



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“UTILIZACIÓN DE CUATRO NIVELES DE HARINA DE MASHUA  
EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS”.**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para obtener al grado académico de:

**INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTORA: LOURDES MARGOTH GUNSHA MAJI**

**DIRECTOR: ING. ARMANDO VINICIO PAREDES PERALTA**

Riobamba – Ecuador

2020

**©2020, Lourdes Margoth Gunsha Maji**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procesamiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

Yo, Lourdes Margoth Gunsha Maji declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y únicos. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

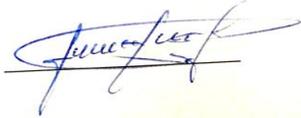
Riobamba 23 de enero del 2020

**Lourdes Margoth Gunsha Maji**

**060517403-6**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

El tribunal del trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: **“UTILIZACIÓN DE CUATRO NIVELES DE HARINA DE MASHUA EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS”** de responsabilidad de la señorita: **LOURDES MARGOTH GUNSHA MAJI**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizado su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Erazo Rodríguez Freddy Patricio <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2020/01/23
Ing. Paredes Peralta Armando Vinicio. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2020/01/23
BQF. López Sampedro Sandra Elizabeth, M.G. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2020/01/23

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación dedico a:

Dios por guiarme mi camino en todo momento, y por darme fuerzas para continuar, hasta culminar una de las metas propuestas.

A mis padres María Victoria y Juan Clemente pilares fundamentales en mi educación y desarrollo profesional, quienes, con su amor, ejemplo y sabiduría, me han demostrado que en la vida todo es posible alcanzar a pesar de las dificultades, que el sacrificio, perseverancia siempre tiene su recompensa.

A mis ñaños, Jaime, Fabián, Nelly, Rolando, Roció, por su apoyo incondicional fueron un espejo a seguir durante toda mi etapa estudiantil.

A mis sobrinos Isaac, Camila para que les sirva de ejemplo y motivación, que la vida nada es imposible a pesar de las caídas y dificultades que se presenten en la vida, solo debemos esforzarnos para conseguir lo que uno se propone.

A mis amigos y amigas; Kimy, Tania, Paty, Joss, Jenny, Adela, por los momentos compartidos durante toda la carrera estudiantil, a pesar de las dificultades que se tuvo durante la carrera estudiantil se pudo llegar a ser Ingeniero en Industrias pecuarias, Samy gracias por tu apoyo tus consejos darme ánimos y enseñarme que con perseverancia se puede alcanzar las metas propuestas.

## **AGRADECIMIENTO**

Mis más sinceros agradecimientos a mis maestros, por compartir su experiencia en cada uno de las cátedras y responder cada una de mis dudas que me permitieron crecer profesionalmente. Un especial agradecimiento al Ing. Vinicio Paredes y a la Dra. Sandra López por su constante apoyo en el desarrollo de este trabajo de titulación

Además, agradezco a todas las personas que han estado a mi lado apoyándome, animándome para concluir mi carrera profesional.

Lourdes Gunsha

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xv
RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Raíces y Tubérculos Andinos.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i>).....</b>	<b>3</b>
<i>1.2.1. Origen.....</i>	<i>3</i>
<i>1.2.2. Variedades.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.3. Composición química y valor nutricional.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.4. Componentes biactivos.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.4.1. Compuestos fenólicos.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.4.2. Glucosinolatos .....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.5. Usos de Mashua.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.6. Beneficios de la mashua .....</i>	<i>6</i>
<b>1.3. Harina de trigo .....</b>	<b>6</b>
<i>1.3.1. Valor nutricional.....</i>	<i>7</i>
<i>1.3.2. Requisitos generales de la harina de trigo.....</i>	<i>7</i>
<i>1.3.3. Componentes de la harina de trigo.....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.3.1. Almidón.....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.3.2. Gluten .....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.3.3. Lípidos.....</i>	<i>9</i>

1.3.3.4.	<i>Minerales y Cenizas</i> .....	9
<b>1.4.</b>	<b>Galletas</b> .....	<b>9</b>
<b>1.4.1.</b>	<b><i>Química de la panificación</i></b> .....	<b>9</b>
1.4.1.1.	<i>Transformación de la harina en masa</i> .....	9
1.4.1.2.	<i>La masa</i> .....	10
1.4.1.3.	<i>La fermentación</i> .....	10
1.4.1.4.	<i>Fases de la fermentación.</i> .....	10
1.4.1.5.	<i>Aspectos químicos de la fermentación</i> .....	11
1.4.1.6.	<i>Horneado</i> .....	11
<b>1.4.2.</b>	<b><i>Normativas</i></b> .....	<b>12</b>
1.4.2.1.	<i>Clases de galletas</i> .....	12
1.4.2.2.	<i>Disposiciones generales</i> .....	12
1.4.2.3.	<i>Requisitos</i> .....	12
<b>1.4.3.</b>	<b><i>Materias primas para la elaboración de las galletas</i></b> .....	<b>13</b>
1.4.3.1.	<i>Harina para galletas</i> .....	13
1.4.3.2.	<i>Azúcar</i> .....	14
1.4.3.3.	<i>Grasas</i> .....	14
1.4.3.4.	<i>Agua</i> .....	14
1.4.3.5.	<i>Sal</i> .....	15
1.4.3.6.	<i>Huevo</i> .....	15
1.4.3.7.	<i>Bicarbonatos</i> .....	15
1.4.3.8.	<i>Esencia de vainilla</i> .....	15
<b>CAPITULO II</b>		
<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1.</b>	<b>Localización y duración del experimento</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2.</b>	<b>Unidades experimentales</b> .....	<b>16</b>
<b>2.3.</b>	<b>Materiales, equipos e instalaciones</b> .....	<b>16</b>
2.3.1.	<i>Materia prima</i> .....	17
2.3.2.	<i>Ingredientes</i> .....	17
2.3.3.	<i>Materiales</i> .....	17
2.3.4.	<i>Materiales de oficina</i> .....	18

2.3.5.	<i>Equipos</i> .....	18
2.3.6.	<i>Reactivos</i> .....	19
2.3.7.	<i>Instalaciones</i> .....	19
2.4.	<b>Tratamiento y diseño experimental</b> .....	20
2.4.1.	<i>Esquema del Experimento</i> .....	20
2.5.	<b>Mediciones experimentales</b> .....	20
2.5.1.	<i>Análisis en la etapa de amasado y al producto</i> .....	21
2.5.1.1.	<i>Simulador Farinografía:</i> .....	21
2.5.1.2.	<i>Caracterización reológica:</i> .....	21
2.5.1.3.	<i>Textura:</i> .....	21
2.5.1.4.	<i>Análisis sensorial</i> .....	21
2.5.2.	<i>Análisis del producto con mayor aceptación</i> .....	22
2.5.2.1.	<i>Características físico- química</i> .....	22
2.5.2.2.	<i>Análisis Microbiológicos</i> .....	22
2.5.2.3.	<i>Análisis económicos</i> .....	22
2.6.	<b>Análisis estadísticos y pruebas de significancia</b> .....	22
2.7.	<b>Procedimiento experimental</b> .....	23
2.7.1.	<i>Elaboración de la harina de mashua</i> .....	23
2.7.1.1.	<i>Recepción</i> .....	23
2.7.1.2.	<i>Selección</i> .....	24
2.7.1.3.	<i>Lavado</i> .....	24
2.7.1.4.	<i>Cortado</i> .....	24
2.7.1.5.	<i>Secado</i> .....	24
2.7.1.6.	<i>Molienda</i> .....	24
2.7.1.7.	<i>Tamizado</i> .....	24
2.7.1.8.	<i>Envasado</i> .....	24
2.7.2.	<i>Elaboración de las galletas</i> .....	25
2.7.2.1.	<i>Recepción de la materia prima</i> .....	25
2.7.2.2.	<i>Pesado</i> .....	26
2.7.2.3.	<i>Mezclado y amasado:</i> .....	26
2.7.2.4.	<i>Laminado y cortado</i> .....	26

2.7.2.5.	<i>Horneado</i> .....	26
2.7.2.6.	<i>Enfriado y envasado</i> .....	26
<b>2.7.3.</b>	<b><i>Análisis en las etapas de amasado y al producto final</i></b> .....	<b>27</b>
2.7.3.1.	<i>Reología de los alimentos</i> .....	27
2.7.3.2.	<i>Equipo mixolab simulator</i> .....	27
2.7.3.3.	<i>Analizador de texturas TVT</i> .....	28
2.7.3.4.	<i>Determinación del volumen</i> .....	29
2.7.3.5.	<i>Análisis sensorial</i> .....	29
<b>2.7.4.</b>	<b><i>Análisis del producto con mayor aceptación</i></b> .....	<b>30</b>
2.7.4.1.	<i>Características físico- química</i> .....	30
<b>2.7.5.</b>	<b><i>Análisis microbiológicos</i></b> .....	<b>34</b>
<b>2.7.6.</b>	<b><i>Análisis beneficio costos</i></b> .....	<b>35</b>
 <b>CAPITULO III</b>		
<b>3.</b>	<b>MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADO....</b>	<b>36</b>
<b>3.1.</b>	<b>Simulador farinografía</b> .....	<b>36</b>
3.1.1.	<i>Absorción de Agua</i> .....	36
3.1.2.	<i>Tiempo de desarrollo</i> .....	37
3.1.3.	<i>Estabilidad</i> .....	37
3.1.4.	<i>Debilitamiento mecánico</i> .....	38
<b>3.2.</b>	<b>Caracterización Reológica</b> .....	<b>39</b>
3.2.1.	<i>Hidratación</i> .....	39
3.2.2.	<i>Estabilidad</i> .....	39
3.2.3.	<i>C1: Desarrollo de la masa</i> .....	41
3.2.4.	<i>C2: Debilitamiento de proteínas</i> .....	41
3.2.5.	<i>C3: Gelatinización del almidón</i> .....	42
3.2.6.	<i>C4: Actividad amilásica</i> .....	42
3.2.7.	<i>C5: Retrogradación del almidón</i> .....	43
3.2.8.	<i>Análisis de la textura de las galletas</i> .....	43

