico) para las 15 formulaciones de galletas de harina de trigo, quinua y chía.

<b>FORMULACIONES</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>	<b>F6</b>	<b>F7</b>	<b>F8</b>	<b>F9</b>	<b>F10</b>	<b>F11</b>	<b>F12</b>	<b>F13</b>	<b>F14</b>	<b>F15</b>
%Trigo	75	65	77.5	70	70	67.5	80	55	65	57.5	77.5	67.5	60	57.5	67.5
%H. Quinua	15	25	15	25	25	25	15	35	25	35	15	25	35	35	25
%H. Chía	10	10	7.5	5	5	7.5	5	10	10	7.5	7.5	7.5	5	7.5	7.5
<b>AMINOACIDOS ESENCIALES</b>	<b>SCORE QUÍMICO</b>														
Isoleucina	119.7	125.1	120.2	126.2	126.2	125.6	120.6	130.4	125.1	131.0	120.2	125.6	131.7	131.0	125.6
Leucina	114.9	113.7	114.8	113.4	113.4	113.5	114.7	112.5	113.7	112.3	114.8	113.5	112.2	112.3	113.5
Lisina	81.0	87.3	79.6	84.7	84.7	86.0	78.1	93.6	87.3	92.5	79.6	86.0	91.3	92.5	86.0
Metionina+Cistina	163.9	158.2	165.3	160.7	160.7	159.4	166.7	152.5	158.2	153.6	165.3	159.4	154.8	153.6	159.4
Fenilalanina + tirosina	189.8	188.1	190.4	189.1	189.1	188.6	191.0	186.3	188.1	186.7	190.4	188.6	187.2	186.7	188.6
Treonina	136.8	141.6	135.6	139.4	139.4	140.5	134.4	146.3	141.6	145.4	135.6	140.5	144.4	145.4	140.5
Triptófano	168.9	164.7	170.3	167.4	167.4	166.0	171.8	160.5	164.7	161.8	170.3	166.0	163.1	161.8	166.0
Valina	117.4	117.6	117.5	117.9	117.9	117.7	117.6	117.9	117.6	118.0	117.5	117.7	118.1	118.0	117.7
Histidina	172.8	176.4	172.7	176.5	176.5	176.5	172.7	180.1	176.4	180.2	172.7	176.5	180.4	180.2	176.5



## **4.5. PRODUCCIÓN DE GALLETAS**

### **a. Recepción de Materia Prima**

#### **- Harina de trigo**

Se empleó harina de trigo galletera marca Nicollini de uso industrial, la cual cumple con la norma técnica peruana 205.027:1986. El porcentaje utilizado, según las mezclas se encuentran en la tabla 13.

#### **- Harina de quinua**

La harina de quinua utilizada se obtuvo de manera artesanal. El porcentaje utilizado, se encuentran en la tabla 13.

### **b. Recepción de insumos**

Se recibió los siguientes insumos:

-Azúcar rubia

-Manteca vegetal

-Agente Leudantes: Bicarbonato de amonio

-Leche evaporada

-Vainilla

-Huevos

### **c. Pesado o Dosificado**

En esta operación se pesó las materias primas e insumos según las formulaciones para cada ensayo.



FIGURA 20: Proceso de pesado

#### d. Cremado

Se colocó en la batió el azúcar, la manteca vegetal y yema de huevo durante 15 minutos, luego se añadió la leche y la esencia simultáneamente para obtener la crema.



FIGURA 21: Cremado

#### e. Mezclado

Se incorporó a la crema las harinas de trigo, quinua y chíá (previamente cernida con el bicarbonato de amonio y glicerol hasta obtener una masa homogénea.



FIGURA 22: Mezclado

#### **f. Laminado**

La masa fue posteriormente laminada en la mesa de acero inoxidable, con un rodillo hasta un espesor aproximado de 5 mm.



FIGURA 23: Laminado de masa

#### **g. Moldeado y Cortado**

La masa lámina es cortada con moldes cuadrados de 4 cm de lado. Las piezas de masa obtenidas fueron colocadas en bandejas, previamente engrasadas y harinadas.



FIGURA 24: Moldeado y cortado de masa.

#### **h. Horneado**

El horneado se llevó a cabo en un horno rotatorio por convección marca NOVA, a una temperatura de 140°C durante 10 minutos.



FIGURA 25: Horneado de galletas.

#### **i. Enfriado**

Luego las galletas obtenidas se enfriaron a temperatura de ambiente, aproximadamente por 30 minutos.

#### **j. Envasado**

Las galletas fueron empacadas en bolsas de polipropileno de alta densidad, para luego sellar las bolsas con una selladora manual y mantener en perfecta hermeticidad al producto.



FIGURA 26: Envasado de galletas.

#### **k. Almacenamiento**

El almacenamiento se llevó a cabo a temperatura ambiente (23 – 25°C), en un lugar fresco, y empacadas en cajas de cartón para evitar exposición a excesiva a la luz.

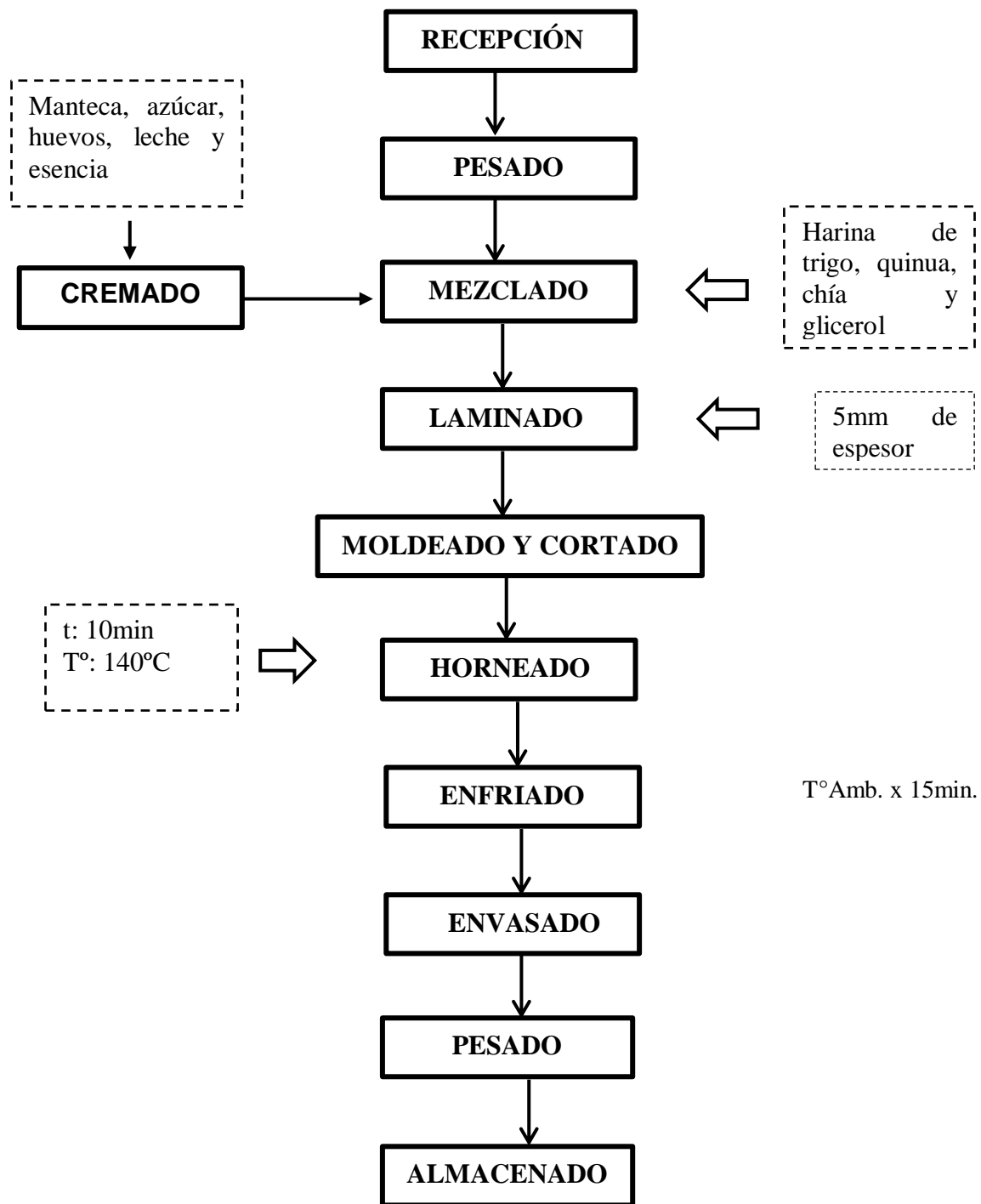


FIGURA 27: Diagrama definitivo para la elaboración de Elaboración de Galletas de harina de trigo, quinua y chía

## 4.6. EVALUACIÓN DE GALLETAS

### 4.6.1. Evaluación de la proteína de las galletas de harina de trigo, quinua y chía.

En la tabla 18 se muestra los resultados obtenidos del contenido de proteínas para las diferentes formulaciones según el diseño experimental.

TABLA 18: Valor Proteico de las galletas de harina de Trigo, Quinua y Chía Blanca

Formulaciones	H. de Quinua (%)	H. de Chía (%)	Glicerol (mg)	Proteína (%)
F1	15	10	300	10.67
F2	25	10	200	10.53
L F3	15	7.5	400	9.42
a F4	25	5	200	9.33
F5	25	5	400	9.47
F6	25	7.5	300	9.1
e F7	15	5	300	9.22
v F8	35	10	300	10.45
a F9	25	10	400	9.82
l F10	35	7.5	200	9.7
u F11	15	7.5	200	8.72
F12	25	7.5	300	9.18
a F13	35	5	300	9.89
c F14	35	7.5	400	9.3
i F15	25	7.5	300	9.25
CONTROL	-	-	-	<b>8.53</b>

ón proteica de las formulaciones arrojó valores que están entre el 8.72% y 10.67%, siendo el valor más alto en contenido proteico la formulación F1 (15% de harina de Quinoa, 10% harina de Chía), F2 (25% de harina de Quinoa y 10% de harina de Chía) y F8 (35% harina de quinoa y 10% chía) con 10.64%, 10.53% y 10.45% respectivamente.

Estos resultados también reflejan que la sustitución parcial de harina de quinoa y chía ha elevado en valor proteico de la galleta (Formulación control). El valor más cercano al patrón de 8.53 %, fue la formulación F11 con 8.72% de proteína.

#### **A. Análisis de varianza para la variable dependiente contenido de proteínas de las galletas de harina de trigo, quinoa y chía**

En la tabla 19, Anova para las variables respuesta PROTEÍNA compara la significación estadística de cada efecto comparando el cuadrado medio con una estimación del error experimental. En este caso, 4 de los efectos: las variables Harina de Quinoa (A), Harina de chía (B), interacción Harina de quinoa-glicerol (AC) y el termino cuadrático harina de chía (BB), que afectan significativamente en el contenido de proteínas ya que tiene valor-p menores a 0.05 (valor p de tabla al 95% de confiabilidad).



TABLA 19: Análisis de varianza para la variable dependiente contenido de proteínas de la galleta.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor-F</b>	<b>Valor-P</b>
A:Harina de					
Quinoa	0.214512	1	0.214512	6.99	0.0457
B:Harina de					
Chia	1.5842	1	1.5842	51.66	0.0008
C:Glicerol					
AA	0.132126	1	0.132126	4.31	0.0926
AB	0.198025	1	0.198025	6.46	0.0518
AC	0.3025	1	0.3025	9.86	0.0256
BB	1.76641	1	1.76641	57.6	0.0006
BC	0.180625	1	0.180625	5.89	0.0596
CC	0.0241256	1	0.024126	0.79	0.4157
Error total	0.153342	5	0.030668		
Total (corr.)	4.55453	14			
R <sup>2</sup>	0.966332				

En la figura 28 se presenta el grafico de Pareto del efecto de las variables independiente en el contenido de proteínas, grafica los estimados en orden decreciente de importancia. La longitud de cada barra es proporcional al

efecto estandarizado, el cual es el efecto estimado dividido entre su error estándar.

Cualquiera que se extienda más allá de la línea corresponde a efectos que son estadísticamente significativos con un 95.0% de nivel de confianza. En este caso, hay 4 efectos significativos.

Como se puede observar la harina de chía y quinua tiene efecto positivo es decir si se incrementa el porcentaje el contenido de proteínas de la galleta también, ya que supera el límite marcado como estadísticamente significativo (línea vertical), caso contrario sucede con el glicerol que tiene un efecto negativo.

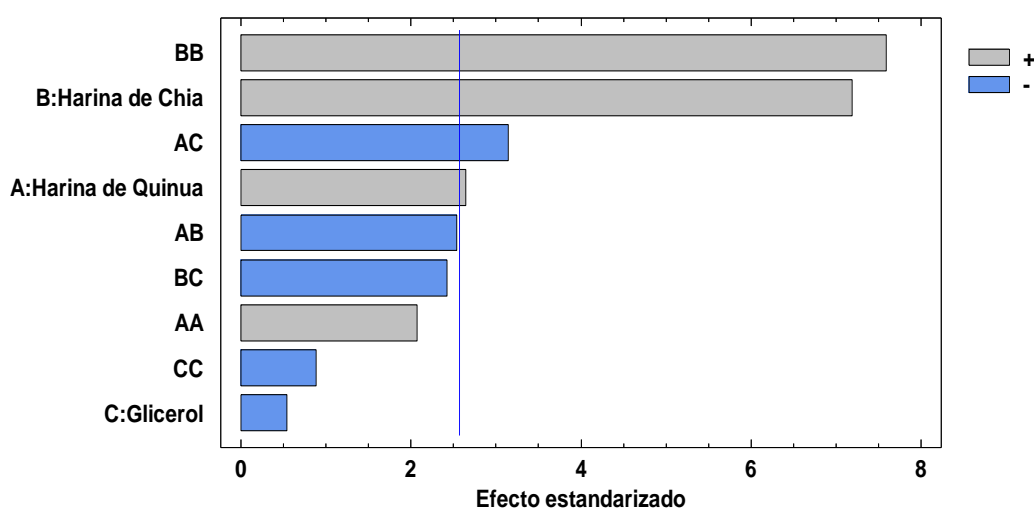


FIGURA 28: Grafico de Pareto de los efectos de las variables independientes en el contenido de proteínas de la galleta

tante aclarar que el signo que presentan los coeficientes determina la forma como la variable influye en el sistema y da una idea de la dirección a seguir en los experimentos siguientes para ubicar el óptimo. Un signo positivo para una variable determinada, indica que debe incrementarse la concentración de este componente para aumentar el

contenido en proteína, del mismo modo el signo negativo indica que su concentración debe disminuirse.

#### **A. Efecto de las variables independiente en contenido de proteína de las galletas de harina de trigo, quinua y chía**

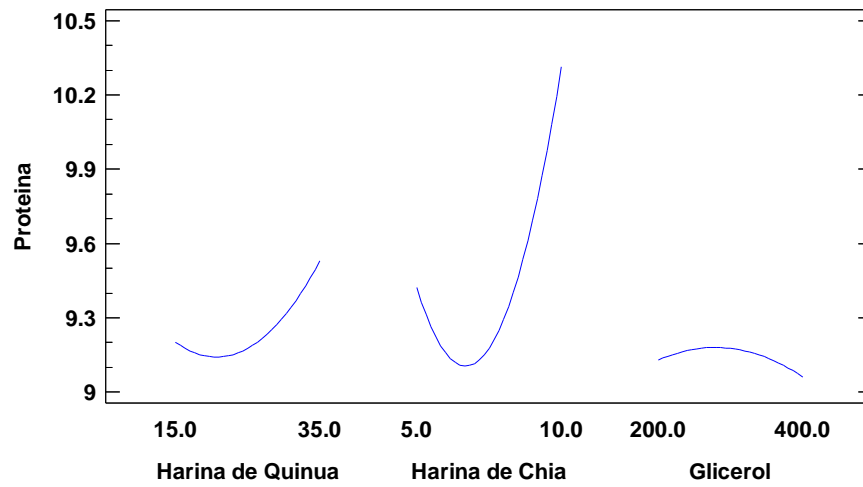
En la figura 29 se puede apreciar el efecto positivo en el contenido de proteína que tiene la sustitución harina de Quinua y chía; y el efecto negativo que presenta el glicerol, conforme se aumenta el porcentaje de harina de chía y quinua el porcentaje de contenido de proteínas se incrementa, siendo la harina chía la que afecta en mayor porcentaje.