3.2.8.1.	<i>Fuerza (g)</i> .....	43
3.2.8.2.	<i>Volumen Específico</i> .....	44
<b>3.3.</b>	<b>Análisis Sensorial</b> .....	<b>45</b>
3.3.1.	<i>Color</i> .....	45
3.3.2.	<i>Olor</i> .....	47
3.3.3.	<i>Sabor</i> .....	48
3.3.4.	<i>Textura</i> .....	48
<b>3.4.</b>	<b>Análisis físico-químico a la galleta con mayor aceptación en el análisis sensorial, fue el nivel del 10% de harina de mashua y 90% harina de trigo.</b> .....	<b>49</b>
3.4.1.	<i>Humedad</i> .....	49
3.4.2.	<i>Cenizas</i> .....	50
3.4.3.	<i>Proteínas</i> .....	50
<b>3.5.</b>	<b>Análisis Microbiológico</b> .....	<b>51</b>
<b>3.6.</b>	<b>Análisis beneficio/costo</b> .....	<b>51</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>53</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>54</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Composición química de la mashua (en una porción de 100 g) .....	4
<b>Tabla 2-1:</b>	Valor nutricional del trigo (100 g) .....	7
<b>Tabla 3-1:</b>	Requisitos Bromatológicos de las galletas .....	13
<b>Tabla 4-1:</b>	Requisitos Microbiológicos de las galletas .....	13
<b>Tabla 5-2:</b>	Esquema del Experimento .....	20
<b>Tabla 6-2:</b>	Esquema del ADEVA .....	22
<b>Tabla 7-2:</b>	Formulas a aplicarse en el trabajo experimental .....	27
<b>Tabla 8-2:</b>	Parámetros que determinan el equipo Mixolab .....	28
<b>Tabla 9-3:</b>	Simulador de farinografía de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.....	36
<b>Tabla 10-3:</b>	Caracterización del comportamiento reológica de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas. ....	40
<b>Tabla 11-3:</b>	Análisis de la Textura de las galletas con diferentes niveles de harina de mashua	44
<b>Tabla 12-3:</b>	Evaluación Sensorial de las galletas con diferentes niveles de harina de mashua ..	46
<b>Tabla 13-3:</b>	Análisis Microbiológicos de la galleta con mayor aceptación.....	51
<b>Tabla 14-3:</b>	Evaluación del beneficio/ costo de la elaboración de los diferentes niveles de harina de mashua .....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Variedades de mashua .....	4
<b>Figura 2-1:</b>	Características de la harina galletera .....	14

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-2:</b>	Diagrama de flujo de la elaboración de la harina de mashua .....	23
<b>Gráfico 2-2:</b>	Diagrama de flujo de la elaboración de las galletas fortificadas.....	25
<b>Gráfico 3-3:</b>	Regresión en función a la absorción de agua en los diferentes niveles de sustitución de harina de mashua .....	37
<b>Gráfico 4-3:</b>	Regresión en función a la estabilidad en los diferentes niveles de sustitución de harina de mashua.....	38
<b>Gráfico 5-3:</b>	Regresión en función al peso fuerza en los diferentes niveles de sustitución de harina de mashua en la elaboración de galletas .....	44
<b>Gráfico 6-3:</b>	Análisis sensorial del color de la galleta con los diferentes niveles de harina de mashua.....	45
<b>Gráfico 7-3:</b>	Análisis sensorial del olor de la galleta con los diferentes niveles de harina de mashua.....	47
<b>Gráfico 8-3:</b>	Análisis sensorial del sabor de la galleta con los diferentes niveles de harina de mashua.....	48
<b>Gráfico 9-3:</b>	Análisis sensorial de la textura de la galleta con los diferentes niveles de harina de mashua.....	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Boleta de evaluación sensorial de la utilización de cuatro niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo B:** Estadística de Absorción de agua (%) de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo C:** Estadística de tiempo de desarrollo (min) de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo D:** Estadística de Estabilidad (min) de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo E:** Estadística de Debilitamiento (Nm) de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo F:** Estadística de Hidratación (%) de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo G:** Estadística de Estabilidad (min) de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo H:** Estadística de Par (Nm) C1: Desarrollo de masa de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo I:** Estadística de Par (Nm) C2: Debilitamiento de proteínas de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo J:** Estadística de Par (Nm) C3: Gelatinización del Almidón de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo K:** Estadística Par de (Nm) C4: Actividad amilásica de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo L:** Estadística de Par (Nm) C5: Retrogradación del almidón de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo M:** Estadística Tiempo de C1: Desarrollo de masa de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo N:** Estadística tiempo de C2: Debilitamiento de proteínas de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo O:** Estadística tiempo de C3: Gelatinización del almidón de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas

- Anexo P:** Estadística de tiempo C4: Actividad Amilásica de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo Q:** Estadística de tiempo (min) C5: Retrogradación del almidón de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas
- Anexo R:** Estadística de la Fuerza (Peak Force g) de los diferentes niveles de harina de mashua en la elaboración de galletas
- Anexo S:** Estadística del volumen específico de los diferentes niveles de harina de mashua en la elaboración de galletas
- Anexo T:** Estadística de la composición químico-físico de la galleta elaborada con harina de mashua y con mayor aceptación en el análisis sensorial

## RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, utilizándose cuatro niveles al (10%,20%, 30%,40%) de harina de mashua como sustituto de la harina de trigo en la elaboración de galletas, se aplicó un diseño completamente al azar DCA con cuatros repeticiones y el tamaño de unidad experimental fue de 1kg por tratamiento. En el simulador de farinografía presentaron diferencias altamente significativas, Absorción de agua 54,23%, Estabilidad 2,03 min, Debilitamiento 0,15 Nm, y en el Tiempo de Desarrollo no presentaron diferencias significativas. Para la Caracterización Reológica, no presentaron diferencias estadísticas en el Desarrollo de Masas, Gelatinización del Almidón, a excepción del Debilitamiento de proteínas 0,42 Nm, Actividad Amilásica 1, 72 Nm, Retrogración de almidón 2,48, presentaron diferencias altamente significativas. Concluyendo que mediante el Análisis Sensorial que el producto de mayor aceptación, es la mezcla al 10% de harina de mashua y el 90% de harina de trigo, reportándose valores en el análisis físico-químico de proteína 6,71%, humedad 2,85%, cenizas 1,48%, en los análisis microbiológicos se determinó ausencia de mohos y levaduras, en el beneficio costo fue de \$ 1,30 dólares americanos. Se recomienda utilizar la harina de mashua en otros productos de pastelerías ya que nutricionalmente es beneficioso para la salud humana y así se incrementaría el uso de este tubérculo que la actualidad es poco utilizada.

**Palabras claves:** < TECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS>, < FARINOGRAFÍA > < REOLÓGICA>, < MASHUA (TROPAEOLUM TUBEROSUM)>, <GALLETA >, <ANÁLISIS SENSORIAL>, <ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO>, < ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS>.

**REVISADO**

**16 ENE 2020**

Ing. Jhonatan Parreño Ugullas, MSc.  
ANALISTA DE BIBLIOTECA



## ABSTRACT

The study was carried out at the Faculty of Animal Sciences of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, using four levels (10%, 20%, 30%, 40%) of mashua flour as a substitute for wheat flour in the cookie making, a completely randomized design CRD with four repetitions was applied and the size of the experimental unit was 1 kg per treatment. In the farinograph simulator there were highly significant differences, Water absorption 54.23%, Stability 2.03 min, weakening 0.15 Nm, and in the Development Time there were no significant differences. For the Rheological Characterization, they did not present statistical differences in Mass Development, Starch Gelatinization, with the exception of Protein Weakening of 0.42 Nm, Amylasic Activity 1, 72 Nm, 2.48 Starch Retrogradation, presented highly significant differences. Concluding that through Sensory Analysis the product of greater acceptance, is the 10% mixture of mashua flour and 90% wheat flour, reporting values in the physical-chemical analysis of 6.71% protein, moisture 2, 85%, ashes 1.48%, in the microbiological analysis it was determined the absence of mold and yeast, the cost benefit was \$ 1.30 US dollars. It is recommended to use mashua flour in other bakery products since nutritionally it is beneficial for human health and thus the use of this tuber would be increased, which is currently little used.

**Key words:** < TECHNOLOGY AND AGRICULTURAL SCIENCES >, < FARINOGRAPH > < RHEOLOGICAL>, < MASHUA (TROPAEOLUM TUBEROSUM)>, < COOKIE >, < SENSORY ANALYSIS >, < PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS >, < MICROBIOLOGICAL ANALYSIS >.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente la agroindustria en el Ecuador necesita desarrollar nuevas tecnologías que le permitan obtener alimentos en cuyo proceso de elaboración no implique la utilización de productos importados como es el caso del trigo, ya que datos actualizados del Banco Central del Ecuador, el 98% de este producto que consume la industria es importado de Estados Unidos, Canadá, de los requerimientos internos y tan solo el 2% se produce a nivel local. (Ceres, 2017.p.1)

En la actualidad se utilizan diversas técnicas de sustitución de harina de trigo (con harina de arroz, quinua) para la elaboración de galletas. La mashua tiene un alto contenido en carbohidratos e importante valor calórico es rica en vitamina C, el cual contribuye al mantenimiento de los cartílagos y ayuda a la absorción del hierro que previene la anemia, genera resistencia contra las infecciones, presenta un alto contenido de fibra, estimula a los músculos intestinales, contiene fósforo, calcio y vitamina A el uso más común es para el tratamiento de la inflamación de las vías urinarias, enfermedades de los riñones y prostatitis. (Patrimonio Alimentario, 2013.p.4)

La mashua se cultiva en la Sierra norte y central de los Andes ecuatorianos este tubérculo se siembra en pequeñas parcelas, junto a cultivos de papa, oca y melloco, existen mashuas de color amarillo, blanco y negro, esta planta es considerada rustica se cultiva muy poco y la mayoría de las variedades ha ido desapareciendo con el pasar del tiempo. (Patrimonio Alimentario, 2013.p.4)

De acuerdo a los antecedentes antes mencionados, a través de la presente investigación se pretende utilizar diferentes niveles de harina de mashua para la elaboración de galletas, la cual ira sustituyendo de manera progresiva la harina de trigo; por lo cual se ha planteado los siguientes objetivos

- Analizar el comportamiento de las pre-mezclas de harinas (harina de mashua- harina de trigo) durante el amasado.
- Determinar la aceptabilidad del producto mediante pruebas organolépticas.

- Evaluar las características físicas químicas y microbiológicas del producto con mayor aceptabilidad.
- Calcular el beneficio-costo del producto mediante la utilización de la siguiente fórmula (B/C).

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Raíces y Tubérculos Andinos

Son fuente importante de energía, debido principalmente a su contenido de almidón, es un polisacárido. Los diferentes tipos de almidones se diferencian entre sí por el tamaño de los gránulos, su apariencia microscópica sus características físicas y su constitución química, pues existen almidones que están constituidos en su mayor cantidad de amilosa y amilopectina, los primeros tienen importancia en el campo de las fibras y plásticos y los segundos en el campo alimentarios. (Surco, F , 2004.p.9)

Actualmente, la producción de raíces y tubérculos andinos (RTAs) se encuentra concentrada en la región andina del Ecuador, no hay otra zona en la que existan las condiciones adecuadas para producir en términos de lluvia y suelo. (Barrera,V et al., 2004.p.1)

#### 1.2. Mashua (*Tropaeolum tuberosum*)

##### 1.2.1. Origen

La Mashua es un tubérculo que se encuentra distribuido entre 2.800 y 4.000 msnm en las regiones andinas, como Bolivia, Colombia, Ecuador, en donde se la puede hallar tanto en forma silvestres o cultivada, es resistente a temperaturas bajas, al ataque de insectos y plagas. (Espin, C, 2013. p.11).

Es imposible determinar con exactitud en qué punto de la Región Andina se originó y se propagó esta planta, ya que existen evidencias arqueológicas de que se consumía hace más de 7500 años, este tubérculo se lo cultiva desde Colombia hasta el norte de Argentina, Perú y Bolivia se cultiva en mayor proporción (Manrique, I, 2014. p.1). Es una planta herbácea que tiene un alto contenido de almidón, vitaminas C y B, proteínas, carbohidratos, fibras y calorías, es un alimento nutricional y medicinal que sirve para la seguridad alimentaria de muchos pueblos ecuatorianos. (Giannoni, D , 2009.p.1)

### 1.2.2. Variedades

Se ha reconocido alrededor de 100 variedades de mashua por el color se registran variedades como: blanca, amarilla, morada como se puede observar en la Figura 1-1. La mashua blanca es una variedad rara, pequeña y precoz, la mashua amarilla tardía es la más difundida y alcanza un tamaño mayor que la amarilla chaucha, para la cual se señalan virtudes medicinales, por lo que se la utiliza contra el “mal de orina” (próstata). (Valdivieso, S, 2013. p.22)



**Figura 1-1:** Variedades de mashua  
**Fuente:** (Giannoni, D, 2009.p.1.)

### 1.2.3. Composición química y valor nutricional

Este tubérculo posee un alto contenido en carbohidratos y calorías, y relativamente alto en proteínas y fibras. Además, es rico en vitaminas A y C, como se puede presenciar en la Tabla 1-1. La mashua se la consume como complemento nutricional con otros tubérculos como las ocas, mellocos y papas, además posee varios aminoácidos para el cuerpo humano (Barrera, V et al., 2004,pp.5-6)

**Tabla 1-1:** Composición química de la mashua (en una porción de 100 g)

<b>NUTRIENTES</b>	<b>CANTIDAD</b>
Valor energético (Cal)	50
Humedad (%)	87,4
Proteínas (g)	15,0
Grasa (g)	0,7
Hidratos de carbono totales (g)	9,8
Fibras (g)	0,9
Cenizas (g)	0,6
Calcio (g)	12,0
Fosforo (mg)	29,0
Hierro (mg)	1,0
Vitamina A (mcg)	12,0
Tiamina (mg)	0,10
Riboflavina (mg)	0,12
Niacina (mg)	0,67
Ácido ascórbico (mg) Vit C	77,5

**Fuente:** (Patrimonio Alimentario, 2013.p.3)

#### **1.2.4. Componentes bioactivos**

##### **1.2.4.1. Compuestos fenólicos**

Son moléculas que tienen uno o más grupos hidroxilo unidos a un anillo aromático. Junto con las vitaminas, los compuestos fenólicos se consideran importantes antioxidantes en la dieta por ejemplo se encuentran presentes en frutas, hortalizas, raíces y cereales, juegan una serie de funciones metabólicas en las plantas, en el crecimiento, reproducción, y en la protección contra patógenos externos y el estrés, como la radiación UV y los depredadores, son responsables del color y las características sensoriales de las plantas y alimentos (Peñarrieta, M et al., 2014,p.2)

Los tubérculos y raíces andinos contienen numerosos compuestos con actividad biológica tales como los flavonoides, fenoles, estanoles, prebióticos, probióticos y fitohormonas. El consumo regular de estos compuestos contribuye a disminuir las enfermedades cardiovasculares y del tracto digestivo, a fortalecer sistema inmunológico y reproductor neutralizar la acción de los radicales libres que pueden dañar las células y favoreces la desintoxicación de compuestos no deseados (Jiménez, M et al., 2014.p.32)

##### **1.2.4.2. Glucosinolatos**

Los glucosinolatos también llamados tioglicósidos, se encuentran en plantas dicotiledóneas, y son especialmente abundantes en la familia de las Brassicaceae (crucíferas) y constituyen un mecanismo de defensa para la planta. (González, J, 2006). Químicamente, los glucosinolatos son compuestos orgánicos azufrados, responsable del sabor picante y amargo. (Botanica-online, 2019)

Diferentes investigaciones demuestran que la mashua es una fuente importante de glucosinolatos aromáticos, muy superior a casi todas las demás especies vegetales comestibles. Esto resulta sumamente importante debido al alto valor medicinal y quimiopreventivo de esta especie. (Medina ,E ; & Uscca, Y .2018,p.10)

### **1.2.5. Usos de Mashua**

**Alimento:** Los tubérculos se consumen cocidos los brotes tiernos y flores se comen cocidos como verduras.

**Medicinal:** Contra los cálculos renales, como antibiótico contra *Candida albicans*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus* y buenos contra las dolencias génito urinarias y contra la anemia, próstata.

**Antiafrodisíaco:** Disminuye la cantidad de testosterona y dihidrotestosterona en la sangre. Se dice que reduce el instinto sexual y se cuenta que las tropas de los incas llevaban la mashua como fiambre para olvidarse de sus mujeres. (Giannoni,D, 2009.p.1)

### **1.2.6. Beneficios de la mashua**

Investigaciones y pruebas realizadas acerca de los usos y beneficios de la mashua mencionan que tiene un alto valor nutritivo en proteínas, carbohidratos, fibra y calorías y contiene todos los aminoácidos esenciales, excepto histidina, es rica en vitamina, siendo importante en la alimentación de los pobladores altos andinos. (Crespo, J, 2010.p.1)

La presencia de glucosinatos en este tubérculo tiene efectos beneficiosos sobre el sistema inmunológico y que podrían proteger al organismo humano contra el cáncer, pero que al mismo tiempo podrían tener efectos perjudiciales sobre el sistema nervioso cuando se consumen en grandes cantidades (Valdivieso, S, 2013.p.21)

El tubérculo cocido con panela, aplastado y fermentado como chicha, así como las hojas preparadas en infusión, son bebidas utilizadas como diuréticos y además, se conoce que el tubérculo en infusión con manzanilla es desinflamante de los ovarios y alivia dolores menstruales, es utiliza como depurativo, para purificar la sangre, además, ayuda al metabolismo (Patrimonio Alimentario, 2013.p.5)

## **1.3. Harina de trigo**

El trigo (género *Triticum*) es el cereal más extensamente cultivado en el mundo y sus productos son muy importantes en la nutrición humana y en muchas partes donde no se puede cultivar el trigo,

éste se importa y se está convirtiendo cada vez más en una parte importante de la dieta, especialmente para la población urbana. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Aliimentación , 2011.p.2)

Es el producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo (*Triticum vulgare*, *Triticum durum*) hasta un grado de extracción determinado, considerando al restante como un subproducto (residuos de endospermo, germen y salvado). Las características de la harina deben ser color blanco con ligero tinte amarillento, ausencia de mohos y olores desagradables, suave al tacto, sin acidez establece la Norma Técnica Ecuatoriana del (Instituto Ecuatoriano de Normalización 616, 2006.pp.1-2).