En gráfico de interacción (b) se muestran las interacciones para la variable respuesta proteína. Si las líneas (-) y (+) no se cruzan entre sí, implica que no existe interacción estadísticamente significativa entre ambos factores, como ocurre en este caso para las interacciones AB, mientras que los factores AC Y BC, se cruzan entre si indicando que existe interacción estadísticamente significativa entre ambos factores.

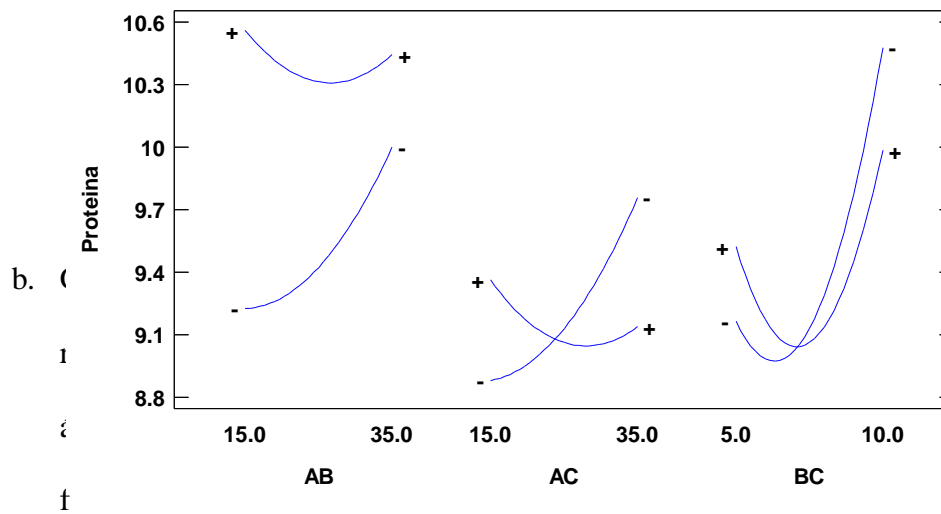
Se observa que a un porcentaje de 15% de harina de quinua se obtiene mayor contenido de proteínas y para un 10% de harina de chía, manteniendo casi el mismo porcentaje de proteínas si incrementamos el porcentaje de harina de quinua.

Para el caso de la interacción harina de quinua (A) y glicerol (C) se puede observar que menor contenido de glicerol aumenta el contenido de proteínas. Para la interacción harina de chía (B) y glicerol (C) se puede observar que a menor porcentaje de harina de chía se obtiene

mayor contenido de proteínas a mayor contenido de glicerol, caso contrario cuando se incrementa el porcentaje de harina de chía.



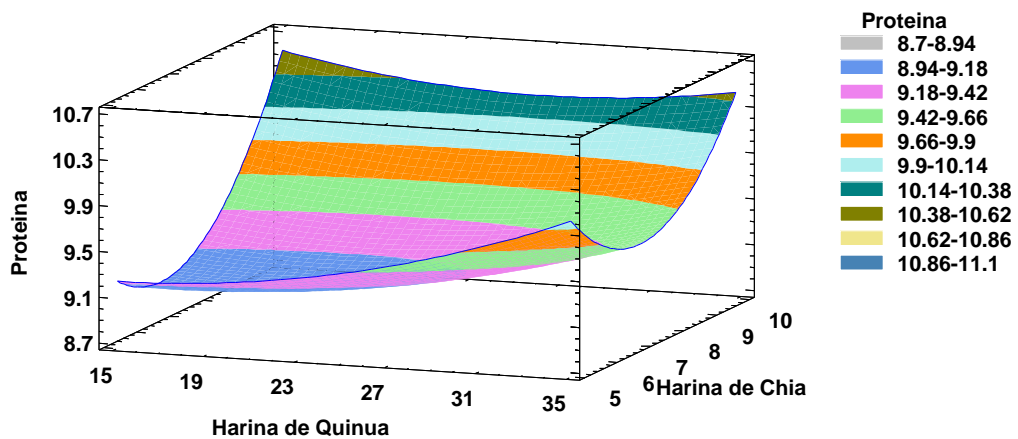
a. Gráfico de efectos principales



b. Gráfico de interacciones

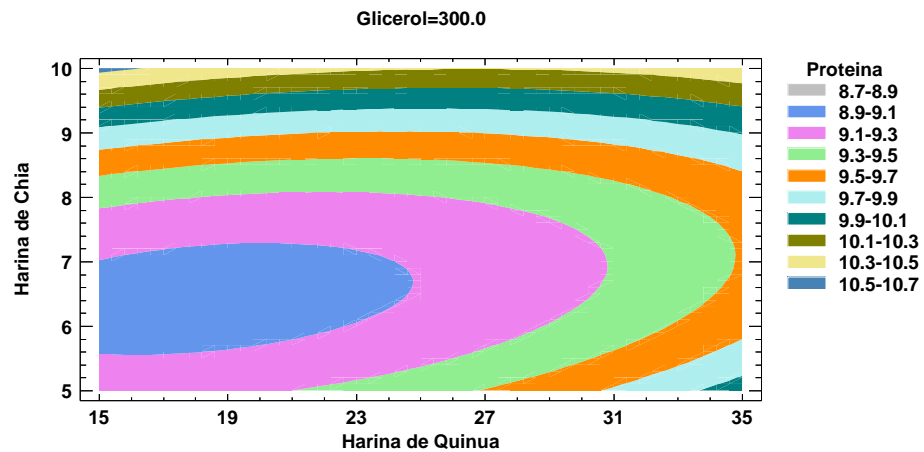
FIGURA 29: Gráficos de efectos principales (a) e interacciones (b) en el contenido proteína de las galletas de harina de trigo, quinua y chía.

En la figura 30 se puede observar en el grafico superficie respuesta (a), que conforme se incrementa el porcentaje de harina de quinua y chía, se incrementa el porcentaje de proteína de la galleta. En el gráfico de contornos (b) nos permite identificar que ha porcentajes de 15 a 16 % de harina de quinua y 10% harina de chía en la formulación permitirá lograr contenidos proteicos entre el 10.5 al 10.7% en las galletas



enriquecidas.

(a)



(b)

FIGURA 30: Grafico de Superficie de respuesta y contorno para el efecto del porcentaje de harina de Chía y Quinoa en el contenido proteína de las galletas de harina de trigo, quinua y chía.

#### 4.6.2. Evaluación de fibra de las galletas de harina de trigo, quinua y chía

En la tabla 20 se muestra los resultados obtenido del contenido de fibra para las diferentes formulaciones según el diseño experimental.

TABLA 20: Respuestas del análisis de Fibra de las galletas de harina de Trigo, quinua y Chía Blanca

Formulaciones	Harina de Quinoa %	Harina de Chía %	Glicerol mg	Fibra %
F1	15	10	300	2.42
F2	25	10	200	1.66
F3	15	7.5	400	1.28
F4	25	5	200	1.24
F5	25	5	400	1.28
F6	25	7.5	300	1.54
F7	15	5	300	1.03
F8	35	10	300	1.96
F9	25	10	400	2.22
F10	35	7.5	200	1.85
F11	15	7.5	200	1.7
F12	25	7.5	300	1.55
F13	35	5	300	1.54
F14	35	7.5	400	1.4
F15	25	7.5	300	1.57
CONTROL	-	-	-	<b>1.2</b>

Se observa en la tabla los porcentajes de fibra de las galletas se encuentran entre 1.03 y 2.42%, siendo las formulaciones 1(15% de harina de quinua y 10% de harina de chía), 9(25% de harina de quinua y 10% de harina de chía), 8 (35% de harina de quinua y 10% de harina de chía), los que presentaron mayor porcentaje de fibra 2.42, 2.22 y 1.96 % respectivamente. Se observa que la galleta control, que no contiene ninguna de las variables en su formulación, presentó 1.2% de fibra.

**A. Análisis de varianza para la variable dependiente contenido de fibra de las galletas de harina de trigo, quinua y chía**

En la tabla 21, Anova para las variables respuesta FIBRA compara la significación estadística de cada efecto comparando el cuadrado medio con una estimación del error experimental. En este caso, 1 efecto tiene un valor  $p < 0.05$ , indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

Se observa que las variables Harina de chía (B), afecta significativamente en el contenido de fibra ya que tiene valor-p menores a 0.05 (valor p de tabla al 95% de confiabilidad).

TABLA 21: Análisis de varianza para la variable dependiente contenido de fibra de la galleta

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor-F</b>	<b>Valor-P</b>
A:Harina de Quinoa	0.0128	1	0.0128	0.21	0.6646
B:Harina de Chia	1.25611	1	1.25611	20.8	0.0061
C:Glicerol	0.0091125	1	0.0091125	0.15	0.7137
AA	0.0185256	1	0.0185256	0.31	0.6035
AB	0.235225	1	0.235225	3.9	0.1054
AC	0.000225	1	0.000225	0	0.9537
BB	0.0474256	1	0.0474256	0.79	0.4161
BC	0.0676	1	0.0676	1.12	0.3385
CC	0.0164103	1	0.0164103	0.27	0.6244
Error total	0.301942	5	0.0603883		
Total (corr.)	1.96856	14			
R <sup>2</sup>	0.8466				

En la figura 31 se presenta el gráfico de Pareto, este tipo de análisis permite estudiar la influencia de las variables sobre la respuesta (contenido de Fibra) y las interacciones entre ellas. Se puede observar que la chía es altamente significativa con respecto a los demás



componentes y es el componente de las 15 formulaciones que más influye en el contenido de fibra de la galleta.

Se puede observar que la harina de chía y quinua tiene efecto positivo es decir si se incrementa el porcentaje el contenido de fibra de la galleta también se incrementa, caso contrario sucede con el glicerol que tiene un efecto negativo

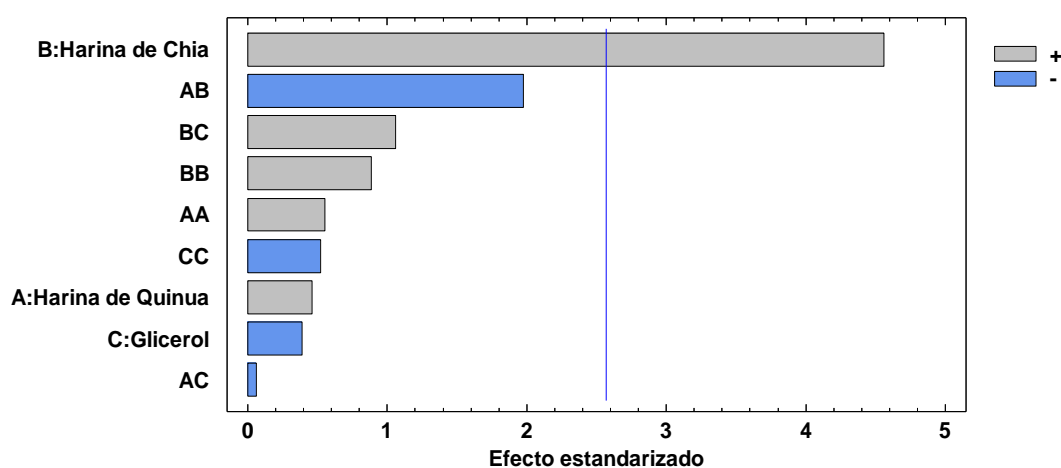


FIGURA 31: Grafico de Pareto de los efectos de las variables independientes en el contenido de fibra de la galleta.

e

bemos recordar que un signo positivo para una variable determinada, indica que debe incrementarse la concentración de este componente para aumentar el contenido en fibra, del mismo modo el signo negativo indica que su concentración debe disminuirse.

## **B. Efecto de las variables independiente en contenido de fibra de las galletas de harina de trigo, quinua y chía**

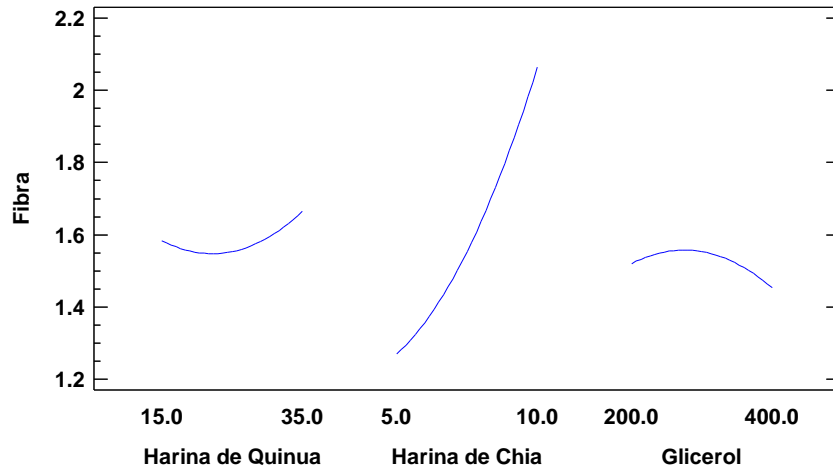
En la figura 32 se puede observar que conforme se aumenta el porcentaje de harina de chía el porcentaje de contenido de fibra se incrementa, siendo la harina chía la que afecta en mayor porcentaje.

El contenido de fibra de la de chía (18-30%) respecto al de otros cereales, permite apreciar que la chía tiene 1,6; 2,3; 12 2,6; 8,3 y 9,8 veces más contenido de fibra dietética que la cebada, trigo, avena, maíz y arroz, respectivamente.( Capitani, M. (2013)

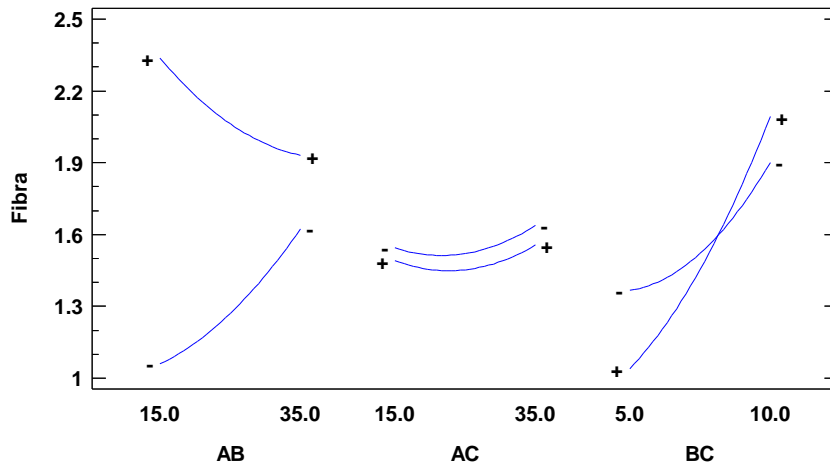
En el gráfico de interacción se muestran las interacciones para la variable fibra. Si las líneas (-) y (+) no se cruzan entre sí, implica que no existe interacción estadísticamente significativa entre ambos factores, como ocurre en este caso para las interacciones AB, y AC, mientras que los factores BC, se cruzan entre si indicando que existe interacción estadísticamente significativa entre ambos factores.

Los factores harina de quinua (A) y harina de chia (B) se puede observar que a un porcentaje de harina de chia de 5%, el porcentaje de fibra se incrementa conforme se incrementa la harina de quinua, caso contrario sucede a para un porcentaje de harina de harina de chía de 10%, conforme aumentamos la harina de quinua disminuye el porcentaje de fibra. En el gráfico de interacción de la harina de quinua (A) con glicerol (C) se puede observar que es indiferente si agregamos más glicerol a la galleta. En el gráfico de interacción harina de chía (B) y glicerol (C) se puede observar para un porcentaje de harina de chía de

5% se obtiene mayor contenido de fibra en la galleta cuando se le adiciona menos glicerol (200mg), cuando se incrementa el porcentaje de harina de chíá se incrementa el contenido de fibra, siendo indiferente el contenido de glicerol.



a. Gráfico de efectos principales



b. Grafico de Interacciones

FIGURA 32: Gráficos de efectos principales (a) e interacciones (b) en el contenido fibra de las galletas de harina de trigo, quinua y chíá.