### **1.3.1. Valor nutricional**

El grano contiene en su interior el germen del trigo, que es rico en vitamina E, ácido linoleico, fosfolípidos, aminoácidos (arginina, lisina, fenilalanina, metionina, triptófano), elementos indispensables para un buen equilibrio del organismo y que no puede sintetizar. El contenido proteico del germen de trigo es tres veces superior a la carne, al pescado y cinco veces a los huevos. (InfoAgro, 2015.p.2). Como se puede observan en la Tabla 2-1.

**Tabla 2-1:** Valor nutricional del trigo (100 g)

Grano de trigo (100 g )	%
Carbohidratos	70
Proteínas	16
Humedad	10
Lípidos	2
Minerales	2

**Fuente:** (InfoAgro, 2015.p.2)

### **1.3.2. Requisitos generales de la harina de trigo**

La harina de trigo debe presentar un color uniforme, variando del blanco al blanco-amarillento y debe tener el olor y sabor característico del grano de trigo molido, sin indicios de rancidez o enmohecimiento, ausencia total de otro tipo de harina, no deberá contener insectos, libre de excretas animales menciona la Norma Técnica Ecuatoriana del (Instituto Ecuatoriano de Normalización 616, 2006.p.2)

### **1.3.3. Componentes de la harina de trigo**

#### **1.3.3.1. Almidón**

Este carbohidrato ha sido parte fundamental de la dieta del hombre desde la prehistoria, además de que se le ha dado un gran número de usos industriales. Se encuentra en los cereales, los tubérculos y en algunas frutas como polisacárido de reserva energética. (Badui, S, 2006.p.81).

Desde el punto de vista químico, el almidón es una mezcla de dos polisacáridos muy similares, la amilosa y la amilopectina; el primero es producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos  $\alpha$  (1,4), que establece largas cadenas lineales con 200-2 500 unidades y pesos moleculares hasta de un millón; es decir, la amilosa es una  $\alpha$ -D- (1,4)-glucana, cuya unidad repetitiva es la  $\alpha$ -maltosa (Badui, 2006.p.81). Es el componente principal de la harina, ya que constituye el 75% de su composición (Mondragon, S, 2009.p.27)

#### **1.3.3.2. Gluten**

El gluten es una sustancia de proteínas insolubles en agua, que tiene la característica de ligar los demás componentes de la harina, dándole la cualidad de ser panificable; debido a la capacidad de fermentar la masa en presencia de agua y levaduras". Norma Técnica Ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Normalización 616, 2006.p.1).

Se forma por hidratación e hinchamiento de proteínas de la harina de trigo como son la gliadina y la glutenina. El hinchamiento del gluten posibilita la formación de la masa: unión, elasticidad y capacidad para ser trabajada, retención de gases y manteniendo de la forma original de las piezas en cuestión. Está formado por:

Glutenina, proteína encargada de la fuerza o tenacidad de la masa.

Gliadina, proteína responsable de la elasticidad de la masa. (Herrera, P; & Sisalima, D. 2013.p.25)

#### *1.3.3.3. Lípidos*

Los lípidos presentes en el grano constituyen aproximadamente el 2%, el tipo de grasa presente está formada por ácidos grasos poli y monoinsaturados que presentan beneficios para el buen estado del sistema cardiovascular (Mondragon, S,2009.p.27)

#### *1.3.3.4. Minerales y Cenizas*

Los componentes mayoritarios de la fracción mineral del trigo son los fosfatos y sulfatos de potasio, Magnesio y Calcio, los minoritarios incluyen Hierro, Manganeso, Zinc y Cobre. Las cenizas están formadas principalmente por calcio, magnesio, sodio, potasio, etc., provenientes de la parte externa del grano. (Bravo , J; & Ortiz, G, 1999.p.10)

### **1.4. Galletas**

Son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano según Norma Técnica Ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Normalización 2085, 2005.p1)

Son productos alimenticios elaborados, fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, adicionada o no de azúcares y otros productos alimenticios o alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, especias, etc.), sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua. (Bardón, R et al., 2010.p.75)

#### *1.4.1. Química de la panificación*

##### *1.4.1.1. Transformación de la harina en masa*

La harina de trigo contiene alrededor de 12 % de proteínas (de las que aproximadamente un 80% son proteínas de gluten), un 70% de almidón (amilosa/amilopectina= 1/3) y un 2% de lípidos. Tanto

los lípidos ligados, como los libres, contienen glicolípidos y fosfolípidos que son los componentes dominantes de sus fracciones polares (Matos, A; & Payehuan , I, 2011.pp.3-4)

Al añadir agua a la harina, se forma una masa por hidratación de las proteínas del gluten, parte del agua es retenida también por gránulos de almidón dañado, las propiedades viscoelásticas de la masa dependen de la fracción glutenina, que es capaz de formar una extensa red tridimensional. En el amasado todos estos componentes quedan integrados, formando una matriz compleja-almidónproteína-lípidos. Los lípidos producen un incremento del volumen de hogaza y una mejora del grano de la miga (blanda y de textura uniforme). (Matos, A; & Payehuan , I, 2011.p.3)

#### *1.4.1.2. La masa*

Una Masa satisfactoria es aquella que permite acomodar una gran cantidad de gas y retenerlo cuando la proteína forma sus redes tridimensionales estables durante el horneado. Obtener una masa de esta naturaleza exige más que mezclar los ingredientes: es necesario trabajarla mecánicamente (Matos, A; & Payehuan , I, 2011.p.3)

#### *1.4.1.3. La fermentación*

Se inicia en el momento que se añade la levadura en el amasado y en ese preciso instante, comienza a producirse gas. Este hecho tendrá como consecuencia que ya durante el amasado, al producirse una gasificación prematura, la masa se irá dotando de mayor fuerza y tenacidad. La fermentación, pues, comienza en el momento que se añade la levadura y finaliza cuando la masa, dentro del horno, alcanza los 55° C (Tejero, F. 2011).

#### *1.4.1.4. Fases de la fermentación.*

La fermentación puede dividirse en 2 fases; **reposo**, se define como el periodo de fermentación que transcurre entre el final del amasado y el pesado de la masa, y **apresto** es el intervalo de tiempo comprendido desde que se le da vuelta o gira hasta la cocción (Matos, A; & Payehuan , I, 2011.p.3)

#### *1.4.1.5. Aspectos químicos de la fermentación*

Las levaduras producen CO<sub>2</sub> y etanol que, siempre y cuando no se disuelven en la fase acuosa de la masa, dilatarán las burbujas de aire (10<sup>2</sup>-10<sup>5</sup>/mm<sup>3</sup>) formadas durante el amasado. La levadura tiene dos funciones: favorecer la maduración de la masa y producir gas para airear la masa y el pan establece (Matos, A; & Payehuan , I, 2011.p.4)

El mecanismo de producción del gas consiste en la transformación del azúcar anhídrido carbónico y alcohol. Esta producción depende de la presencia de levadura en la masa y de la cantidad de sustrato (azúcares fermentables) que contiene la harina. Pasteur demostró que la fermentación alcohólica tiene lugar en un ambiente anaeróbico, esto es, en ausencia de oxígeno, y por consiguiente, de aire: a través de este proceso las levaduras están en condiciones de producir energía de la glucosa en ausencia del oxígeno. Normalmente las bacterias lácticas se encuentran en la masa a una temperatura de 35°C y pH 5.8 y 6.2. Además, el ambiente ácido favorece la formación del gluten haciéndolo al mismo tiempo más extensible. (Matos, A; & Payehuan , I, 2011.p.4)

#### *1.4.1.6. Horneado*

Es el proceso térmico al cual se somete la masa de pan ya formado y fermentado, con temperaturas ya determinadas, superiores a los 200 °C y unos tiempos de cocción característicos de cada tipo de pan. El horneado acaba con todas las levaduras causantes de la fermentación, también se consigue un aumento de la masa del pan al expandirse el CO<sub>2</sub> debido al calor y un endurecimiento de la superficie. Este endurecimiento se produce por la evaporación del agua de la corteza que suponen una pérdida de peso entre un 8-14% de la masa. (Sánchez, L, 2014.p.22)

Durante el proceso de horneado, se gelatiniza el almidón y las proteínas se desnaturalizan, a una temperatura interna de la pieza de pan de 60-80°C y entonces es cuando la masa cruda se transforma en un producto con brillo, poroso y digestible. (Sánchez, L, 2014. p.22)

Las reacciones químicas involucradas en este proceso son esencialmente las reacciones de Maillard y la caramelización. La reacción de Maillard es favorecida en los alimentos con alto contenido de proteína, carbohidratos y humedad intermedia, a temperaturas mayores de 50°C y un pH de 4 a 7, produciéndose cambios de color (formación de melanoidinas), sabor (aldehídos y cetonas),

propiedades funcionales y valor nutrimental (bloqueo o destrucción de la lisina). La caramelización necesita de condiciones más drásticas, temperaturas superiores a 120°C y baja Aw. (Sánchez, L, 2014. p.22)

#### **1.4.2. Normativas**

##### **1.4.2.1. Clases de galletas**

Según la Norma Técnica Ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Normalización 2085, 2005.p.1), las galletas a base de trigo o algún sustituyente se clasifican en los siguientes tipos.

**Tipo I** Galleta saladas: Connotación salada.

**Tipo II** Galletas dulces: Connotación dulce.

**Tipo III** Galletas wafer: Producto obtenido a partir del horneado de una masa líquida (oblea) adicionada un relleno para formar un sánduche.

**Tipo IV** Galletas con relleno: Se le añade relleno

**Tipo V** Galletas revestidas o recubiertas: Que exteriormente presentan un revestimiento baño, pueden ser simples o rellenas.

##### **1.4.2.2. Disposiciones generales**

Las galletas se deben elaborar en condiciones sanitarias apropiadas observándose buenas prácticas de fabricación y a partir de materias primas sanas, limpias exentas de impurezas y en perfecto estado de conservación como establece la Norma Técnica Ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Normalización 2085, 2005.p.2)

##### **1.4.2.3. Requisitos**

- **Requisitos específicos**

Como se muestra en la Tabla 3-1, los requisitos Bromatológicos de las galletas que deberán cumplir.

**Tabla 3-1:** Requisitos Bromatológicos de las galletas

Requisitos	Min	Max	Método de ensayo
pH en solución acuosa al 10%	5,5	9,5	NTE INEN 526
Proteína % (%N x 5,7)	3,0	--	NTE INEN 519
Humedad %	--	10,0	NTE INEN 518

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización 2085, 2005.p.2)

### - Requisitos Microbiológicos

Los requisitos microbiológicos que deben cumplir las galletas se muestran en la Tabla 4-1.

**Tabla 4-1:** Requisitos Microbiológicos de las galletas

Requisitos	n	m	M	C	Método de ensayo
R.E.P. ufc/g	3	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	1	NTE INEN 1529-5
Mohos y levaduras upc/g	3	$1,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-10

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización 2085, 2005.p.2)

### 1.4.3. Materias primas para la elaboración de las galletas

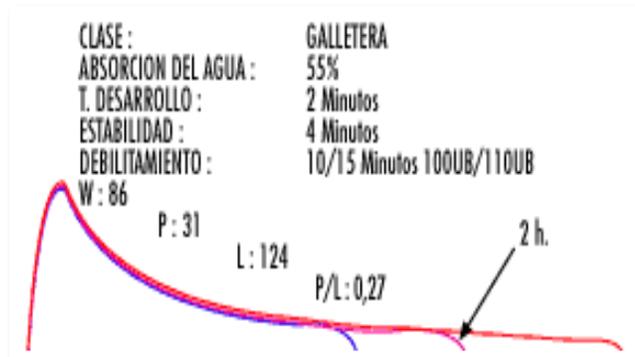
#### 1.4.3.1. Harina para galletas

Elaborado a partir de trigos blandos y suaves o con otros trigos aptos para su elaboración, que puede ser tratada con blanqueadores, mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales según la Norma Técnica Ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Normalización 616, 2006.p.2).

El contenido en proteínas que tienen usualmente es de 8 a 9%, cuando el tipo de galleta a elaborar es quebradiza, semidulce, para galletas esponjosas y bizcochos o aquellas que en su formulación contiene algo de levadura prensada, el porcentaje de proteínas es de entre 9 a 10% (Tejero, F. 2011.p.1).

Si la harina resulta demasiado fuerte, la elasticidad del gluten provocará una contracción de la masa en la laminadora y en el horno, dando como 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 (Tejero, F. 2011.p.1). Se muestra en la (figura 2-1) las características de la harina galletera.



**Figura 2-1:** Características de la harina galletera

Fuente: (Tejero, F,2011.p.1)

#### 1.4.3.2. Azúcar

Los azúcares en su estado cristalino contribuyen decisivamente sobre el aspecto y la textura de las galletas, la fijación de agua por los azúcares y polisacáridos tiene una contribución decisiva sobre las propiedades de las galletas. 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. (Cabeza, S, 2009.p.6)

#### 1.4.3.3. Grasas

Ocupan el tercer puesto en importancia dentro de los componentes de la industria galletera después de la harina y el azúcar, desempeñan una misión antiglutinante en las masas, contribuyen a su plasticidad y su adición suaviza la masa y actúa como lubricante. Además, juegan un papel importante en la textura de las galletas, resultan menos duras de lo que serían sin ellas, 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. (Cabeza, S, 2009.p.7)

#### 1.4.3.4. Agua

Constituye una tercera parte de la cantidad de harina que se emplea en la elaboración de galletas y 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. (Cabeza, S, 2009.p.7).

#### *1.4.3.5. Sal*

El cloruro sódico o sal común se utiliza fundamentalmente por su sabor y por su propiedad de potenciar sabores. Su concentración más eficaz en las galletas es de 1-1,5% del peso de la harina, ya que a niveles superiores a 2,5% se hace desagradable (Cabeza, S, 2009.p.8).

#### *1.4.3.6. Huevo*

Es uno de los ingredientes más importantes debido a sus propiedades constituidoras de estructura, su aroma, contribución al color, contenido graso y es muy utilizado por su efecto leudante debido a su capacidad de retención de aire durante el batido con la masa, específicamente en la etapa de mezclado-amasado (Guzman, R.2008, pp.13-14)

#### *1.4.3.7. Bicarbonatos*

Los bicarbonatos son agentes gasificantes que presentan un elemento alcalino, 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 (Cabeza, S, 2009.p.8)

#### *1.4.3.8. Esencia de vainilla*

Es un producto que proporcionar color, sabor y aroma agradable a los productos horneados (Cabeza, S, 2009.p.8)

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1. Localización y duración del experimento**

El desarrollo de esta investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicada en Av. Panamericana Sur km 1 1/2 en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador y los análisis se realizaron en los laboratorios de Alimentos y Conservas, Microbiología y Bromatología. Mientras que los análisis para determinar el comportamiento reológico, se realizó a través del equipo Mixolab que permite caracterizar el comportamiento reológico de una masa sometida a amasado, fueron realizados por la empresa GRANOTEC, ubicada Km. 10.5, vía a Daule en la ciudad de Guayaquil, la misma tendrá una duración 120 días laborales.

#### **2.2. Unidades experimentales**

En la investigación se utilizó 5 tratamientos con diferentes niveles de harina de mashua (10%, 20%,30%,40%), y un testigo (sin harina de mashua) al 0% en la elaboración de galletas, se aplicó 4 repeticiones, y la unidad experimental fue de 1kg.

#### **2.3. Materiales, equipos e instalaciones**

En la elaboración de la harina de mashua se utilizó mashua de la variedad amarilla se utilizaron los laboratorios de Alimentos, Bromatología y Microbiología de la Escuela Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias. Para determinar el comportamiento reológico se utilizó el laboratorio de la empresa GRANOTEC, ubicada Km. 10.5, vía a Daule en la ciudad de Guayaquil.

### **2.3.1. *Materia prima***

La materia prima que se utilizó en la presente investigación es la mashua (*Treopaeolum tuberosum*) variedad amarilla se adquirió en el mercado Mayorista del Cantón Riobamba- Provincia de Chimborazo.

### **2.3.2. *Ingredientes***

- Harina de trigo
- Maicena
- Azúcar blanca
- Polvo de hornear
- Huevos
- Mantequilla
- Esencias de vainilla
- Canela molida

### **2.3.3. *Materiales***

- Mandil
- Cofia
- Mascarilla
- Baldes
- Cuchillo
- Desecador

- Matraces Erlenmeyer
- Balón Kjeldahl
- Probeta
- Pipetas volumétricas
- Espátula
- Pinza
- Crisoles de porcelana
- Vaso de precipitación
- Placas petrifilm

#### **2.3.4.        *Materiales de oficina***

- Laptop
- Cuaderno
- Calculadora
- Esferos
- Papel bond

#### **2.3.5.        *Equipos***

- Estufa
- Mufla
- Deshidratador

- Balanza analítica y digital
- Horno
- Equipo Kjeldhal

#### **2.3.6.      *Reactivos***

- Ácido Sulfúrico concentrado
- Sulfato de Sodio Anhidro
- Dióxido de Selenio
- Hidróxido de Sodio
- Zinc en lentejas
- Ácido Clorhídrico
- Ácido Bórico
- Indicador mixto
- Alcohol Etilico
- Agua destilada

#### **2.3.7.      *Instalaciones***

Laboratorio de Microbiología y Bromatología, Alimentos y Conservas, Microbiología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Los análisis para determinar el comportamiento reológico, fueron realizados por la empresa GRANOTEC, ubicada Km. 10.5, vía a Daule en la ciudad de Guayaquil.

## 2.4. Tratamiento y diseño experimental

En la investigación se utilizó diferentes niveles de harina de mashua (10%, 20% ,30 y 40%) frente a un tratamiento testigo sin harina de mashua (0%) con 4 repeticiones por tratamiento y se aplicará un Diseño Completamente al Azar (DCA).

(1)

$$Y_{ij} = \mu + T_i * E_{ij}$$

Donde;

$Y_{ij}$  =Valor estimado de la variable

$\mu$ =Media general

$T_i$ = Efecto del nivel

$E_{ij}$  = Error experimental

### 2.4.1. Esquema del Experimento

En la Tabla 5-2 se describe el esquema del experimento que se utilizó en la presente investigación.