En la figura 33 de la gráfica de superficies respuesta(a) se puede observar que conforme se incrementa el porcentaje de harina de quinua y chía, se incrementa el porcentaje de fibra de la galleta.

En el gráfico de contornos nos permite identificar que ha porcentajes máximos de 16% harina de quinua y 10 %harina de chía en la formulación de galletas permitirá lograr entre el 1.9 a 2.05% de fibra en las galletas enriquecidas.

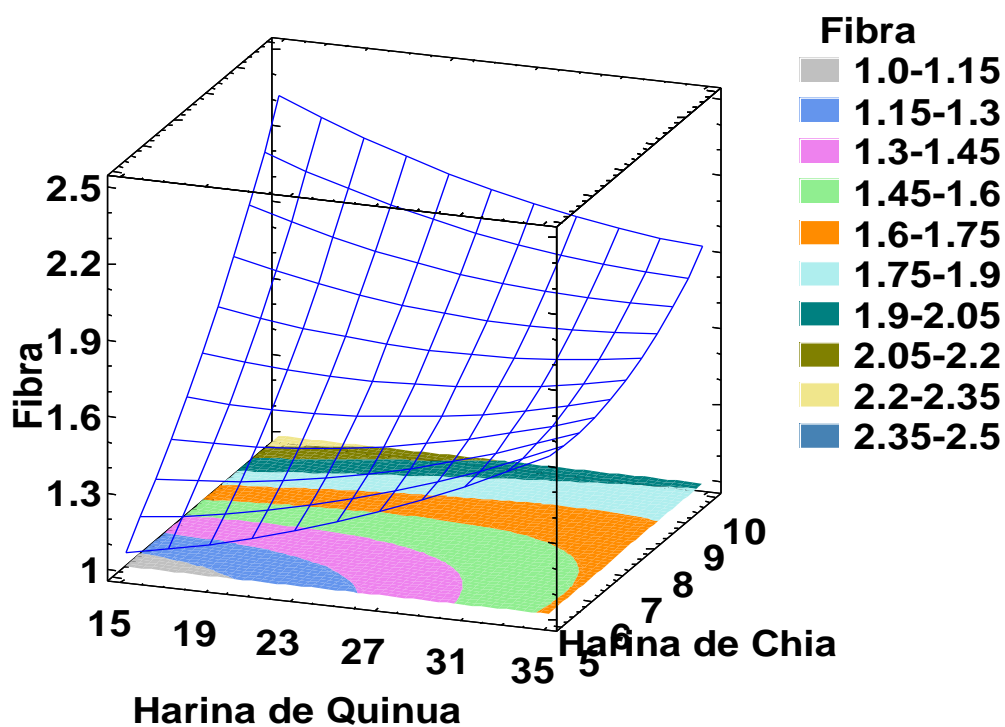


FIGURA 33: Grafico de Superficie de respuesta y contorno para el efecto del porcentaje de harina de Chía y Quinua en el contenido fibra de las galletas de harina de trigo, quinua y chía.

#### 4.6.3. Evaluación de Textura de las galletas de harina de trigo, quinua y chía

En la tabla 22 se muestra los resultados obtenido de la textura para las diferentes formulaciones según el diseño experimental.

TABLA 22: Respuestas del análisis de Textura de las galletas de harina de Trigo, quinua y Chía Blanca

Formulaciones	Harina de Quinua %	Harina de Chía %	Glicerol mg	Textura MJ
F1	15	10	300	35.45
F2	25	10	200	51.93
F3	15	7.5	400	49.08
F4	25	5	200	43.00
F5	25	5	400	42.70
F6	25	7.5	300	30.69
F7	15	5	300	42.00
F8	35	10	300	42.18
F9	25	10	400	38.60
F10	35	7.5	200	49.42
F11	15	7.5	200	30.34
F12	25	7.5	300	30.69
F13	35	5	300	37.07
F14	35	7.5	400	32.62
F15	25	7.5	300	44.88
CONTROL	-	-	-	<b>35.68</b>

En la evaluación de textura, las formulaciones arrojaron valores que fluctúan entre 30.34 mJ y 51.93 mJ, siendo el valor más bajo la formulación F1 (15% de harina de Quinua y 10% de harina de Chía) con 35.45 mJ de trabajo terminado, este el más cercano a la formulación control (35.68mJ). Los valores más altos para textura son las formulaciones F2 (25% de harina de quinua y 10% harina de chía) y F10 (35% de harina de Quinua y 7.5% de harina de Chía) con 51.93 mJ y 49.42 mJ respectivamente.

#### **A. Análisis de varianza para la variable dependiente Textura de las galletas de harina de trigo, quinua y chía**

La textura es un factor importante en la aceptabilidad de los alimentos (Kim et al., 2012; Chen y Linus, 2013; Torres et al., 2015). Incluye un número de sensaciones físicas diferentes; aunque es más conveniente utilizar el término “parámetros texturales” (Foegeding et al., 2011; Akwetey y Knipe, 2012; Zhuab et al., 2013). Los cuales son el grupo de características físicas que dependen de los elementos estructurales del material y se relacionan con la deformación, desintegración, flujo por la aplicación de una fuerza y se miden objetivamente como una función de masa, tiempo y distancia (Paula y Conti-Silva, 2014).

En la tabla 23 se puede observar que la interacción Harina de Quinua (A) y glicerol (C) afecta significativamente en la textura ya que tiene valor-p menores a 0.05 (valor p de tabla al 95% de confiabilidad)

TABLA 23: Análisis de varianza para la variable dependiente textura de la galleta

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor-F</b>	<b>Valor-P</b>
A:Harina de Quinoa	2.44205	1	2.44205	0.07	0.7991
B:Harina de Chia	1.43651	1	1.43651	0.04	0.845
C:Glicerol	17.082	1	17.082	0.5	0.5096
AA	0.00360577	1	0.00360577	0	0.9922
AB	33.9889	1	33.9889	1	0.3627
AC	315.773	1	315.773	9.31	0.0284
BB	51.1987	1	51.1987	1.51	0.2738
BC	42.4452	1	42.4452	1.25	0.3141
CC	89.1505	1	89.1505	2.63	0.1658
Error total	169.539	5	33.9077		
Total (corr.)	714.716	14			
R <sup>2</sup>	0.7628				

Se observa la respuesta textura en función de las variables independientes en estudio, con los parámetros estadísticamente significativos, fue aceptable, puesto que el porcentaje de r<sup>2</sup> fue mayor a 70%; haciendo posible concluir en un modelo en función de la harina de quinua y chía que se ajusta bien a los datos experimentales.

En la figura 34, el Diagrama de Pareto grafica los estimados en orden decreciente de importancia. La longitud de cada barra es proporcional al efecto estandarizado. Cualquiera que se extienda más allá de la línea corresponde a efectos que son estadísticamente significativos con un 95.0% de nivel de confianza.

En este caso hay un efecto significativo de la interacción entre las variables quinua y glicerol. Se puede observar el glicerol tiene un efecto positivo en la textura, por otro lado la harina de quinua y chía tiene efectos negativo en la textura de la galleta.

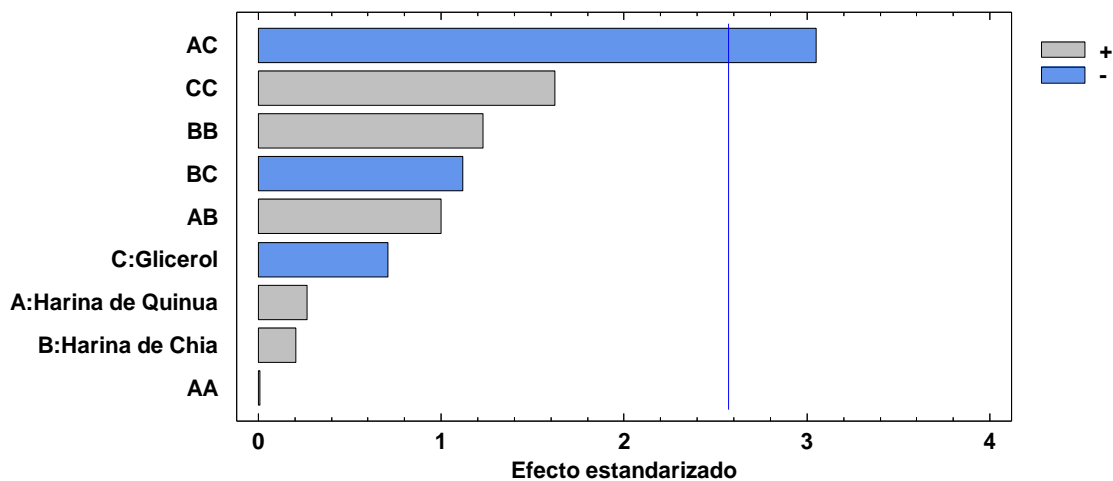


FIGURA 34: Grafico de Pareto de los efectos de las variables independientes en la textura de la galleta.

**A. Efecto de las variables independiente en la Textura de las galletas de harina de trigo, quinua y chía**

En la figura 35 se puede observar que conforme se aumenta el porcentaje de harina de quinua aumenta la resistencia de la galleta,



en el caso de la harina de chía esta resistencia disminuye, lo cual se asemeja a lo reportado por Barrientos (2010) que indica que al aumentar el contenido de harina de chía en la fórmula (10, 25 y 50%) las galletitas son más blandas. En el caso del glicerol a menor concentración la resistencia es mayor siendo, disminuyendo la textura

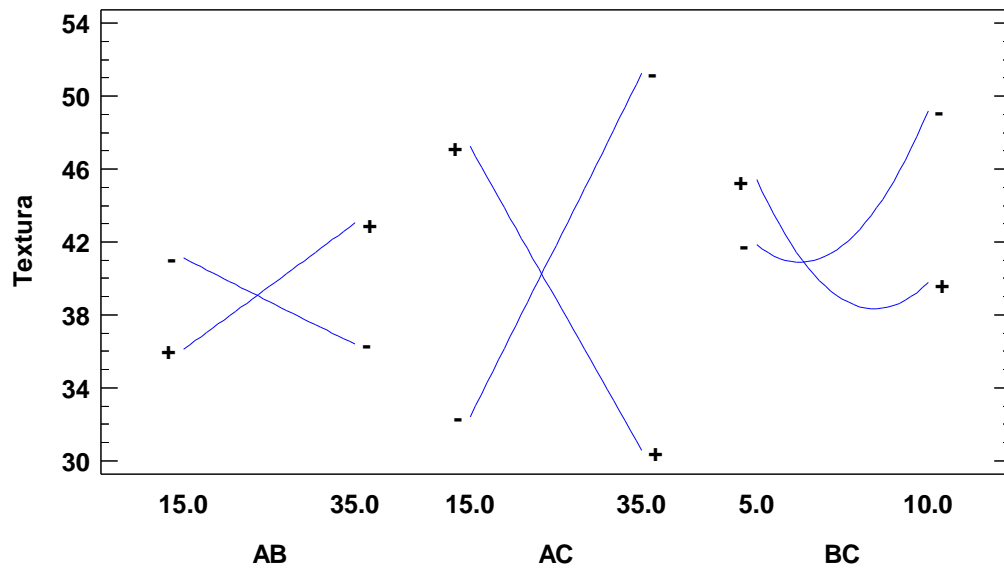
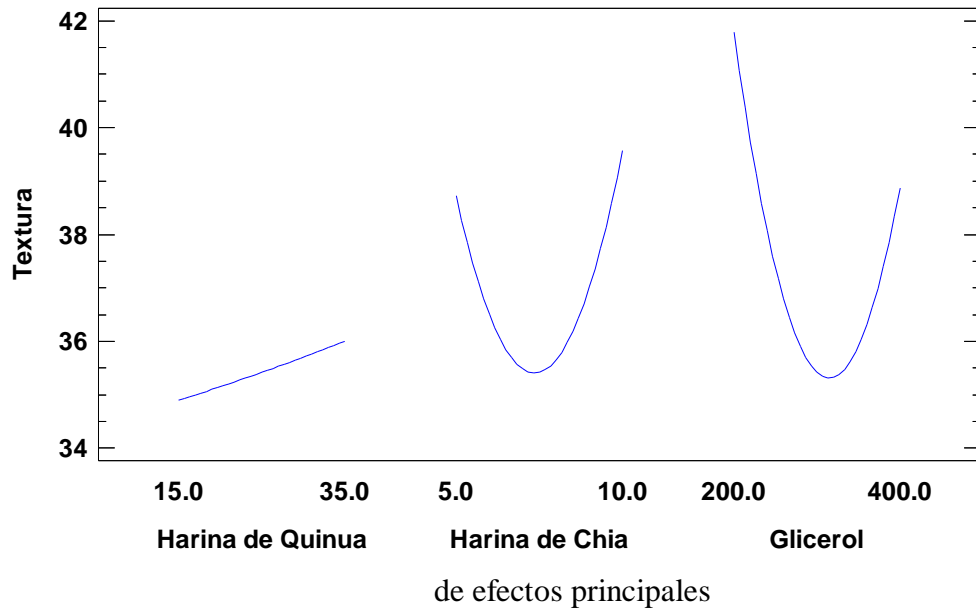
La presencia de glicerol disminuye la dureza de las masas, haciendo que éstas sean menos duras, más elásticas, cohesivas y manejables y esta disminución de dureza se muestra en el producto final (Embuena, 2015).

En gráfico de efectos principales(a) la harina de quinua y chía se puede observar que los valores de textura aumentan en la galleta a mayor porcentaje de ambas harinas. (Cabeza, 2009).

La fibra que contiene la harina de chia en mayor porcentaje, provoca una mayor necesidad de agua. La diferencia en la absorción de agua es causada principalmente por el mayor número de grupos hidroxilo que existen en la estructura de la fibra y permite la interacción de más agua a través de puentes de hidrógeno. Las galletas tenían mayor peso, posiblemente por la mayor retención de agua, y mayor volumen.

En el gráfico de interacciones (b), en que se muestran las interacciones para la variable respuesta textura. Si las líneas (-) y (+) se cruzan entre sí, implica que existe interacción estadísticamente significativa entre ambos factores, como ocurre en este caso para las interacciones AB, AC, y BC.

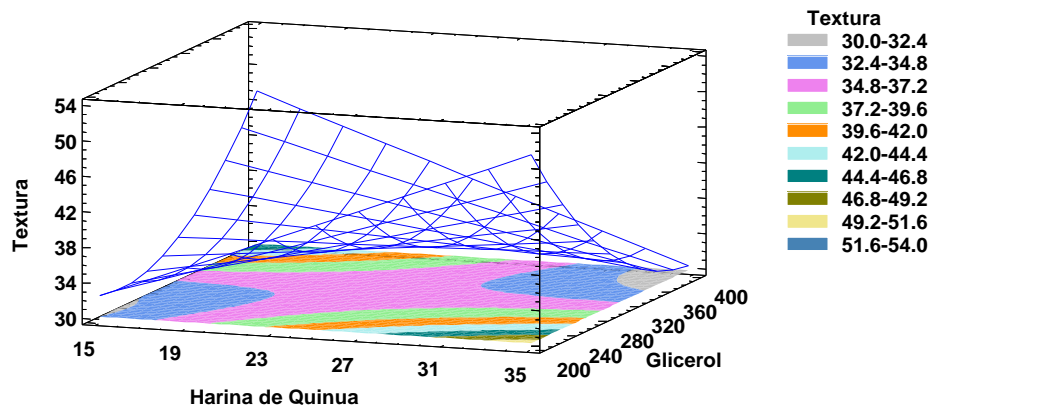
Para el caso de la interacción de ambas harinas (quinua y chía) con el glicerol se puede observar que hay mayor resistencia de la galleta a menor contenido de glicerol y mayor porcentaje de harina.



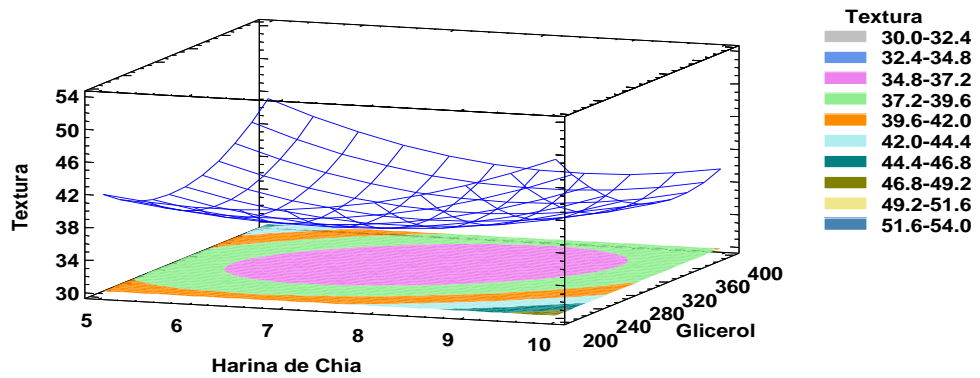
R

A 35: Grafico de Pareto de los efectos de las variables independientes en la textura de la galleta.

En la figura 36, el grafico superficie respuesta se puede identificar y describir el comportamiento de la textura de la galleta en función a la cantidad de harina de quinua y glicerol, la cual a medida que se aumenta el % Harina de quinua la textura se incrementa, caso contrario pasa en el glicerol ya que al aumentar su contenido la textura disminuye. En la Figura (b) se observa que la textura disminuye cuando el % Harina de chíá aumenta (6-7%), y disminuye cuando el contenido de glicerol aumenta.



(a)



(b)

FIGURA 36: Grafico de Superficie de respuesta (a) y contorno (b) para el efecto del porcentaje de harina de Chíá y Quinoa con glicerol en la textura de las galletas de harina de trigo, quinua y chíá.

#### 4.6.4 Formulación óptima de las galletas de harina de trigo, quinua y chía

Para determinar la formulación óptima de la galleta, se aplicó la optimización multirespuestas de la Función Deseada, con los siguientes criterios de optimización mostrados en la tabla 00. Para lo cual se tuvo los siguientes criterios maximizar el contenido de proteínas y fibra, y mantener el valor de textura de 35.68 mJ la cual es la obtenida de una galleta patrón.

TABLA 24: Criterios de optimización multirespuesta para determinar la formulación óptima de la galletas de harina de trigo, quinua y chía.

Respuestas máximas y mínimas obtenidas			
Respuesta	Baja	Alta	Meta
Proteína	8,72	10,67	Maximizar
Fibra	1,03	2,42	Maximizar
Textura	30,34	51,93	35,68

En la tabla 25 se observan los valores de deseabilidad de la función de optimización, para cual los se obtuvo el mayor valor de 0.933926, obteniéndose dicho valor bajo las condiciones de Harina de Quinua 15.0%, Harina de Chía 10.0% y Glicerol 287,254 mg, teniendo como valores óptimos de Proteína de 10,5563%, Fibra 2,32194% y Textura 35,6801mJ.

TABLA 25: Soluciones obtenidas para la función deseada según criterios de optimización.

Fila	Proteína	Fibra	Textura	Deseabilidad Prevista	Deseabilidad Observada
1	9,22	1,03	42,0	0,0975369	0,0
2	9,89	1,54	37,07	0,560069	0,49432
3	10,67	2,42	35,45	0,933926	0,985432
4	10,45	1,96	42,18	0,651365	0,681105
5	8,72	1,7	30,34	0,0984657	0,0
6	9,7	1,85	49,42	0,171938	0,284447
7	9,42	1,28	49,08	0,218317	0,159593
8	9,3	1,4	32,62	0,0912814	0,215835
9	9,33	1,24	43,0	0,198398	0,201032
10	10,53	1,66	51,93	0,440607	0,0
11	9,47	1,28	42,7	0,0786147	0,247234
12	9,82	2,22	38,6	0,622602	0,606841
13	9,1	1,54	30,69	0,269819	0,0970197
14	9,18	1,55	30,69	0,269819	0,110914
15	9,25	1,57	44,88	0,269819	0,231775

Se realizó la validación de los resultados obtenidos según el modelo matemático, para lo cual se volvió a realizar la galleta bajo las condiciones óptimas de Harina de Quinoa de 15.0%, Harina de Chía de 10.0% y Glicerol de 287 mg obteniéndose los resultados de la tabla 26, en el cual se puede observar el porcentaje de variación es pequeño por

cual se puede concluir que el modelo ajusta adecuadamente nuestros resultados.

TABLA 26: Valor teórico y real de la formulación óptima de la galletas de harina de trigo, quinua y chía.

	Valor óptimo según diseño experimental	Resultado obtenido	% de variación
Proteína	10,5563%	9,94 ± 0,95%	5,84
Fibra	2,32194%	1.98 ± 0,79 %	14,66
Textura	35,6801mJ.	36,14± 0.44 mJ	1,29

Se observa que el porcentaje de proteínas de la formulación óptima (9.94±0,95%) con respecto al control (9.53%) es ligeramente mayor. Al igual que el porcentaje de fibra 1.98±0.79% y 1.2% respectivamente.

Se observa que el valor de fuerza máxima de compresión de la galleta de mejor formulación es 36.14mJ es ligeramente mayor que galleta control 35.68mJ. Esta diferencia se basa en las distintas características de resistencia a la deformación que posee un producto (Hoseney, 1991). La galletas elaboradas con harina quinua y chía presenta mayor contenido de proteínas con respecto al 8.05% de galletas elaboradas con harina algarroba y avena según lo reportado por Paucar y Ramos (2015), así mismo esta presentó un valor de textura de 184.03±2.64 mJ, mucho mayor que la galleta elaborada con quinua y chía (36.14mJ)

pudiéndose apreciar que esta es más dura ya que se empleó mayor trabajo para poder fracturar la galleta

#### 4.6.5. Evaluación sensorial

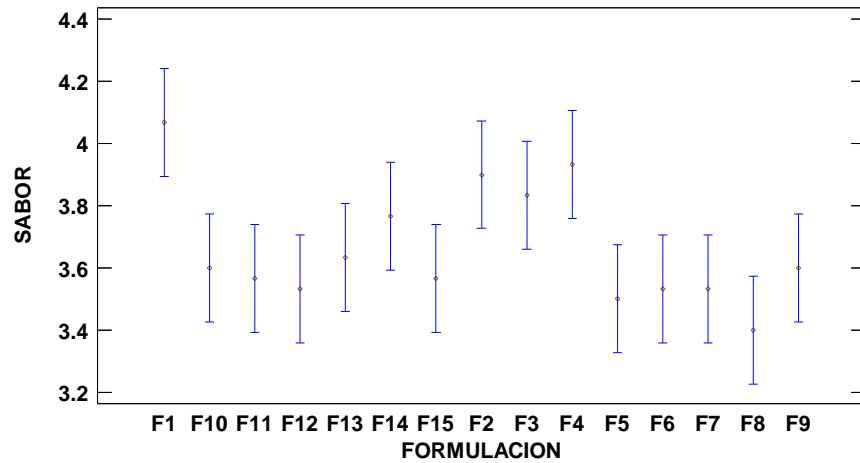
Se realizó la evaluación sensorial para la diferente formulación propuestas según el diseño experimental, teniendo como características sensoriales el sabor, color, olor y textura de la galleta.

En la tabla 27, se observa el análisis de varianza para la característica sensorial sabor, en la cual se puede observar que hay diferencias significativas en las formulaciones así como en los resultados obtenidos por los panelistas. En la figura 37 se presenta el grafico de medias de Fisher en el cual se puede observar que la formulación que tuvo mayor puntuación promedio en sabor fue la formulación F1 la cual contiene harina de Quinoa 15%, Harina de Chía 10% y Glicerol 300mg.

TABLA 27: Análisis de varianza para el sabor

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS</b>					
<b>PRINCIPALES</b>					
A:FORMULACION	15.1644	14	1.08317	2.32	0.0045
B:PANELISTA	79.3978	29	2.73785	5.86	0.0000
RESIDUOS	189.769	406	0.467411		
TOTAL	284.331	449			
<b>(CORREGIDO)</b>					

Medias y 95.0% de Fisher LSD



a

FIGURA 37: Grafico de medias de Fisher para el sabor para las diferentes formulaciones

Tabla 28, se observa el análisis de varianza para la característica sensorial color, en la cual se puede observar que hay diferencias significativas en las formulaciones así como en los resultados obtenidos por los panelistas.

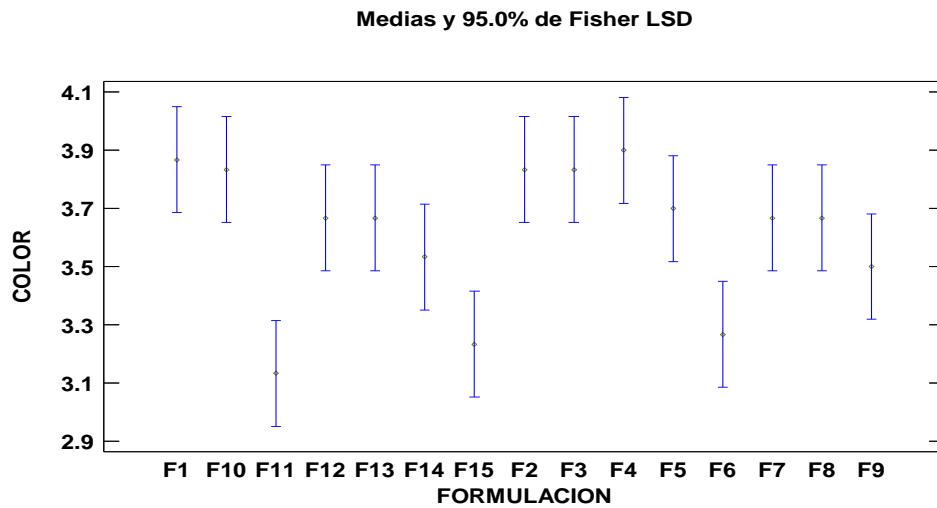
En la figura 38 se presenta el grafico de medias de Fisher en el cual se puede observar que la formulación que tuvo mayor puntuación promedio en color fue la formulación F4 la cual contiene harina de Quinoa 25%, Harina de Chía 5% y Glicerol 200mg.



TABLA 28: Análisis de varianza para el Color

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS</b>					
<b>PRINCIPALES</b>					
A:FORMULACION	24.72	14	1.76571	3.43	0.0000
B:PANELISTA	92.5533	29	3.19149	6.21	0.0000
RESIDUOS	208.747	406	0.514154		
TOTAL	326.02	449			
<b>(CORREGIDO)</b>					

En la tabla



o

FIGURA 38: Gráfico de medias de Fisher para el color para las diferentes formulaciones

Se observa el análisis de varianza para la característica sensorial olor, en la cual se puede observar que hay diferencias significativas en las

formulaciones así como en los resultados obtenidos por los panelistas. En la figura 39 se presenta el gráfico de medias de Fisher en el cual se puede observar que la formulación que tuvo mayor puntuación promedio en olor fue la formulación F4 la cual contiene harina de Quinua 25%, Harina de Chía 5% y Glicerol 200mg.

TABLA 29: Análisis de varianza para el olor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón- F	Valor-P
<b>EFFECTOS</b>					
<b>PRINCIPALES</b>					
A:FORMULACION	13.9911	14	0.999365	2.87	0.0004
B:PANELISTA	93.6911	29	3.23073	9.26	0.0000
RESIDUOS	141.609	406	0.34879		
TOTAL (CORREGIDO)	249.291	449			

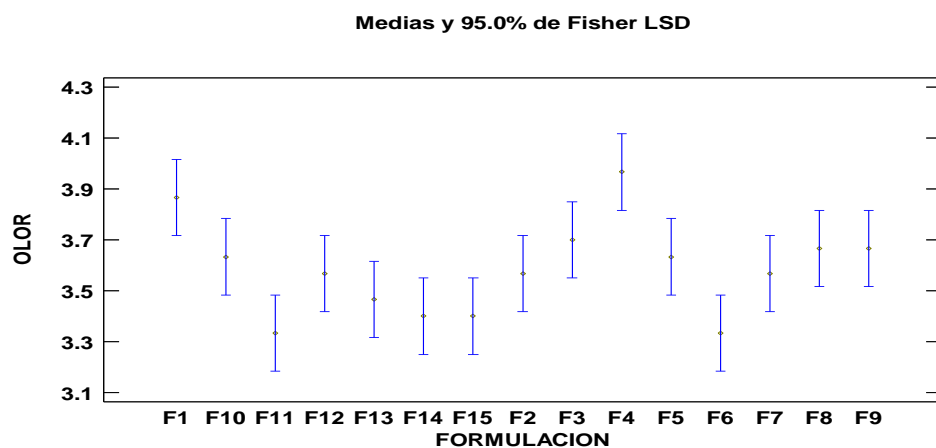


FIGURA 39: Gráfico de medias de Fisher para el olor para las diferentes formulaciones

En la tabla 30, se observa el análisis de varianza para la característica sensorial textura, en la cual se puede observar que hay diferencias significativas en las formulaciones así como en los resultados obtenidos por los panelistas. En la figura 40 se presenta el gráfico de medias de Fisher en el cual se puede observar que la formulación que tuvo mayor puntuación promedio en olor fue la formulación F1 la cual contiene harina de Quinoa 15%, Harina de Chía 10% y Glicerol 300mg y F2 la cual contiene harina de Quinoa 25%, Harina de Chía 10% y Glicerol 200mg.

TABLA 30: Análisis de varianza para textura

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón- F	Valor-P
<b>EFFECTOS</b>					
<b>PRINCIPALES</b>					
A:FORMULACION	15.4	14	1.1	2.29	0.0049
B:PANELISTA	76.3667	29	2.63333	5.49	0.0000
RESIDUOS	194.733	406	0.479639		
TOTAL (CORREGIDO)	286.5	449			

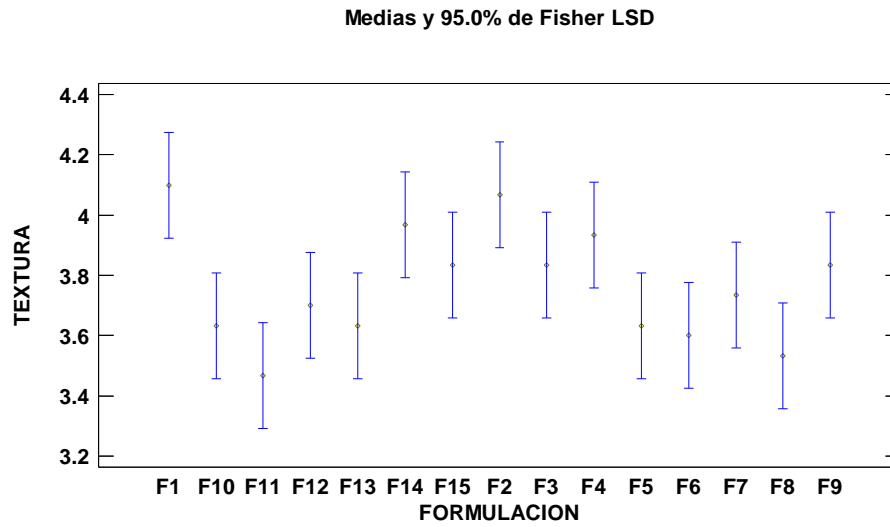


FIGURA 40: Grafico de medias de Fisher para la textura para las diferentes formulaciones

#### 4.7. Evaluación de la mejor Formulación

##### 4.7.1. Caracterización químico proximal

En la tabla se observa la caracterización químico proximal de la galleta control como el de la galleta óptima.

TABLA 31: Composición porcentual (%) de la galleta control y con mejor formulación.

Componentes (%)	Galleta control	Galleta de mejor formulación
Humedad	3.01	3.021
Proteína	9.53	9.94 ± 0.95
Grasa	15.56	22.33
Cenizas	1.85	2.12
Carbohidratos	68.8	60
Fibra	1.2	1.98 ± 0.79

En la tabla 31, observamos que el contenido de humedad para la galleta control y galleta enriquecida son semejantes 3.01 % y 3.021% respectivamente, estos resultados son semejantes a los presentados por Contreras.(2015) con una humedad máxima de 3.8% para una galleta enriquecida con harina de quinua; por su lado Paucar & Ramos(2015) determinaron un contenido de humedad del  $6.06\pm 0.10\%$ , dichos valores están dentro de la norma, ya que la NTP 206.001:1981 (revisada el 2011) establece una humedad máxima de 12% (INDECOPI, 2011).