**Tabla 5-2:** Esquema del Experimento

Niveles de harina de mashua (%)	Código	Número de repeticiones	TUE* (Kg)	Total kg./tratamiento
0%	T0	4	1	4
10%	T1	4	1	4
20%	T2	4	1	4
30%	T3	4	1	4
40%	T4	4	1	4

\*T.U. E: Tamaño de la Unidad Experimental

20

Realizado por: GUNSHA, Lourdes, 2019

## 2.5. Mediciones experimentales

Las mediciones que se realizó fueron las siguientes

### **2.5.1. *Análisis en la etapa de amasado y al producto***

#### **2.5.1.1. *Simulador Farinografía:***

- Absorción de agua (MIXOLAB)
- Tiempo de desarrollo (MIXOLAB)
- Debilitamiento (MIXOLAB)
- Estabilidad (MIXOLAB)

#### **2.5.1.2. *Caracterización reológica:***

- Desarrollo de la masa C1 (MIXOLAB)
- Debilitamiento de proteínas C2 (MIXOLAB)
- Gelatinización del almidón C3 (MIXOLAB)
- Actividad amilásica C4 (MIXOLAB)
- Retrogradación del almidón C5 (MIXOLAB)

#### **2.5.1.3. *Textura:***

- Fuerza (Texturómetro TVT 6700)
- Volumen (AACC 2000)

#### **2.5.1.4. *Análisis sensorial***

- Color
- Olor
- Sabor
- Textura (crocancia)

## 2.5.2. *Análisis del producto con mayor aceptación*

### 2.5.2.1. *Características físico- química*

- Humedad
- Cenizas
- Proteína

### 2.5.2.2. *Análisis Microbiológicos*

- Mohos
- Levaduras

### 2.5.2.3. *Análisis económicos*

- Beneficio/ costo (B/C)

## 2.6. **Análisis estadísticos y pruebas de significancia**

Los resultados obtenidos se evaluaron mediante la prueba estadística para los siguientes análisis.

Análisis de varianza (ADEVA)  $P \leq 0,05$ ,  $P \leq 0,01$

Prueba de Tukey  $P \leq 0,05$ ,  $P \leq 0,01$

Como se puede observar en la Tabla 6-2 donde se muestra el esquema del ADEVA

**Tabla 6-2:** Esquema del ADEVA

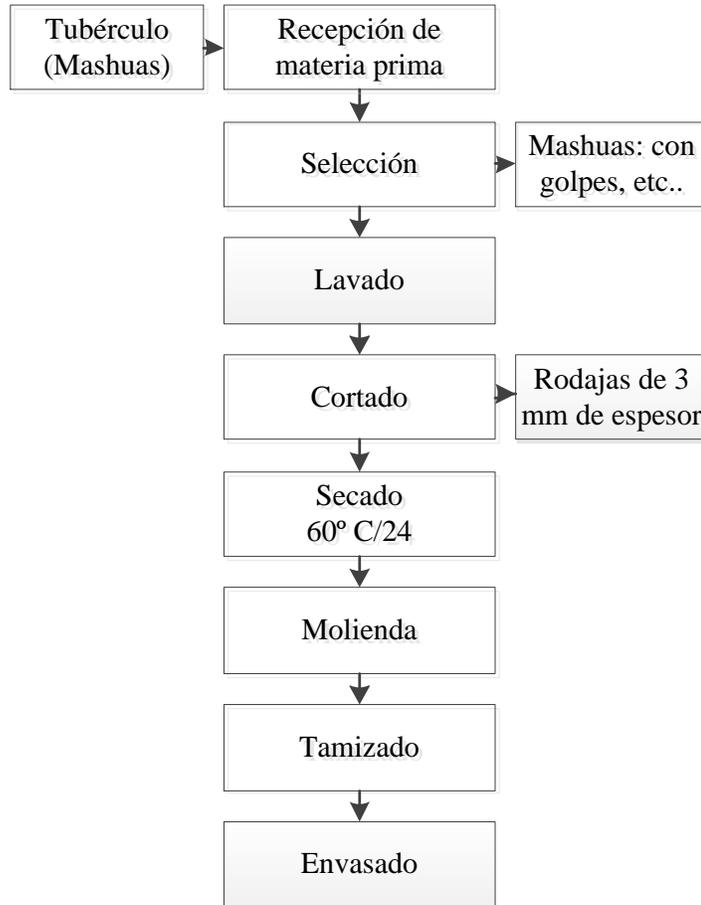
Fuente Variación		Grado de libertad
Total	(n-1)	19
Tratamiento	(t-1)	4
Error Exp	(n-1)-(t-1)	15

Realizado por: GUNSHA, Lourdes, 2019

## 2.7. Procedimiento experimental

### 2.7.1. Elaboración de la harina de mashua

Para la obtención de la harina de mashua se siguió el siguiente. Diagrama de flujo de la elaboración de la harina de mashua como se puede observar (Grafico 1-2).



**Gráfico 1-2:** Diagrama de flujo de la elaboración de la harina de mashua

Realizado por: GUNSHA, Lourdes, 2019

#### 2.7.1.1. Recepción

La mashua amarilla para esta investigación fue obtenida en el mercado Mayorista del Cantón Riobamba- Provincia de Chimborazo.

#### 2.7.1.2. *Selección*

Se efectuó de forma manual y visual, con la finalidad de eliminar los tubérculos que presentaron perforaciones por insectos, golpes o manchas verdes.

#### 2.7.1.3. *Lavado*

Se realizó con agua potable y con ayuda de una escobilla se procedió a retirar la tierra adherida en las ondulaciones que tiene la mashua, después se pasó a la desafección se aplica 5 mL de cloro al 5% en 10 litros de agua potable, las mashua se sumergen en esta solución durante 2-5 minutos.

#### 2.7.1.4. *Cortado*

La mashua se rebano con una cortadora de tubérculos en rodajas de 3 mm de espesor.

#### 2.7.1.5. *Secado*

Las rebanadas de mashua se colocaron en las bandejas, esta operación se realizó en un deshidratador por 24 horas a 60°C hasta obtener un secado uniforme.

#### 2.7.1.6. *Molienda*

Las rebanadas de mashua ya secadas posteriormente enfriadas se sometieron a una molienda manualmente, hasta obtener una harina fina.

#### 2.7.1.7. *Tamizado*

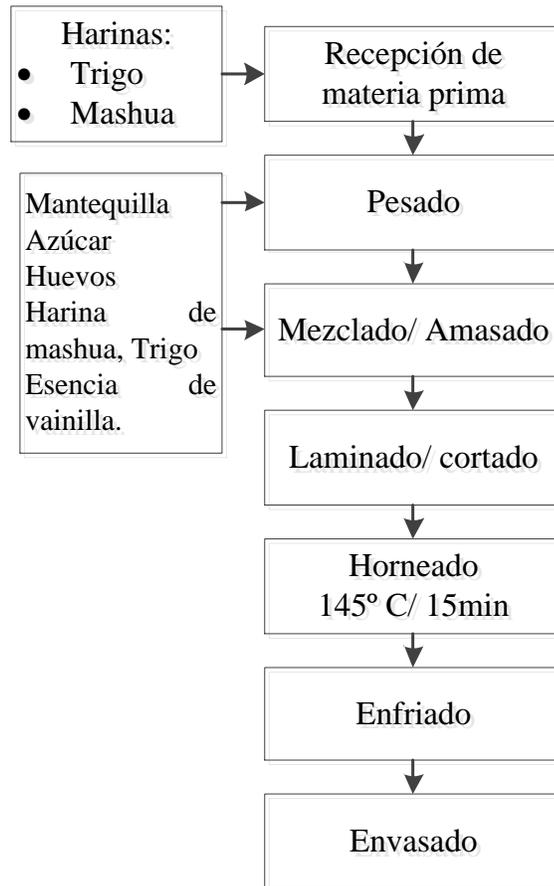
La harina de mashua ya obtenida de la molienda se procedió a tamizar manualmente con la ayuda de un tamiz normal.

#### 2.7.1.8. *Envasado*

La harina de mashua se envaso en fundas ziploc de 2 kg cerradas sin aire para su mejor conservación se almaceno en lugar seco y fresco.

### 2.7.2. *Elaboración de las galletas*

Una vez obtenida la harina de mashua se realizó las galletas con diferentes niveles al (10%, 20%, 30%, 40%) y el nivel al 0% de harina de mashua como se puede observar en el Diagrama de flujo de la elaboración de galletas (Grafico 2-2).



**Gráfico 2-2:** Diagrama de flujo de la elaboración de las galletas fortificadas.

**Realizado por:** GUNSHA, Lourdes, 2019

#### 2.7.2.1. *Recepción de la materia prima*

Una vez obtenida la harina de mashua e insumos necesarios que se utilizó en la elaboración de las galletas con diferentes niveles de harina de mashua - harina de trigo, se verifico su fecha de elaboración y vencimiento para así asegurar la calidad del producto terminado.

#### 2.7.2.2. *Pesado*

Con ayuda de una balanza se pesó las materias primas e insumo, correspondiente a cada formulación previamente se identificó según los niveles de sustitución.

#### 2.7.2.3. *Mezclado y amasado:*

Se incorporó la mantequilla, azúcar, en el tazón se procedió a cremar a baja velocidad, (10min); luego agregamos los huevos, y la harina de mashua mas trigo y se añadió la esencia de vainilla, canela en polvo y se procedió amasar hasta obtener una masa homogénea y compacta.

#### 2.7.2.4. *Laminado y cortado*

La masa se colocó en la mesa de aluminio, se extendió, se laminó con rodillos manualmente hasta un grosor de 4mm y posteriormente se procedió a cortar dando la forma a la galleta.

#### 2.7.2.5. *Horneado*

Para el horneado se utilizó un horno industrial con capacidad para 4 bandejas, una vez encendido el horno es necesario esperar a que este alcance la temperatura adecuada, la temperatura de horneado para cocción de las galletas es de 145°C por un tiempo de 15 min.

#### 2.7.2.6. *Enfriado y envasado*

Terminado la etapa de horneado, se llevó hacia una zona fresca, seca y libre de contaminación previamente identificada por niveles y las galletas se enfrió por un periodo de 20 minutos antes de ser empaquetadas a temperatura ambiente en bolsas de ziploc las cuales fueron cerradas sin quede aire en su interior, debidamente identificadas. En la Tabla 7-2: se muestran las formulaciones que se aplicó en el trabajo experimental.