En el contenido de proteínas la galleta control presentó 8.53%, menor que el  $9.94\pm 0.95\%$  de la galleta óptima. Por su parte García, Jiménez & Martínez (2017) obtuvieron valores un  $8.24\pm 0.01$ ,  $8.3\pm 0.02\%$  de proteínas en mezclas de 80% y 20%, 70 y 30% de harina de trigo y chia respectivamente; a su vez Paucar & Ramos (2015), en galletas elaboradas con harina de avena y algarroba, reportaron un contenido de proteínas del 8.05%, los cuales se encuentran por debajo de los registrados en la presente investigación.

La importancia de las proteínas en los sistemas alimenticios se debe a las propiedades nutricionales puesto que de sus componentes se obtienen moléculas nitrogenadas que permiten conservar la estructura y el crecimiento del que las consume; además pueden ser ingredientes de productos alimenticios que, por sus propiedades funcionales, ayudan a establecer la estructura y propiedades finales del alimento. (Badui, 2006, citado por Torres et al., 2015)

El porcentaje de grasa en la galleta control fue 15.56% a diferencia de la

galleta óptima con un 22.33%, esta última es ligeramente mayor al reportado por Contreras (2015), que obtuvo un 19.8 % en galletas sustituidas con harina de quinua; esto se debe al contenido de grasa presente en la harina de chía integral (32 %) para la elaboración de la galleta enriquecida.

En relación al contenido de cenizas en las galletas de harina de trigo, harina de quinua y harina de chía (2.12 %) existen ligera diferencia con la galleta control (1.85 %), siendo menor al 3% del límite máximo permisible según la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería, 2010.

Desde el punto de vista nutricional, se observó que la formulación en estudio aportó un contenido de minerales mayor al de las galletas comerciales elaboradas con 100 % de harina de trigo.

La fibra presente en las galletas óptimas fue  $1.98 \pm 0.79$  % relativamente más alto que el reportado para la muestra patrón de harina de trigo con un 1.2 %. Diversas investigaciones señalan que la fibra tiene varias implicaciones en la elaboración de las galletas. Por un lado, dada su influencia sobre la viscosidad y los requerimientos de la masa para la formación y textura de la galleta durante el horneado, un mayor contenido de fibra en la harina de los cereales tiende a variar las propiedades reológicas. (Torres et al., 2015)

#### **4.7.2. Determinación del tiempo de vida útil a condiciones aceleradas**

La humedad es una variable importante para la determinación de la vida útil de las galletas, mejor tratamiento (galleta óptima), al colocar las

muestras a condiciones aceleradas estas con el paso del tiempo van incrementando el porcentaje humedad y reduciendo la calidad del producto.

Según Moragas y De Pablo Busto (2006), el porcentaje de humedad para galletas simples debe estar dentro del 6%, debido a que al sobrepasar este porcentaje presentan características indeseables en sus propiedades físicas (textura y color). Se acondiciono una estufa para cada (se realizó por partes) temperatura de 30, 40 y 50°C, donde se calibro mediante un termómetro externo, y se colocó un bandeja de agua para acondicionar la humedad relativa, la cual también se midió mediante un higrómetro, comprobando que la humedad relativa estaba alrededor del 90-100% en las tres estufas.

Las muestras de galletas se tomaron las humedades iniciales, empleando la termobalanza, luego se procedió a embolsar en bolsa de polipropileno luego se realizó un muestreo, realizando un total de 5 a lo largo de la evaluación, en intervalos de días 0, 4, 7, 11, 14 donde se tomó 01 paquete y se realizó la determinación de humedad tal como se aprecia en la tabla 32, teniendo como Humedad inicial  $0.033 \text{ g}_{\text{agua}}/\text{g}_{\text{producto}}$  (3.3% en base humedad). Los métodos acelerados de la estimación de la vida útil son propicios para disminuir el tiempo dedicado a los ensayos de estimación cuando se están estudiando productos no perecederos. Se basa en someter el producto a condiciones de almacenamientos que aceleren las reacciones de deterioro, las que se denominan abusivas, que pueden ser temperatura, presiones parciales de oxígeno y contenidos de humedad altos (Viteri, 2010).

TABLA 32: Contenido de humedad de las galletas a temperatura de 30, 40 y 50°C durante los 14 días de evaluación.

Días	Humedad	Humedad	Humedad
	(g <sub>agua</sub> /g <sub>producto</sub> ) 30°C	(g <sub>agua</sub> /g <sub>producto</sub> ) 30°C 40°C	(g <sub>agua</sub> /g <sub>producto</sub> ) 30°C 50°C
0	0.033	0.033	0.033
4	0.036	0.037	0.043
7	0.039	0.041	0.049
11	0.048	0.045	0.054
14	0.048	0.052	0.063

Con la información recolectadas de las variaciones de peso se procedió a realizar los cálculos matemáticos aplicando la ecuación de Arrhenius debiéndose primero calcular el valor velocidad de reacción (K) de las rectas a 30°C, 40°C, y 50°C y luego se tabulo la recta de valor K vs las temperaturas de almacenamiento. En la gráfica N°00 se muestra la variación de humedad versus días a 30°C, 40°C y 50°C respectivamente.

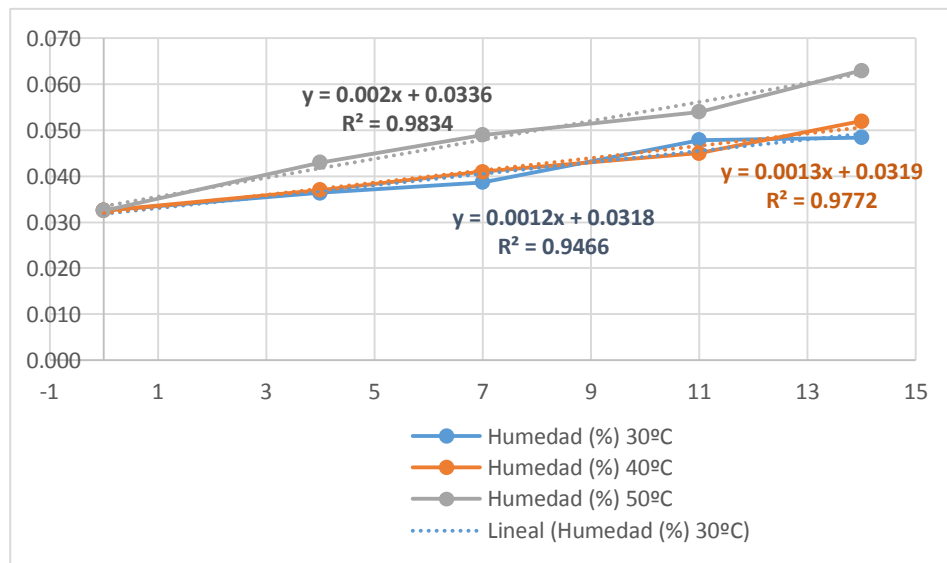


FIGURA 41: Variación del contenido de humedad para temperatura de 30, 40, 50°C



La tabla 33 se observa la constante cinética de velocidad para cada temperatura, la cual es la pendiente de la recta, la cual aumenta a medida que aumenta la temperatura de almacenamiento de las galletas. A partir de esta tabla se procedió a determinar los parámetros de la ecuación De Arrhenius, el cual nos permitirá determinar la constante cinética para la temperatura de 25°C.

TABLA 33: Constante cinética para temperatura de 30, 40 y 50°C

T	k (g H <sub>2</sub> O/g prod. día)	1/T	ln k
30	0.00124	0.0033	-6.6911
40	0.00133	0.0032	-6.6217
50	0.00205	0.0031	-6.1902

A partir de los datos de 1/T y ln(k) se calcula los parámetros de la ecuación de Arrhenius que dando la ecuación como  $k_0 = 3.56677$  y  $E_a/R = 2431.19$ .

$$k = k_0 e^{E_a/RT}$$

$$k = 3.56677 e^{2431.19/T}$$

A partir de esa ecuación de la Arrhenius encontramos el valor de la constante cinética a 25°C la cual es la temperatura promedio del medio ambiente en Chimbote, obteniendo una constante cinética  $k = 0.00102 \text{ g}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{g}_{\text{prod. día}}$  y sabiendo que el orden de la reacción de la pérdida de humedad es de orden cero, se procedió a calcular el tiempo de

vida útil de las galletas teniendo como humedad inicial ( $A_0$ ) de 0.03021g agua/gproducto (3.02%) y humedad final (A) de 0.08g agua/gproducto (8%) el cual es el máximo permitido para los programas Quali Warma del Perú, obteniendo como resultado 88 días de vida útil de nuestra galletas para una temperatura ambiental de 25°C y humedad relativa de 80-90%.

$$A = t_s k - A_0$$

Despejando  $t_s$ :

$$t_s = \frac{A - A_0}{k}$$

Donde  $A_0$  es la Humedad inicial, A es Humedad crítica de aceptabilidad comercial y k es la constante cinética a diferentes temperaturas y  $t_s$  es el tiempo de vida útil.

#### **4.7.3. Análisis Microbiológico**

La N.T.P. 206.002:1981(revisada el 2011); establece que las galletas deben estar exentas de microorganismos patógenos y la norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería insta con respecto a mohos, lo detallado en la tabla 34.

TABLA 34: Requisitos microbiológicos para los productos de panificación, galletería y pastelería.

**Productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura(pan, galletas, panes enriquecidos o fortificados, tostadas, bizcochos, panetón, queques, obleas, pre-pizzas, otros)**

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Escheherichia coli(*)	6	3	5	1	3	20
Staphylococcus aureus(*)	8	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
Clostridium pérfringens (**)	8	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
Salmonella sp. (*)	10	2	5	0	Ausenci a/25g	--
Bacillus cereus(***)	8	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>

(\*)Para productos con relleno

(\*\*)Adicionalmente para productos con rellenos de carne y/o vegetales

(\*\*\*) Para aquellos elaborados con harina de arroz/y/o maíz

**FUENTE:** R.M N°1020-2011/MINSA

En la tabla 35 se muestran los resultados del análisis microbiológicos realizados a la galleta óptima.

TABLA 35: Análisis Microbiológico de la galleta enriquecida.

ENSAYOS	MUESTRA M -1
Aerobios Mesófilos (UFC/g)	40 re
Mohos (UFC/g)	< 10
Levaduras(UFC/g)	40 re

Se observa también que los microorganismos aerobios mesófilos totales, los mohos y coliformes se encuentran dentro de los rangos estipulados por Minsa (2010) no se encontraron unidades formadoras de colonia para recuento de mohos., cumpliendo de esta manera la galleta enriquecida con los requisitos microbiológicos normados como se observa en la tabla.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- La sustitución parcial de harina de trigo por la harina de quinua y chía tiene efectos positivos ya que incrementa el contenido de proteínas 9.94% y aporta una cantidad aceptable de fibra 1.98%.
- Se determinó que el mejor porcentaje de sustitución de harina de trigo, harina de quinua y harina de chía es: 75%, 15% y 10% respectivamente.
- El glicerol es un polialcohol que tiene un efecto de mantener la humedad de la galleta y a su vez permite que la galleta sea crocante, se determinó que la cantidad necesaria es 287mg.
- La composición química proximal de las harinas para la elaboración de galletas: Harina de Trigo: proteínas  $12.3 \pm 0.58$  %, humedad  $12.5 \pm 0.30$  %, cenizas  $0.95 \pm 0.12$  %, grasa  $0.95 \pm 0.10$  %, fibra  $1.5 \pm 0.98$  %, Carbohidratos 71.8 %.  
  
Harina de quinua: proteínas  $12.33 \pm 0.95$  %, humedad  $7.15 \pm 0.34$  %, cenizas  $2.12 \pm 0.16$  %, grasa  $6.3 \pm 0.25$  %, fibra  $13.81 \pm 0.85$  %, Carbohidratos 58.29 %.  
  
Harina de chía: proteínas  $23.86 \pm 0.94$  %, humedad  $4.1 \pm 0.54$  %, cenizas  $4.8 \pm 0.40$  %, grasa  $32.2 \pm 0.86$  %, fibra  $23.38 \pm 1.02$  %, Carbohidratos 6.66 %.
- La composición química proximal de la galleta con mejor formulación:

proteínas 9.94 %  $\pm$ , grasa 22.33%, humedad 3.02 1%, fibra 1.98  $\pm$  0.79%, carbohidratos 60%, cenizas 2.12 %.

- Según la evaluación sensorial los tratamientos que presentaron mayor de aceptabilidad son F-1 y F-4, siendo el tratamiento F-1 el que obtuvo mayor contenido de proteína 9.94%  $\pm$  0.95%.
- Los valores reportados del análisis microbiológico cumple con los requisitos microbiológicos de la Norma sanitaria de Productos de panificación, galletería y pastelería.
- El tiempo de vida útil estimado para la galleta de mejor formulación mediante pruebas aceleradas es de 88 días, usando la ecuación cinética de primer orden para la ganancia del porcentaje de humedad.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda fomentar estudios que enfoquen la sustitución de otros productos autóctonos de las regiones, y que posibiliten el incremento del valor de las galletas.
- Se recomienda realizar pruebas biológicas y nutricionales de la galleta con mejor formulación, como digestibilidad *in vivo* (DA), relación de eficiencia proteica (PER) y utilización neta proteica (NPU).
- Proponer este producto como una alternativa de consumo al nivel escolar a los programas ejecutores de apoyo fomentado por el gobierno, por valor nutritivo que contiene.
-

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y VIRTUALES

- Aguirre y Rodríguez G. (1997). Industria de cereales y panificación. Universidad Nacional del Santa. Departamento Académico de. Única Edición. Chimbote- Perú.
- Anzaldúa Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza España.
- Ayerza, R. y Coates, W. (2005). La semilla de chía y los efectos del aceite de chía sobre los lípidos del plasma y los ácidos grasos en las ratas. Investigación sobre la nutrición. 995 - 1003
- BILBAO, C. (2007). Revista Panera: Forma e informa. Año 1. N°5. Lima –Perú.
- Cabieses, c. (1996). "Estudio de Mezclas Proteicas Provenientes de Leguminosas y Cereales Cultivados en el Perú". INDDA, Lima Perú.
- Calaveras, J. 1996. Tratado de panificación y bollería. A. Madrid Vicente Ediciones, Primera Edición. España.
- Chacchi, K. (2009). Demanda de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.) a nivel industrial. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Universidad Agraria la Molina. Lima-Perú.
- Calla, J.; Cortez, G. (2011).Guía técnica: Post cosecha y transformación de la Quinua orgánica. Agrobanco. Puno, Perú. Pp. 20-21.
- Cruzado, M.; Cedrón, J.C. (2012). Nutraceuticos, alimentos funcionales y su producción. Rev. De Química PUCP. Vol. 26. Lima, Perú.
- De la Vega, G. (2009). Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. Temas de Ciencia y Tecnología. 13(38): 27-32.
- FAO (2011). Quinua. Un cultivo antiguo para contribuir a la seguridad

- alimentaria mundial. Organización de Comida y Agricultura. Roma, Italia.
- García, A. y Pacheco, E. 2007. Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza B.*). Revista de la Facultad Nacional de Agronomía (Colombia) 60(2): 4195-4212.
  - Gorbitz, A. y R. Luna. *La quinua en el Perú. Ministerio de Agricultura, Boletín n°54. 1965*
  - Hentry HS, Mittleman M, Mc Crohan PR. 1990. Introducción de la chía y la goma de tragacanto en los Estados Unidos. En Avances en Cosechas Nuevas. Editado por Janick J, y Simon JE, Prensa de la Madera, Pórtland: 252-256.
  - Hernández, R. 1997. Obtención de crudos de saponinas hipoeolesteromizantes del *Chenopodium quinoa Willd.* Re. Cubana Milit. pp. 55-62.
  - INDECOPI. 1992. Galletas - Requisitos. Norma Nacional 206 - 001. Perú.
  - Jiménez F, Gómez C. (2005). Evaluación Nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de Harina de Pescado. (Tesis para optar por el grado de Magister Scientiae en Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
  - Ixtaina, Vanesa Yanet; Capitani, Marianela Ivana; Nolasco, Susana M.; Tomas, Mabel Cristina; La chía (*Salvia hispanica L.*) como fuente de alimentos bioactivos para la elaboración de alimentos; Asociación Argentina de Grasas y Aceites; Aceites y Grasas; 3; 92; 9-2013; 410-427
  - León, A.; Urbina, K. (2015). Formulación, evaluación nutricional y Sensorial del pan de molde integral Enriquecido con quinua (*chenopodium quinoa*), Cañihua (*chenopodium pallidicaule*) y chía (*salvia Hispánica l.*). Tesis para



- optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú.
- MINAG. (2008). Oficina de Información Agraria. Ministerio de Agricultura. Lima Perú.
  - Mujica, A.; Ortiz, R.; Bonifacio, A.; Saravia, R.; Corredor, G.; Romero, A.; Jacobsen, S. 2006. Agroindustria de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los países andinos. Proyecto quinua: Cultivo multipropósito para los países andinos INT/01/K01 Perú-Bolivia Colombia. Puno, Perú.
  - Othon C. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales.
  - Pantoja, L.; Prieto, G.2014. Evaluación tecnológica y sensorial de pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* wild.) y tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet). Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú.
  - Repo-Carrasco, R. (1998). Introducción a la ciencia y Tecnología de Cereales y Granos Andinos. Edit. Agraria. p.115.
  - Repo-Carrasco, R. 1992. Cultivos andinos y la alimentación infantil. Comisión de Coordinación de Tecnología Andina CCTA. Serie Investigaciones N°1. Lima.
  - Osuna, B.; Avallone, C.; Montenegro, S.; Aztarbe, M. 2006. Elaboración de pan fortificado con ácidos grasos Omega 3 y 6. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas (Argentina) 2006: Resumen T-094, 4p.
  - Velásquez, L; Aredo, V.; Caipo, Y.; Paredes, E.2014. Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una galleta enriquecida con quinua (*Chenopodium quinoa*), soya (*Glycine max*) y cacao (*Theobroma cacao* L.). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

### **Páginas web:**

- Capitani, M. (2013). Caracterización y Funcionalidad de subproductos de chía (Salvia hispánica L.) aplicación en tecnología de alimentos (tesis doctoral). Universidad nacional de la Plata, La Plata, Argentina. Recuperado de :  
[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26984/Documento\\_completo.%20Capitani%20\(SP\).pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26984/Documento_completo.%20Capitani%20(SP).pdf?sequence=1)
- Barrientos, V. (2011). Desarrollo de galletitas con harina de chía (Salvia hispánica L.) y evaluación de su efecto sobre la calidad físico-química y sensorial (tesis de maestría). Universidad Católica de Córdoba, Argentina. Recuperado de: <http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/124/>
- Jaramillo, Y. (2013). La chía (salvia hispánica L.), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables. Corporación Universitaria Lasallista, Antioquia, Colombia. Recuperado de:  
[http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1043/1/La\\_chia\\_salvia\\_hispanica\\_L\\_desarrollo\\_alimentos\\_saludables.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1043/1/La_chia_salvia_hispanica_L_desarrollo_alimentos_saludables.pdf)
- Kim E., Corrigan H., Wilson V., Waters A. (2012). Fundamental fracture properties associated with sensory hardness of brittle solid foods. *Journal of Texture Studies*, 43( 1): 49-62.doi: 10.1111/j.1745-4603.2011.00316.x
- Paula A.M., Conti-Silva A.C. (2014). Texture profile and correlation between sensory and instrumental analyses on extruded snacks. *Journal of Food Engineering*, 121: 9-14. Doi:10.1016/j.jfoodeng.2013.08.007

- Segura, J. (8 de marzo de 2014). Producción nacional de trigo creció 1.8% entre el 2008 y 2013. Gestión. Recuperado de <http://gestion.pe/economia/produccion-nacional-trigo-crecio-18-entre-2008-y-2013-2093075>
  
- Vásquez, J., Rosado, J. y Chel, L.(2010). Procesamiento en seco de harina de chía (*Salvia hispanica* L.): caracterización química de fibra y proteína. *CyTA-Journal of Food*, 8(2), 117-127. doi: 10.1080/19476330903223580
  
- OMS, FAO, UNICEF, GAIN, MI, & FFI.(2009). Recomendaciones sobre el enriquecimiento de la harina de trigo y de maíz. Informe de reunión: Declaración de consenso provisional. Ginebra, Organización Mundial de la Salud. Recuperado de [http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/wheat\\_maize\\_fort\\_es.pdf](http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/wheat_maize_fort_es.pdf)
  
- Pumacahua, A., & Limaylla, K.(2010). Elaboración y evaluación sensorial de una galleta enriquecida a base de harina de trigo (*Triticum durum*), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), bañada con chocolate. En M. Arce (presidencia). El III Congreso mundial de la quinua, Oruro, Bolivia.
  
- Contreras, L.(2015). Desarrollo de una galleta dulce enriquecida con harina de quinua blanca (*Chenopodium quinoa*) utilizando diseño de mezclas. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Agraria la Molina, Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1928>

## **VII. ANEXOS**

## ANEXO 1: *Caracterización químico proximal de las harinas*

### 1.1.1. Método de la determinación de grasa en las harinas

- Se pesan de 3 a 5 g de muestra seca, empaquetándolo en papel filtro y se coloca en la cámara de extracción del equipo Soxhlet. Agregar hexano hasta una parte del mismo sea sifoneado hacia el balón (125 ml).
- Luego conecta a la fuente de calor. Al calentarse el solvente se evapora y asciende a la parte superior del equipo, allí se condensa por refrigeración con agua y cae sobre la muestra, regresando posteriormente al balón sifoneado arrastrando consigo el extracto etéreo. El ciclo es cerrado, la velocidad de goteo del hexano debe ser 45 a 60 gotas por minutos. El proceso dura de 2 a 4 horas dependiendo del contenido graso de la muestra y de la muestra en sí.
- El hexano se recibe en el balón previamente secado y tarado.
- Retirar el balón con el extracto etéreo cuando ya no contenga hexano. Evaporar el solvente permanente en el balón, con una estufa (30 minutos por 105°C), enfriar en una campana de desecación por un espacio de 30 minutos y pesar.

#### Cálculos:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(A_2 - A_1)}{m} \times 100$$

x

10

Dónde:

A1: Peso del balón con el hexano etéreo

A2: Peso del balón vacío (g)



**FIGURA A - 1:** Determinación de la grasa de las harinas

### **1.1.2. Determinación de humedad de las harinas**

Procedimiento

- Pesar en la balanza analítica 5g de las muestras en placas Petri.
- Llevar a la estufa por 2 horas a 110°C.
- Una vez pasado el tiempo, sacar la muestra y dejar enfriar por 5 minutos y pesar.
- Llevar a la estufa por media hora más hasta obtener un peso constante.

Mediante la fórmula calcular el porcentaje de Humedad:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P1 - P2}{m} \times 100$$

Donde:

P1= peso de placa más muestra

P2= peso de placa más muestra seca

m= peso de la muestra



**FIGURA A - 2:** Determinación de la humedad de las harinas.

### **1.1.3. Determinación de las cenizas en las harinas**

Objetivo: Determinar el residuo inorgánico por el método de la incineración.

Procedimiento:

- Pesar en un crisol, previamente en la mufla y enfriado en el desecador.
- Pesar en el crisol 3g. de muestra e incinerar en la cocinilla eléctrica hasta total carbonización.
- Colocar la muestra y calcinar a 550 – 600°C por 3 a 5 horas, hasta

cenizas blancas o blanco grisáceo.

- Retirar el crisol de la mufla y colocarlo en el desecador, enfriar 15 a 30 minutos en una campana.

**Cálculo:**

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{P1-P2}{m} \times 100$$

**Donde:**

**P1**= Masa de crisol vacío, en g.

**P2**= Masa del crisol más cenizas, en g.

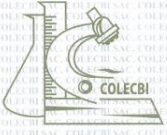
**M** = Masa de la muestra, en g.



**FIGURA A - 3:** Determinación de cenizas de las harinas



# ANEXO 2: Determinación de proteínas y fibra en las harinas



**CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

## INFORME DE ENSAYO N° 4224-16

SOLICITADO POR

JHENY ARISTA MUÑOZ,

DIRECCIÓN

LUCELIA RAMÍREZ MILLA,  
Luis Felipe de las Casas Mz. A Lote 23 Nuevo Chimbote.

PRODUCTO DECLARADO

ABAJO INDICADOS.

CANTIDAD DE MUESTRA

02 muestras

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA

En bolsa de polietileno cerrada.

FECHA DE RECEPCIÓN

2016-12-19

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO

2016-12-19

FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO

2016-12-20

CONDICIÓN DE LA MUESTRA

En buen estado.

ENSAYOS REALIZADOS EN

Laboratorio Físico Químico.

CODIGO COLECBI

SS 002325-16

### RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA	
	Harina de Quinua	Harina de Chia
Proteínas (%) Factor 6.25	12.33	23.86
Fibra (%)	13.81	28.38

### METODOLOGIA EMPLEADA

Proteínas: UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

Fibra: NMX-F-090-1978

#### NOTA:

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Diciembre 21 del 2016

DVJ/jms

Denis M. Vargas Yépez

Jefe de Laboratorio

Físico Químico

COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE

Rev. 04

Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752

Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127

e-mail: [colecbi@speedy.com.pe](mailto:colecbi@speedy.com.pe) / [medioambiente\\_colecbi@speedy.com.pe](mailto:medioambiente_colecbi@speedy.com.pe)

Web: [www.colecbi.com](http://www.colecbi.com)

### ANEXO 3: METODO PARA HALLAR EL AMINOGRAMA TEORICO DE LAS 11 FORMULACIONES

$$S_x = \frac{(T)(\%MT) + (Q)(\%MQ) + (Ch)(\%Ch)}{F}$$

Donde:

$S_x$  = Score químico de cada aminoácido presente en la Mezcla

( T ) = Aminoácido del trigo presente en la Mezcla (x)

(%MT) = Porcentaje de participación del Trigo en la Mezcla (x)

( Q ) = Aminoácidos de la Quinoa presente en la Mezcla (x)

(%MQ) = Porcentaje de participación del Quinoa en la Mezcla (x)

( Ch ) = Aminoácidos de la Chía presente en la Mezcla (x)

(%Ch) = Porcentaje de participación de la Chía en la Mezcla (x).

F = Aminoácidos patrón de la FAO de la mezcla (x).

**Tabla A-1:** Perfil de aminoácidos de las harinas de trigo, quinua y chía Blanca

Aminoácidos Esenciales	Composición de Aminoácidos (mg/g proteína)			FAO (mg/g proteína)
	Trigo*	Quinua**	Chía***	
	Isoleucina	35	53	33
Leucina	71	63	72	61
Lisina	31	64	50	48
Metionina + Cistina	43	28	34	24
Fenilalanina +Tirosina	80	72	74	41
Treonina	31	44	39	25
Triptófano	12	9	9.5	6.6
Valina	47	48	46	40

Fuente: \* FAO/OMS/UNU, 2007, \*\* FAO,1997, \*\*\*Vásquez & Rosado,2009

**Tabla A-2:** Score Químico de las harinas de trigo, quinua y chía Blanca

Aminoácidos Esenciales	Composición Química		
	Trigo	Quinua	Chía
Isoleucina	112.90	219.35	106.45
Leucina	116.39	170.49	118.03
Lisina	64.58	164.58	104.17
Metionina + Cistina	179.17	358.33	141.67
Fenilalanina +Tirosina	195.12	292.68	180.49
Treonina	124	160	156
Triptófano	181.82	242.42	143.94
Valina	117.50	190	115

# ANEXO 4: Determinación de Proteínas y fibra en las galletas


**CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLINICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**  
**“COLECEBI” S.A.C.**  
 REGISTRADO EN LA DIRECCION GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

## INFORME DE ENSAYO N° 20170202-006

Página 1 de 1

**SOLICITADO POR:** JHENY ARISTA MUÑOZ, LUCELIA RAMIREZ MILLA.  
**DIRECCION:** Luis Felipe de las Casas Mz A Lt 23  
**PRODUCTO DECLARADO:** GALLETAS  
**CANTIDAD DE MUESTRA:** 14 muestra x 50g  
**PRESENTACION DE LA MUESTRA:** En bolsa de plástico.  
**FECHA DE RECEPCION:** 2017-02-02  
**FECHA DE INICIO DEL ENSAYO:** 2017-02-02  
**FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO:** 2017-02-04  
**CONDICION DE LA MUESTRA:** En buen estado.  
**ENSAYOS REALIZADOS EN:** Laboratorio Físico Químico  
**CODIGO COLECEBI:** SS 170202-005

### RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS	
	Proteína (%) Factor 6,25	Fibra (%)
F - 1	10,67	2,42
F - 2	10,53	1,66
F - 3	9,42	1,28
F - 4	9,33	1,24
F - 5	9,47	1,28
F - 7	9,22	1,03
F - 8	10,45	1,96
F - 9	9,82	2,22
F - 10	9,7	1,85
F - 11	8,72	1,7
F - 13	9,89	1,54
F - 14	9,3	1,4
F - 15	9,25	1,57
F - CONTROL (Factor 5,70)	8,53	1,2

### METODOLOGIA EMPLEADA

**Proteína:** UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

**Fibra:** NMX-F006-1983. Determinación de fibra cruda en alimentos

### NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECEBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**Fecha de Emisión:** Nuevo Chimbote, Febrero 08 del 2017

GVR/jms

  
**A. Gustavo Vargas Ramos**  
 Gerente de Laboratorios  
 C.B.P. 326  
**COLECEBI S.A.C.**

LC-MP-HRIE

Rev. 04

Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECEBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfax: 043-310752

Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127

e-mail: colecebi@speedy.com.pe/ medioambiente\_colecebi@speedy.com.pe

Web: www.colecebi.com

**ANEXO 5: Formato de evaluación sensorial**

**FICHA DE EVALUACION SENSORIAL**

**NOMBRE Y APELLIDOS:**.....

**FECHA:** ...../...../.....

**HORA:**.....

**INSTRUCCIONES:** Estimado panelista frente a Ud. tiene 4 muestras de galletas califique en cuanto a sabor, olor, color, textura y su aceptabilidad general.

La calificación para los parámetros de evaluación del siguiente producto está en una escala cuantitativa del 1 al 5, donde:

PUNTAJE	DEFINICION
1	ME DISGUSTA MUCHO
2	ME DISGUSTA
3	NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA
4	ME GUSTA
5	ME GUSTA MUCHO

**I. FICHA DE EVALUACION POR ATRIBUTOS (Color, olor, sabor y textura)**

Escriba el código y el puntaje en los espacios en blanco de la muestra.