**Tabla 7-2:** Formulas a aplicarse en el trabajo experimental

INGREDIENTES	T0	T1	T2	T3	T4
Harina de mashua	-	10	20	30	40
Harina de trigo	100	90	80	70	60
Total de harinas	100	100	100	100	100
Azúcar	30	30	30	30	30
Mantequilla	20	20	20	20	20
Huevos	20	20	20	20	20
Royal	3	3	3	3	3
Esencia de vainilla	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Canela en polvo	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Realizado por: GUNSHA, Lourdes, 2019

### 2.7.3. *Análisis en las etapas de amasado y al producto final*

#### 2.7.3.1. *Reología de los alimentos*

Según (Ramírez, J. 2006,p.9) explica que es la ciencia del flujo que estudia la deformación de un cuerpo sometido a esfuerzos externas.

La reología de los alimentos es el estudio de la deformación y flujo de materia primas, productos intermedios y productos terminados en la industria de alimentos. La ciencia de la reología tiene varias aplicaciones en los campos de la aceptabilidad, diseños de equipos, procesamientos y manejo de alimentos. (Rodríguez et al., 2005,p.3). Por ello se emplean métodos básicos de análisis como el farinografía, en la actualidad el equipo Mixolab simulator, que son de gran utilidad para los molineros que ayudan a entender el proceso final. La reología de una masa, no obstante, es atribuible a la naturaleza de matriz que son en este caso, las proteínas del gluten.

#### 2.7.3.2. *Equipo mixolab simulator*

El equipo Mixolab mide la consistencia de una masa sometida a una doble presión de amasado y a un aumento de temperatura y analiza la calidad de las proteínas y del almidón a partir de una muestra de 50 g de harina. Dispone de un protocolo particular y de algoritmos de cálculo que permite obtener resultado de análisis equivalentes a los obtenidos con el Farinógrafo. Al cabo de 30 min de ensayo, indica los valores medidos sobre la curva (Nm) así los equivalentes UF y permite medir la calidad panadera de la harina midiendo la consistencia de la masa mediante la fuerza necesaria para mezclarla a una velocidad constante y la absorción del agua necesaria para alcanzar esta consistencia (Chopin Technologies, 2016,pp2-4).

Según el autor citado anteriormente explica los parámetros que determina el equipo se detalla a continuación en la Tabla 8-2.

**Tabla 8-2:** Parámetros que determinan el equipo Mixolab

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN
ABSORCIÓN DE AGUA	Representa la cantidad de agua necesaria para alcanzar una consistencia en el amasado. Se encuentra directamente relacionada con la cantidad de pan que puede ser producido por kilo de harina, y depende de la cantidad y calidad de gluten, y la dureza de endosperma
TIEMPO DE DESARROLLO DE LA MASA	Es el tiempo necesario para alcanzar la máxima consistencia. En una harina fuerte, este periodo puede ser notablemente largo y es posible que se deba a la alta calidad del gluten.
ESTABILIDAD	Es el intervalo de tiempo durante el cual la masa mantiene la máxima consistencia. Da una idea de cuánto la masa soporta el amasado, por ejemplo en el caso de tener una masa con alta estabilidad, significa que se le puede aplicar un gran esfuerzo mecánico.
CAÍDA O DEBILITAMIENTO DE LA MASA	Representa la diferencia entre la máxima consistencia y la que se obtiene después de 10-20 minutos. Se expresa en unidades farinograficas y valores elevados indican que la red de gluten es mala o que la harina posee mucho almidón dañado.

**Fuente:** (Chopin Technologies, 2016.p.1)

El Mixolab es un equipo automático controlado por computadora que permite hacer un análisis de la masa en un solo ensayo, simulando las condiciones del procedimiento de fabricación. Mide el tiempo real el torque o par (expresado en Nm) que se produce al paso de la masa entre dos fraseadores, características reológicas (debilitamiento de las proteínas, la actividad enzimática, la gelatinización y gelificación del almidón) que se presentan en un gráfico expresado en curvas y tablas (Sandoval, G et al., 2012.p.124)

### 2.7.3.3. *Analizador de texturas TVT*

El analizador de texturas TVT ofrece un análisis rápido y objetivo para diferentes productos, el registro de los datos de medición comienza una vez que la sonda alcanza la fuerza de disparo preestablecida y la fuerza aumentará entonces hasta que la muestra se fracture. Después de fracturar

la muestra, la sonda vuelve a su posición inicial. Esta prueba de rotura es comparable a la primera fuerza de mordida de un producto (Perten , 2010,pp1-3 ).

#### 2.7.3.4. *Determinación del volumen*

Fue evaluado usando el método 10-05.01 de la AACC (2000). El volumen se determinó por desplazamiento de semillas de quinua a una velocidad constante colocadas en un recipiente cilíndrico el cual tenía un volumen conocido. Este cilindro se aforó y el exceso de semillas fue retirado con una regla, hasta obtener una superficie lisa, después se retiró todas las semillas de quinua en otro recipiente; En el recipiente cilíndrico las galletas fueron colocadas de forma horizontal y se repitió el proceso dejando caer las semillas de quinua, se elimina el exceso y por diferencia de peso se determinó el volumen de la galleta (Zaldumbide, M. 2014.p.51)

Una vez obtenido el volumen en (cm<sup>3</sup>) y se calculó el volumen específico con la siguiente ecuación 1-2

(2)

$$V = \frac{\text{Volumen}(cm^3)}{\text{masa}(g)}$$

#### 2.7.3.5. *Análisis sensorial*

A fin evaluar la aceptación del producto desarrollado se realizó la prueba de aceptabilidad de las galletas con harina de mashua y se utilizó una prueba hedónica de 5 puntos, asignando un valor a cada atributo según la categoría reportada en la escala que fue desde “me disgusta mucho” hasta “me gusta mucho”. Las muestras se presentaron en recipientes idénticos, codificados. Como se puede observar en la Anexo A, para evaluar los siguientes atributos: color, olor, sabor, textura. Con la participación de 20 jueces de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH estudiantes de la cátedra de Análisis Sensorial.

Para el número de jueces en este tipo de pruebas se debe efectuarse con un panel mínimo de 10 y un máximo de 20 a 25 jueces para obtener una respuesta válida. (Morales, A, 1994.p.214)

## 2.7.4. *Análisis del producto con mayor aceptación*

### 2.7.4.1. *Características físico- química*

- Determinación de la humedad según la Norma Técnica Ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Normalización 518, 1980)

#### Principio

Consiste en secar la muestra en la estufa a una temperatura de  $10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta peso constante.

#### Procedimiento

1. Pesar de 1 a 2 g de muestra (previamente realizado el demuestre) en papel aluminio; o directamente en capsula de porcelana previamente tarada, repartir uniformemente en si base.
2. Colocar en la estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  por un lapso de 24 horas.
3. Enfriar en desecador durante 30min y pesar. En la ecuación 3-2 se puede observar la fórmula para calcular la humedad.

#### CÁLCULOS

(3)

$$SS (\%) = \frac{(m2 - m)}{(m1 - m)} * 100$$

Dónde:

SS= Sustancia seca en porcentaje en masa

m= masa de capsula en g

m1= masa de capsula con la muestra después de calentamiento en g

- Determinación de cenizas según la Norma Técnica Ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Normalización 520, 1980)

### Principio

Se lleva a cabo por medio de incineración seca, consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura de  $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ , con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el  $\text{CO}_2$ , agua y la sustancia inorgánica (sales minerales) se queda en forma de residuos, la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro.

### Procedimiento

1. La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada
2. Tarar los crisoles de porcelana vacíos en la estufa ajustada  $550 \pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , durante 30min. Enfriar en el desecador durante 30 minutos y pesar.
3. Transferir al crisol y pesar, con aproximación al 0,1 mg, 5 g de la muestra.
4. Colocar el crisol con su contenido cerca de la puerta de la mufla abierta y mantenerla allí durante pocos, minutos para evitar pérdidas por proyección de material, lo que podría ocurrir si el crisol se introduce directamente a la mufla.
5. Introducir el crisol en la mufla a  $550 \pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta obtener cenizas de un color gris claro. No deben fundirse las cenizas
6. Sacar la mufla el crisol con la muestra, dejar enfriar en el desecador y pesar tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, con aproximación al 0,1 mg
7. Repetir la incineración por periodo de 30 min, enfriando hasta que no haya disminución en la masa. En la ecuación 4-2 se puede observar la fórmula para calcular la determinación de cenizas

## CÁLCULOS

(4)

$$C (\%) = \frac{(m_2 - m)}{(m_1 - m)} * 100$$

Dónde:

%C: Contenido de cenizas en porcentaje de masa

m= Masa de la capsula vacía en g

m1= masa de capsula con la muestra humedad en g

m2= Masa de la capsula con las cenizas en g

– Determinación de proteína (AOAC 2049)

### Principio

Sometiendo a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar CO<sub>2</sub> y agua, la proteína se descompone con la formación de amoníaco, el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoníaco sucede solamente en medio básico: luego de la formación de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2,5 % y titulado con HCl al 0,1 N.

### Procedimiento

1. Se pesa primeramente el papel bond, (W<sub>1</sub>) luego por adición se pesa 1 g de muestra y se registra el peso del pale solo y del papel más la muestra (W<sub>2</sub>)
2. En este contenido del papel más la muestra se añade 8 g de sulfato de sodio más 0, 1 g de sulfato cúprico.