MUESTRA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA

**Gracias por su tiempo...**

**ANEXO 6: Resultados de la Evaluación Sensorial para COLOR, OLOR, SABOR Y TEXTURA.**

FORMULACION	PANELISTA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
F1	PANELISTA 1	5	5	5	5
F1	PANELISTA 2	4	3	4	4
F1	PANELISTA 3	5	4	5	5
F1	PANELISTA 4	2	3	4	4
F1	PANELISTA 5	4	4	4	4
F1	PANELISTA 6	5	5	5	5
F1	PANELISTA 7	4	4	3	4
F1	PANELISTA 8	4	3	5	4
F1	PANELISTA 9	5	5	5	4
F1	PANELISTA 10	4	5	5	5
F1	PANELISTA 11	3	4	4	4
F1	PANELISTA 12	5	5	4	5
F1	PANELISTA 13	3	5	5	5
F1	PANELISTA 14	4	4	3	4
F1	PANELISTA 15	3	3	4	3
F1	PANELISTA 16	3	3	3	3
F1	PANELISTA 17	2	3	4	4
F1	PANELISTA 18	5	4	4	4
F1	PANELISTA 19	4	5	4	4
F1	PANELISTA 20	3	2	4	4
F1	PANELISTA 21	4	4	3	4
F1	PANELISTA 22	4	3	4	4
F1	PANELISTA 23	3	4	4	4
F1	PANELISTA 24	5	5	5	4
F1	PANELISTA 25	4	3	4	3
F1	PANELISTA 26	4	3	3	3
F1	PANELISTA 27	3	4	4	4
F1	PANELISTA 28	5	4	5	5
F1	PANELISTA 29	4	3	3	4
F1	PANELISTA 30	3	4	3	4
F2	PANELISTA 1	4	3	3	4
F2	PANELISTA 2	5	4	4	4
F2	PANELISTA 3	3	4	5	5
F2	PANELISTA 4	3	2	3	3
F2	PANELISTA 5	4	5	4	4
F2	PANELISTA 6	4	4	5	5
F2	PANELISTA 7	4	3	4	4
F2	PANELISTA 8	4	4	4	4
F2	PANELISTA 9	4	5	5	5

F2	PANELISTA 10	5	4	4	5
F2	PANELISTA 11	4	3	4	4
F2	PANELISTA 12	4	4	4	4
F2	PANELISTA 13	4	4	5	4
F2	PANELISTA 14	4	4	3	4
F2	PANELISTA 15	3	3	3	4
F2	PANELISTA 16	4	4	4	4
F2	PANELISTA 17	3	3	3	3
F2	PANELISTA 18	4	4	4	4
F2	PANELISTA 19	5	4	4	5
F2	PANELISTA 20	3	3	4	4
F2	PANELISTA 21	4	4	3	3
F2	PANELISTA 22	4	3	4	4
F2	PANELISTA 23	3	4	4	4
F2	PANELISTA 24	3	3	3	4
F2	PANELISTA 25	4	3	4	2
F2	PANELISTA 26	3	3	4	4
F2	PANELISTA 27	4	4	4	5
F2	PANELISTA 28	5	4	5	5
F2	PANELISTA 29	3	3	3	4
F2	PANELISTA 30	4	2	4	4
F3	PANELISTA 1	3	4	3	4
F3	PANELISTA 2	5	5	5	5
F3	PANELISTA 3	4	4	4	5
F3	PANELISTA 4	3	3	3	3
F3	PANELISTA 5	4	5	4	5
F3	PANELISTA 6	4	3	3	4
F3	PANELISTA 7	4	4	4	4
F3	PANELISTA 8	4	3	4	4
F3	PANELISTA 9	5	5	5	5
F3	PANELISTA 10	5	5	5	5
F3	PANELISTA 11	4	4	4	4
F3	PANELISTA 12	5	4	4	3
F3	PANELISTA 13	4	4	5	5
F3	PANELISTA 14	4	4	4	4
F3	PANELISTA 15	4	3	3	3
F3	PANELISTA 16	3	4	4	4
F3	PANELISTA 17	4	3	3	2
F3	PANELISTA 18	3	3	3	2
F3	PANELISTA 19	5	4	5	4
F3	PANELISTA 20	4	2	4	5
F3	PANELISTA 21	4	4	3	3
F3	PANELISTA 22	3	3	2	2

F3	PANELISTA 23	3	3	4	4
F3	PANELISTA 24	3	4	4	4
F3	PANELISTA 25	4	3	4	3
F3	PANELISTA 26	3	3	4	4
F3	PANELISTA 27	4	4	4	3
F3	PANELISTA 28	5	4	4	4
F3	PANELISTA 29	2	4	3	4
F3	PANELISTA 30	3	3	4	4
F4	PANELISTA 1	3	4	5	4
F4	PANELISTA 2	3	5	4	4
F4	PANELISTA 3	5	4	4	4
F4	PANELISTA 4	3	4	3	3
F4	PANELISTA 5	5	5	5	5
F4	PANELISTA 6	5	5	5	5
F4	PANELISTA 7	4	4	4	4
F4	PANELISTA 8	5	4	4	4
F4	PANELISTA 9	4	4	3	4
F4	PANELISTA 10	5	5	5	5
F4	PANELISTA 11	5	4	5	5
F4	PANELISTA 12	4	5	4	4
F4	PANELISTA 13	5	5	5	5
F4	PANELISTA 14	4	4	4	4
F4	PANELISTA 15	3	3	3	2
F4	PANELISTA 16	2	3	3	2
F4	PANELISTA 17	3	5	5	4
F4	PANELISTA 18	4	3	3	3
F4	PANELISTA 19	4	4	5	4
F4	PANELISTA 20	5	3	4	4
F4	PANELISTA 21	3	4	3	4
F4	PANELISTA 22	4	4	2	3
F4	PANELISTA 23	3	3	2	3
F4	PANELISTA 24	5	4	4	4
F4	PANELISTA 25	3	2	4	4
F4	PANELISTA 26	3	4	4	4
F4	PANELISTA 27	4	3	4	4
F4	PANELISTA 28	4	5	5	5
F4	PANELISTA 29	4	4	3	5
F4	PANELISTA 30	3	3	4	3
F5	PANELISTA 1	4	5	5	5
F5	PANELISTA 2	4	4	3	3
F5	PANELISTA 3	3	4	4	5
F5	PANELISTA 4	3	3	2	3
F5	PANELISTA 5	5	3	2	3



F5	PANELISTA 6	4	4	4	3
F5	PANELISTA 7	4	4	4	3
F5	PANELISTA 8	3	4	5	4
F5	PANELISTA 9	5	4	3	3
F5	PANELISTA 10	5	5	5	5
F5	PANELISTA 11	5	4	3	4
F5	PANELISTA 12	3	3	3	3
F5	PANELISTA 13	4	4	4	4
F5	PANELISTA 14	3	3	3	4
F5	PANELISTA 15	4	4	5	4
F5	PANELISTA 16	4	3	2	2
F5	PANELISTA 17	4	4	4	4
F5	PANELISTA 18	4	4	3	3
F5	PANELISTA 19	2	3	3	4
F5	PANELISTA 20	4	2	4	5
F5	PANELISTA 21	3	4	4	4
F5	PANELISTA 22	3	3	2	2
F5	PANELISTA 23	3	3	4	4
F5	PANELISTA 24	4	4	4	4
F5	PANELISTA 25	3	3	3	4
F5	PANELISTA 26	4	3	3	3
F5	PANELISTA 27	4	4	3	4
F5	PANELISTA 28	4	5	3	3
F5	PANELISTA 29	3	3	4	4
F5	PANELISTA 30	3	3	4	3
F6	PANELISTA 1	4	3	3	4
F6	PANELISTA 2	5	4	5	5
F6	PANELISTA 3	3	2	3	4
F6	PANELISTA 4	2	3	3	3
F6	PANELISTA 5	4	3	3	3
F6	PANELISTA 6	4	4	3	5
F6	PANELISTA 7	3	3	4	5
F6	PANELISTA 8	4	4	4	4
F6	PANELISTA 9	3	4	4	4
F6	PANELISTA 10	4	3	4	5
F6	PANELISTA 11	5	4	3	3
F6	PANELISTA 12	4	4	4	3
F6	PANELISTA 13	5	4	5	4
F6	PANELISTA 14	3	3	4	3
F6	PANELISTA 15	3	3	3	3
F6	PANELISTA 16	4	3	4	4
F6	PANELISTA 17	2	3	3	1
F6	PANELISTA 18	2	3	2	3

F6	PANELISTA 19	4	3	3	4
F6	PANELISTA 20	3	3	3	4
F6	PANELISTA 21	4	4	4	4
F6	PANELISTA 22	2	3	3	3
F6	PANELISTA 23	2	3	3	3
F6	PANELISTA 24	3	4	4	4
F6	PANELISTA 25	2	2	3	3
F6	PANELISTA 26	3	4	4	4
F6	PANELISTA 27	3	4	4	3
F6	PANELISTA 28	2	4	5	4
F6	PANELISTA 29	3	3	3	3
F6	PANELISTA 30	3	3	3	3
F7	PANELISTA 1	4	4	4	4
F7	PANELISTA 2	4	4	4	4
F7	PANELISTA 3	4	3	3	4
F7	PANELISTA 4	3	3	2	4
F7	PANELISTA 5	3	4	4	4
F7	PANELISTA 6	4	3	3	4
F7	PANELISTA 7	3	4	4	4
F7	PANELISTA 8	4	3	5	4
F7	PANELISTA 9	5	5	4	4
F7	PANELISTA 10	4	4	4	4
F7	PANELISTA 11	4	4	3	3
F7	PANELISTA 12	3	3	4	3
F7	PANELISTA 13	5	5	4	5
F7	PANELISTA 14	3	3	4	3
F7	PANELISTA 15	3	4	3	3
F7	PANELISTA 16	4	3	3	2
F7	PANELISTA 17	3	4	4	2
F7	PANELISTA 18	3	3	3	3
F7	PANELISTA 19	4	5	4	4
F7	PANELISTA 20	4	2	3	5
F7	PANELISTA 21	5	4	3	4
F7	PANELISTA 22	3	3	3	4
F7	PANELISTA 23	3	3	4	4
F7	PANELISTA 24	4	4	4	4
F7	PANELISTA 25	3	3	2	3
F7	PANELISTA 26	4	4	4	3
F7	PANELISTA 27	4	3	2	4
F7	PANELISTA 28	4	3	4	4
F7	PANELISTA 29	3	3	4	4
F7	PANELISTA 30	3	4	4	5
F8	PANELISTA 1	5	4	3	4

F8	PANELISTA 2	3	4	3	4
F8	PANELISTA 3	5	4	4	4
F8	PANELISTA 4	3	3	3	4
F8	PANELISTA 5	4	4	3	4
F8	PANELISTA 6	5	4	4	5
F8	PANELISTA 7	3	3	4	4
F8	PANELISTA 8	4	3	4	5
F8	PANELISTA 9	5	5	4	3
F8	PANELISTA 10	5	5	5	5
F8	PANELISTA 11	5	4	3	3
F8	PANELISTA 12	5	5	4	4
F8	PANELISTA 13	4	4	4	3
F8	PANELISTA 14	4	3	3	3
F8	PANELISTA 15	2	3	3	2
F8	PANELISTA 16	4	2	2	1
F8	PANELISTA 17	2	4	5	4
F8	PANELISTA 18	3	4	2	3
F8	PANELISTA 19	3	3	2	3
F8	PANELISTA 20	4	3	4	4
F8	PANELISTA 21	4	4	2	3
F8	PANELISTA 22	2	3	3	2
F8	PANELISTA 23	2	3	4	4
F8	PANELISTA 24	4	3	5	4
F8	PANELISTA 25	3	3	3	3
F8	PANELISTA 26	4	4	3	3
F8	PANELISTA 27	3	4	3	4
F8	PANELISTA 28	4	4	4	3
F8	PANELISTA 29	3	4	3	4
F8	PANELISTA 30	3	4	3	4
F9	PANELISTA 1	3	4	3	4
F9	PANELISTA 2	4	4	4	4
F9	PANELISTA 3	3	3	4	4
F9	PANELISTA 4	3	3	2	3
F9	PANELISTA 5	4	4	4	5
F9	PANELISTA 6	4	4	4	4
F9	PANELISTA 7	4	4	4	4
F9	PANELISTA 8	4	3	4	4
F9	PANELISTA 9	3	3	4	4
F9	PANELISTA 10	5	5	5	5
F9	PANELISTA 11	5	4	4	4
F9	PANELISTA 12	4	4	3	5
F9	PANELISTA 13	4	5	5	5
F9	PANELISTA 14	3	4	4	4

F9	PANELISTA 15	3	3	3	3
F9	PANELISTA 16	5	4	5	5
F9	PANELISTA 17	5	4	3	2
F9	PANELISTA 18	2	4	3	3
F9	PANELISTA 19	3	2	4	3
F9	PANELISTA 20	2	3	3	4
F9	PANELISTA 21	4	5	3	3
F9	PANELISTA 22	4	4	2	3
F9	PANELISTA 23	2	3	4	4
F9	PANELISTA 24	3	4	3	4
F9	PANELISTA 25	2	2	3	4
F9	PANELISTA 26	4	4	4	4
F9	PANELISTA 27	3	4	4	4
F9	PANELISTA 28	3	4	4	4
F9	PANELISTA 29	3	3	3	4
F9	PANELISTA 30	4	3	3	2
F10	PANELISTA 1	4	4	4	4
F10	PANELISTA 2	4	5	5	5
F10	PANELISTA 3	3	4	4	3
F10	PANELISTA 4	3	3	2	3
F10	PANELISTA 5	5	5	4	5
F10	PANELISTA 6	3	3	4	3
F10	PANELISTA 7	4	4	4	1
F10	PANELISTA 8	4	4	3	3
F10	PANELISTA 9	4	4	3	4
F10	PANELISTA 10	3	3	3	3
F10	PANELISTA 11	5	4	3	5
F10	PANELISTA 12	5	4	4	4
F10	PANELISTA 13	5	5	5	5
F10	PANELISTA 14	4	4	4	3
F10	PANELISTA 15	3	4	3	3
F10	PANELISTA 16	4	3	3	2
F10	PANELISTA 17	5	4	4	5
F10	PANELISTA 18	3	3	3	2
F10	PANELISTA 19	5	2	4	5
F10	PANELISTA 20	3	2	4	5
F10	PANELISTA 21	5	4	5	4
F10	PANELISTA 22	4	4	2	3
F10	PANELISTA 23	4	3	2	4
F10	PANELISTA 24	3	4	4	4
F10	PANELISTA 25	3	3	4	3
F10	PANELISTA 26	4	4	4	3
F10	PANELISTA 27	3	4	4	4

F10	PANELISTA 28	4	3	3	4
F10	PANELISTA 29	3	3	4	4
F10	PANELISTA 30	3	3	3	3
F11	PANELISTA 1	4	4	5	4
F11	PANELISTA 2	4	4	4	4
F11	PANELISTA 3	4	4	3	3
F11	PANELISTA 4	3	3	3	3
F11	PANELISTA 5	3	4	5	4
F11	PANELISTA 6	3	3	3	3
F11	PANELISTA 7	2	2	4	2
F11	PANELISTA 8	3	3	4	4
F11	PANELISTA 9	3	3	3	3
F11	PANELISTA 10	5	3	5	4
F11	PANELISTA 11	4	4	4	4
F11	PANELISTA 12	4	4	4	4
F11	PANELISTA 13	4	4	4	4
F11	PANELISTA 14	3	3	3	4
F11	PANELISTA 15	2	2	2	3
F11	PANELISTA 16	3	3	3	4
F11	PANELISTA 17	4	4	4	2
F11	PANELISTA 18	2	3	3	4
F11	PANELISTA 19	3	3	4	4
F11	PANELISTA 20	1	2	1	2
F11	PANELISTA 21	3	4	3	5
F11	PANELISTA 22	3	4	3	3
F11	PANELISTA 23	2	3	4	4
F11	PANELISTA 24	3	4	4	4
F11	PANELISTA 25	1	3	3	2
F11	PANELISTA 26	4	4	4	4
F11	PANELISTA 27	4	3	4	4
F11	PANELISTA 28	4	4	4	3
F11	PANELISTA 29	3	3	4	3
F11	PANELISTA 30	3	3	3	3
F12	PANELISTA 1	4	4	4	4
F12	PANELISTA 2	4	4	4	4
F12	PANELISTA 3	4	3	3	4
F12	PANELISTA 4	3	3	2	3
F12	PANELISTA 5	3	4	4	4
F12	PANELISTA 6	4	3	3	4
F12	PANELISTA 7	3	4	4	4
F12	PANELISTA 8	4	3	5	4
F12	PANELISTA 9	5	5	4	4
F12	PANELISTA 10	4	4	4	4

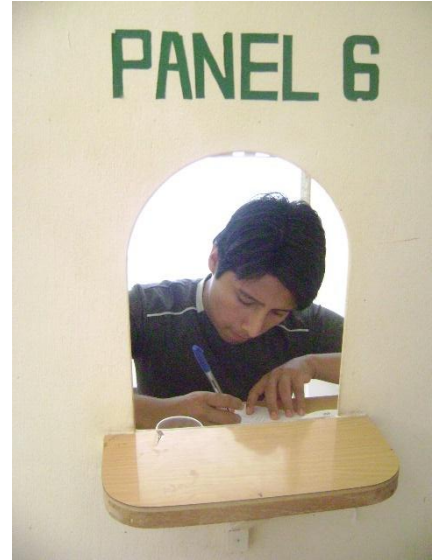
F12	PANELISTA 11	4	4	3	3
F12	PANELISTA 12	3	3	4	3
F12	PANELISTA 13	5	5	4	5
F12	PANELISTA 14	3	3	4	3
F12	PANELISTA 15	3	4	3	3
F12	PANELISTA 16	4	3	3	2
F12	PANELISTA 17	3	4	4	2
F12	PANELISTA 18	3	3	3	3
F12	PANELISTA 19	4	5	4	4
F12	PANELISTA 20	4	2	3	5
F12	PANELISTA 21	5	4	3	4
F12	PANELISTA 22	3	3	3	4
F12	PANELISTA 23	3	3	4	4
F12	PANELISTA 24	4	4	4	4
F12	PANELISTA 25	3	3	2	3
F12	PANELISTA 26	4	4	4	3
F12	PANELISTA 27	4	3	2	4
F12	PANELISTA 28	4	3	4	4
F12	PANELISTA 29	3	3	4	4
F12	PANELISTA 30	3	4	4	5
F13	PANELISTA 1	3	3	3	4
F13	PANELISTA 2	5	4	4	4
F13	PANELISTA 3	5	5	4	5
F13	PANELISTA 4	4	2	4	3
F13	PANELISTA 5	5	4	3	2
F13	PANELISTA 6	4	3	4	4
F13	PANELISTA 7	4	4	4	5
F13	PANELISTA 8	4	3	4	4
F13	PANELISTA 9	5	4	3	4
F13	PANELISTA 10	3	4	4	4
F13	PANELISTA 11	3	4	4	5
F13	PANELISTA 12	4	4	4	3
F13	PANELISTA 13	5	5	5	4
F13	PANELISTA 14	3	3	4	4
F13	PANELISTA 15	4	4	4	3
F13	PANELISTA 16	4	3	4	4
F13	PANELISTA 17	3	3	4	4
F13	PANELISTA 18	3	2	2	4
F13	PANELISTA 19	3	3	3	3
F13	PANELISTA 20	2	2	2	3
F13	PANELISTA 21	4	4	5	4
F13	PANELISTA 22	3	3	4	3
F13	PANELISTA 23	4	3	4	3

F13	PANELISTA 24	4	5	3	4
F13	PANELISTA 25	2	3	3	2
F13	PANELISTA 26	4	4	3	3
F13	PANELISTA 27	4	4	4	4
F13	PANELISTA 28	3	3	4	3
F13	PANELISTA 29	3	3	3	3
F13	PANELISTA 30	3	3	3	4
F14	PANELISTA 1	4	4	4	4
F14	PANELISTA 2	3	4	4	4
F14	PANELISTA 3	3	3	3	3
F14	PANELISTA 4	3	3	4	3
F14	PANELISTA 5	3	3	4	4
F14	PANELISTA 6	3	2	3	4
F14	PANELISTA 7	3	3	4	4
F14	PANELISTA 8	4	3	4	4
F14	PANELISTA 9	5	4	3	4
F14	PANELISTA 10	3	3	3	3
F14	PANELISTA 11	4	4	4	4
F14	PANELISTA 12	3	3	4	4
F14	PANELISTA 13	5	4	5	5
F14	PANELISTA 14	3	3	4	4
F14	PANELISTA 15	3	3	3	4
F14	PANELISTA 16	4	3	4	4
F14	PANELISTA 17	4	4	5	4
F14	PANELISTA 18	4	4	3	4
F14	PANELISTA 19	2	2	2	3
F14	PANELISTA 20	5	3	5	5
F14	PANELISTA 21	4	4	4	5
F14	PANELISTA 22	4	3	3	3
F14	PANELISTA 23	2	3	3	4
F14	PANELISTA 24	4	5	5	4
F14	PANELISTA 25	3	2	4	3
F14	PANELISTA 26	4	4	4	4
F14	PANELISTA 27	3	4	3	4
F14	PANELISTA 28	4	4	5	5
F14	PANELISTA 29	3	4	4	5
F14	PANELISTA 30	4	4	3	4
F15	PANELISTA 1	3	4	4	4
F15	PANELISTA 2	4	3	4	4
F15	PANELISTA 3	4	4	3	4
F15	PANELISTA 4	4	3	4	4
F15	PANELISTA 5	3	3	3	4
F15	PANELISTA 6	3	3	3	4

F15	PANELISTA 7	2	3	3	3
F15	PANELISTA 8	3	3	4	4
F15	PANELISTA 9	4	3	4	4
F15	PANELISTA 10	4	4	4	4
F15	PANELISTA 11	3	4	3	4
F15	PANELISTA 12	4	4	4	4
F15	PANELISTA 13	4	5	5	5
F15	PANELISTA 14	2	3	3	4
F15	PANELISTA 15	3	3	3	3
F15	PANELISTA 16	4	3	4	3
F15	PANELISTA 17	3	4	5	4
F15	PANELISTA 18	2	3	3	4
F15	PANELISTA 19	2	3	4	4
F15	PANELISTA 20	4	3	4	3
F15	PANELISTA 21	4	3	3	3
F15	PANELISTA 22	1	4	2	4
F15	PANELISTA 23	2	2	2	3
F15	PANELISTA 24	4	3	5	4
F15	PANELISTA 25	2	3	3	2
F15	PANELISTA 26	4	4	4	4
F15	PANELISTA 27	4	4	3	4
F15	PANELISTA 28	4	4	5	5
F15	PANELISTA 29	3	4	3	4
F15	PANELISTA 30	4	3	3	5



## 6.1. Fotografías de la Evaluación Sensorial



## ANEXO 7: Procedimiento del Análisis de Textura para las Galletas

- Se colocó cada uno de las galletas sobre el Texturometro Texture Analyzer del laboratorio de Análisis y Composición de alimentos
- Para ello se utilizó una probeta #5 TA 15/1000 , Cone 30 mm D, 45°
- Se procedió a tomar datos en dos replicas (2 galletas por cada mezcla).
- La evaluación se realizó a todas las muestras de las 15 formulaciones y control.



**FIGURA A - 4:** Determinación de textura de las galletas de cada formulación (incluido, formulación óptima y de control).

## ANEXO 8: Análisis de la mejor galleta

### 4.1. Determinación de proteínas

#### Fundamentos del Método y Etapas

El método Kjeldahl mide el contenido en nitrógeno de una muestra. El contenido en proteína se puede calcular seguidamente, presuponiendo una proporción entre la proteína y el nitrógeno para el alimento específico que está siendo analizando, tal y como explicaremos más adelante.

Este método puede ser dividido, básicamente en 3 etapas: digestión o mineralización, destilación y valoración. El procedimiento a seguir es diferente en función de si en la etapa de destilación el nitrógeno liberado es recogido sobre una disolución de ácido bórico o sobre un exceso conocido de ácido clorhídrico o sulfúrico patrón. Ello condicionará la forma de realizar la siguiente etapa de valoración, así como los reactivos empleados. En este artículo docente se explica el primer procedimiento, cuando el nitrógeno se atrapa sobre ácido bórico.

#### A. ETAPA DE DIGESTIÓN

Un tratamiento con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de un catalizador y ebullición convierte el nitrógeno orgánico en ion amonio, según la ecuación. Catalizadores/calor



#### Procedimiento:

- Se introducen de 1 a 5 g de muestra un tubo de mineralización y se ponen 2 pastillas de catalizador que suele estar constituido por una

mezcla de sales de cobre, óxido de titanio o/y óxido de selenio. De forma habitual se utiliza como catalizador una mezcla de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: CuSO<sub>4</sub>: Se (10:1:0,1 en peso).

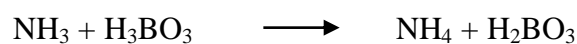
- Se adicionan 12 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado .Posteriormente se digiere a 400 °C durante una hora. Se sabe que la digestión ha terminado porque la disolución adquiere un color verde esmeralda característico. En esta etapa, el nitrógeno proteico es transformado en sulfato de amonio por acción del ácido sulfúrico en caliente. En la actualidad, para llevar a cabo este proceso se utilizan digestores automáticos que son capaces de digerir un número determinado de muestras al mismo tiempo.



**Figura A-5:** Sistema de Digestión Foss

## **B. ETAPA DE DESTILACIÓN**

Se alcaliniza la muestra digerida y el nitrógeno se desprende en forma de amoníaco. El amoníaco destilado se recoge sobre un exceso desconocido de ácido bórico.

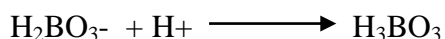


**Procedimiento:**

- Después de enfriar se coloca el tubo de mineralización en el destilador automático al cual está programada para adicionar NaOH al 40 % y agua destilada además de inyectar vapor. Para alcalinizar fuertemente el medio y así desplazar el amoniaco de las sales amónicas. El amoniaco liberado es arrastrado por el vapor de agua inyectado en el contenido del tubo durante la destilación.
- El destilado obtenido es agregado automáticamente a un matraz que contiene el líquido receptor elaborado por ácido bórico, rojo de metil y verde de bromocresol.

**C. ETAPA DE VALORACIÓN O TITULACIÓN**

La cuantificación del nitrógeno amoniacal se realiza por medio de una volumetría ácido-base del ión borato formato, empleando ácido clorhídrico o sulfúrico y como indicador una disolución alcohólica de una mezcla de rojo de metilo y azul de metileno. Los equivalentes de ácido consumidos corresponden a los equivalentes de amoniaco destilados.

**D. CÁLCULOS**

De la valoración se puede calcular el número de equivalentes de nitrógeno recogidos, y con éste dato se obtiene el porcentaje de nitrógeno en la muestra. Para calcular el porcentaje de proteína se multiplica por un factor de conversión el % de nitrógeno calculado. Este factor está tabulado para

cada grupo de alimentos. En la tabla A-3 se observa los factores para algunos alimentos.

**TABLA A-3:** Factor de conversión para obtener la tasa de proteína bruta a partir del nitrógeno total.

<b>Alimentos</b>	<b>Factor(K)</b>
Harina de trigo	5.70
Trigo, centeno, cebada	5.83
Arroz	5.95
Cacahuates	5.46
Almendras	5.18
soja	5.71
Leche y derivados	6.38
Carne y derivados	6.25
Clara de huevo	6.70
Yema de huevo	6.62
Huevo entero	6.68
gelatina	5.55
vegetales	6.25

**Fórmula para calcular porcentaje de proteínas**

$$\% \text{ de proteínas} = \frac{(\text{ml muestra} - \text{ml blanco}) \times N \times 14.007 \times 100}{\text{gr muestra}}$$

Dónde:

ml muestra = gasto titulación de la muestra

ml blanco= gasto titulación del blanco

N= Normalidad

gr muestra= peso de muestra

El resultado obtenido debe de ser multiplicado con el factor (k), de acuerdo al tipo de muestra analizada.



**FIGURA A-6:** Equipo Kjeldahl

## ANEXO 9: Determinación de la vida útil de la mejor galleta mediante pruebas aceleradas

El deterioro de los alimentos sigue modelos de orden cero o primer orden en

alim: Orden  $n = 0$  ...1

Orden  $n = 1$   $A = A_0 - K_0 t$  ...2

$$\ln A = \ln A_0 - K_1 t$$

Se tiene la ecuación de una línea recta con pendiente  $k$ ; siendo  $k$  la constante específica de reacción y cuyo valor depende de la temperatura.

### Donde:

$A$  = valor del atributo al tiempo  $t$

$K_c$  = constante de velocidad de orden cero (la pendiente de la ecuación 1)

$K_1$  = constante de velocidad de primer orden (la pendiente de la ecuación 2)

### Procedimiento:

- Hallamos primero la constante de velocidad de la Reacción de orden cero ( $K_0$ ) para cada Temperatura, que es la pendiente de la ecuación de la recta, obtenida de la gráfica variación del contenido de humedad vs temperatura:

#### Para 30°C

Pendiente =  $K = 0.001241951 \text{ g H}_2\text{O/g prod. dia}$

#### Para 40°C

Pendiente =  $K = 0.001331133 \text{ g H}_2\text{O/g prod. dia}$

#### Para 50°C

Pendiente =  $K = 0.002049374 \text{ g H}_2\text{O/g prod. Dia}$



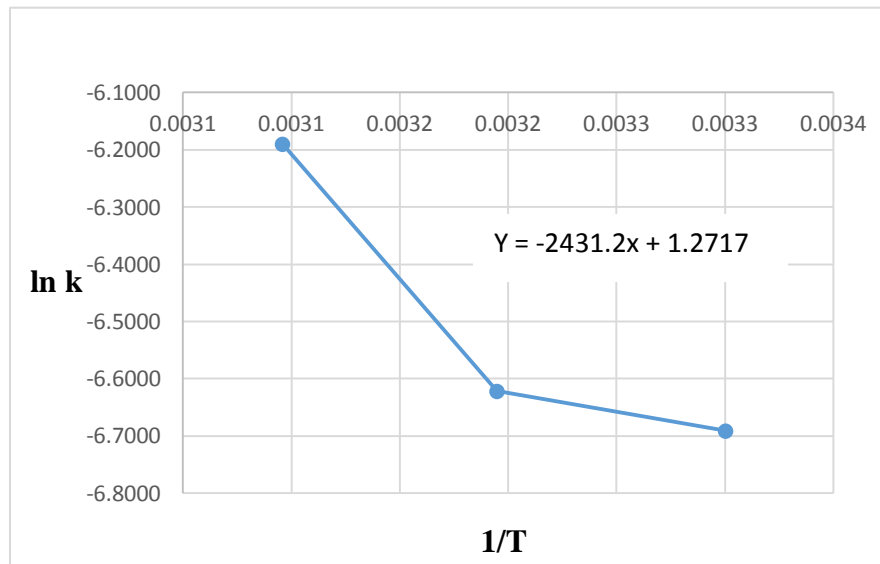
- Se determina los parámetros de la ecuación de Arrhenius, el cual nos permitirá hallar la constante cinética para la temperatura de 25°C.

$$K = K_0 e^{-Ea/RT} \quad \dots 3$$

Aplicando logaritmo neperiano para hallar  $(Ea/RT)$ , la cual es pendiente de la recta:

$$\ln K = \ln K_0 - Ea/RT$$

- Graficamos  $\ln K$  Vs  $1/T$ , con las constantes cinéticas y la inversa de cada temperatura en ° Kelvin.



**FIGURA A-7:** Gráfico del  $\ln k$  en función de  $1/T$

**Obtenemos:**

- La pendiente=  $Ea/R = -2431.2$
- El intersepto =  $\ln K_0 = 1.2717 \quad \Rightarrow \quad K_0 = 3.56677$
- $T = 25 + 273 = 298^\circ\text{K}$

**De la ecuación 3:**

$$K = K_0 e^{-Ea/RT}$$

$$K = 3.56677e^{-2431.2/298}$$

$$K = 0.00102$$

- Sabiendo que el orden de la reacción de la pérdida de humedad es de orden cero, se procedió a calcular el tiempo de vida útil de las galletas:

$$A = A_0 - K_0 t$$

**Despejando  $t_s$ :**

$$t_s = \frac{A - A_0}{k}$$

Donde:

A = Humedad final (humedad crítica de aceptabilidad comercial)

$A_0$  = Humedad inicial


K = constante cinética a diferentes temperaturas 0.00102

T= tiempo de vida útil.


$$t_s = \frac{0.12 - 0.03021}{0.00102}$$

$$t_s = 88 \text{ días}$$

## ANEXO 10: Análisis Microbiológico



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046**



INACAL  
DA Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado

Registro N°LE-046

---

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20170927-028**

Pág 1 de 1

SOLICITADO POR	: JHENNY ARISTA MUÑOZ LUCELIA RAMÍREZ MILLA.
DIRECCIÓN	: Jr. Montevideo N° 258 P. J. San Pedro Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO	: GALLETA ÓPTIMA.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de polipropileno transparente cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2017-09-28
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2017-09-28
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO	: 2017-10-03
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio de Microbiología.
CODIGO COLECBI	: SS 170927-12

**RESULTADOS**

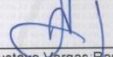
ENSAYOS	MUESTRA
	M - 1
Aerobios Mesófilos (UFC/g)	40re
Mohos (UFC/g)	<10
Levaduras (UFC/g)	40re

re : Recuento estimado.  
**METODOLOGÍA EMPLEADA**  
**Aerobios Mesófilos:** ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. Editorial Acribia - España pág. 120 a 124. Enumeración de microorganismos aerobios mesófilos. Métodos de Recuento en Placa. Método 1 (Recuento estándar en Placa).  
**Mohos, Levaduras:** ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. II Editorial Acribia - España pág.: 166 a 167. Método del Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo el medio.

**NOTA** -

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión : Nueva Chimbote, Octubre 04 del 2017.  
 GVR/jms

  
 A. Gustavo Vargas Ramos  
 Gerente de Laboratorios  
 C.B.P. 325  
**COLECBI S.A.C.**

LC-MP-HRIE  
Rev 04  
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S A C

**COLECBI S.A.C.**  
 Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
 Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
 Web: www.colecbi.com