3. Todo este contenido se coloca en cada balón el cual se añade 25 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  de ácido sulfúrico concentrado.
4. Cada balón con todo este contenido es llevado hasta las hornillas del Macro Kjeldahl para su digestión, a una temperatura graduada en 2.9 por un tiempo de 45 minutos a partir del momento que se clarifica la digestión.
5. Luego de este tiempo son enriados hasta que se cristalice el contenido de los balones.
6. Una vez terminada la fase de digestión se procede a preparar la etapa d destilación para lo cual colocamos en los matraces Erlenmeyer 50 mL de ácido bórico al 2,5% y los colocamos en cada una de las terminales del equipo de destilación.
7. En cada balón con la muestra cristalizada se colca 250 mL de agua destilada más 80 mL de hidróxido de sodio al 50% añadiendo también 3 lentejas de zinc, con todo esto contenido son llevados a las hornillas para dar comienzo a la fase de destilación.
8. El amoniaco como producto de la destilación es receptado hasta un volumen de 200 mL en cada matraz.
9. Se retira los matraces con su contenido, mientras que el residuo que se encuentra en el balón es desechado y se recupera las lentejas de zinc.
10. Para la fase de titulación se arma el soporte universal con la bureta y el agitador magnético. En cada matraz se coloca 3 gotas del indicador con HCl al 0,1 N.
11. Se prende el agitador y se deja caer gota a gota de ácido clorhídrico hasta obtener un color grisáceo transparente que el punto final de la titulación.
12. El número de mL de HCl al 0,1 N gastado se registra para el cálculo respectivo. En la ecuación 5-2 se puede observar la fórmula para calcular el porcentaje de proteína.

## CÁLCULOS

(5)

$$\%P = \frac{NHCl * 0.014 * 100 * 6.25 * mLHCl}{W_2 - W_1}$$

Dónde:

%PB= % Proteína Bruta

N HCl= Normalidad del ácido clorhídrico.

W<sub>1</sub>= Peso del papel solo

W<sub>2</sub>= Peso del papel más muestra

0.014= Peso del nitrógeno

6.25= Factor que sirve para convertir el porcentaje de N<sub>2</sub> en proteína.

mL HCl= mL de ácido clorhídrico utilizados al titular

### **2.7.5. Análisis microbiológicos**

- Determinación de mohos y levaduras se realizó mediante la Norma técnica Ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Normalización 386, 1985)
- 1. Esterilizar los materiales en la autoclave por 15 minutos a 120° C (tubos de ensayo, pipetas) en una funda de tela.
- 2. Encender la cámara de flujo laminar para la eliminación de posibles contaminantes en el aire (bacterias y levaduras).
- 3. Colocar 16 tubos de ensayo y rotularlos para colorarlos en la gradilla y en el primer tubo poner 9 ml de agua destilada

4. Poner en los tubos de ensayo 1 gr de las muestras, agitar por un minuto, esta dilución pertenece a la solución 10-1.
5. De la solución anterior tomar 1 ml y colar en la siguiente fila de tubos, correspondiendo a la solución 10-2.
6. De la solución 10-2 tomar 1ml de solución y colocar en la última fila de tubos, correspondiendo a la solución 10-3.
7. Con la solución 10-3 sembrar en las placas Petri film 3M para hongos y levaduras.
8. Rotular las placas Petri film 3M y colocar 1 ml de solución en el centro de la película inferior con ayuda de una pipeta, en posición inclinada.
9. Correr la película superior hacia abajo, evitando la formación de burbujas de aire y presionar con el aplicador el círculo del cultivo.
10. Al finalizar la siembra en las placas, poner en la estufa a una temperatura de 25- 28 ° C durante 48 horas en el caso de hongos y levaduras.
11. Transcurrido el tiempo de incubación sacar de la estufa y proceder al conteo de colonias e identificar el número de microorganismos presentes y los resultados reportar en UFC/g o UFC/ml.

#### **2.7.6. Análisis beneficio costos**

La relación Costo/Beneficio sirve para comparar el valor actual de los ingresos de un proyecto con los costos que se generan por el mismo, es decir el beneficio de un proyecto está dado por los ingresos, a mayor cantidad de ingresos que se obtenga; se tendrá mayor beneficio (Lawrence, G,2007,p.1). La fórmula para su cálculo es la siguiente:

(6)

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Egresos totales}}$$

## CAPITULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADO

#### 3.1. Simulador farinografía

##### 3.1.1. Absorción de Agua

En la Tabla 9-3 se muestra los valores de absorción de agua en los niveles (0, 10, 20,30, 40, %) en los cuales presentan diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ), al 10% (54,23%) de sustitución con harina de trigo y mashua con un valor mínimo de (51,98%) en el nivel al 40%. Según lo citado por (Sandoval, G et al.,2012.p.126) señala que la harina de trigo tiene una absorción de agua de (63,70%). Esto dependería de la cantidad, calidad del gluten y la dureza del endospermo (Álvarez, C, 2012. p.23). En este tipo de alimento tipo “galleta”, no es necesario obtener mayor absorción de agua, (González, P, 2015. p.78). Mientras (Tejero, F,2011.p.1) indica que en las galleta deben tener una absorción de agua de 55%, esto quiere decir que los niveles utilizados son apropiados para este fin. En cuanto al análisis de regresión se estableció una tendencia cuartica altamente significativo ( $p < 0,01$ ) con la siguiente ecuación  $y = 53,9 + 28,563x - 370,94x^2 + 1331,2x^3 - 1531,2x^4$ , con un coeficiente de determinación de 95,58% como se puede observar en el (Grafico 3-3).

**Tabla 9-3:** Simulador de farinografía de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.

Parámetros	Niveles					EE.	Pro.
	0%	10%	20%	30%	40%		
Absorción de agua (%)	53,90c	54,23c	52,98b	52,63b	51,98a	0,10	0,0001
Tiempo de desarrollo (min)	1,40a	1,73a	1,70a	1,18a	1,48a	0,06	0,1093
Estabilidad (min)	1,70a	2,03a	2,20ab	3,08b	1,68a	0,07	0,0023
Debilitamiento (Nm)	0,15bc	0,15c	0,13a	0,13ab	0,14abc	0,01	0,0430

**Realizado por:** GUNSHA, Lourdes, 2019

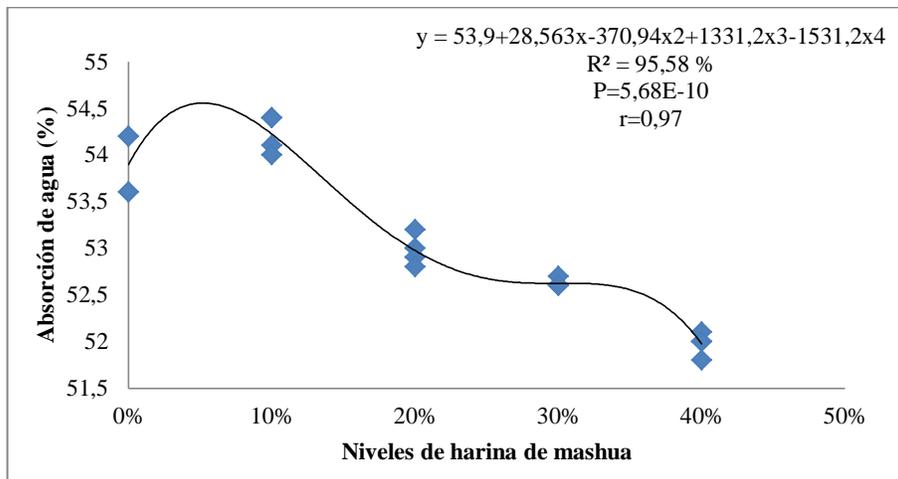
**Fuete:** INFOSTAT 2019

EE: Error estándar

Prob.  $> 0,05$ : No existen diferencias significativas

Prob.  $< 0,01$ : Existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.



**Gráfico 3-3:** Regresión en función a la absorción de agua en los diferentes niveles de sustitución de harina de mashua

Realizado por: GUNSHA, Lourdes, 2019

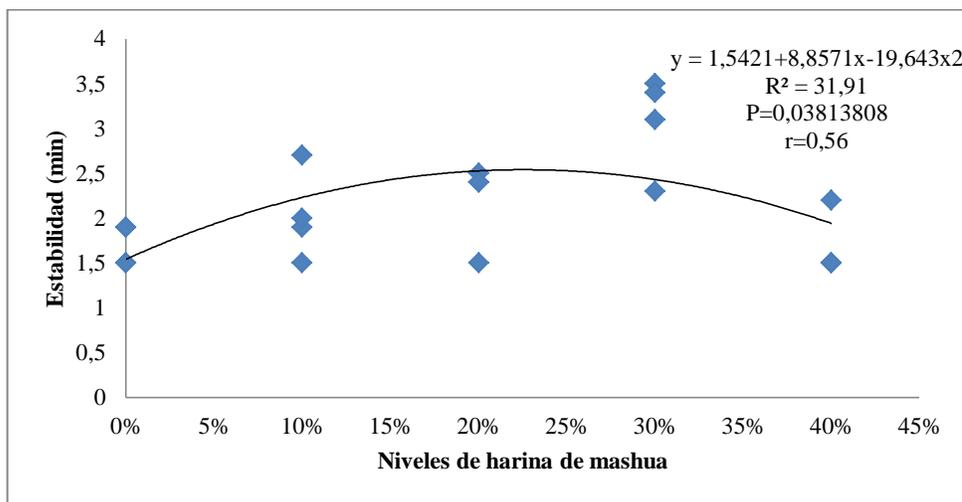
### 3.1.2. *Tiempo de desarrollo*

En el tiempo de desarrollo en los niveles (0, 10, 20, 30, 40, %) en los cuales no presentan diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) con un valor medio de (1,50 min), lo que muestra que los diferentes niveles de sustitución de la harina de mashua no influyeron en este parámetro de estudio. Según lo reportado por (Sandoval, G et al., 2012, p.126) que la harina trigo importado obtuvo un valor de tiempo de desarrollo de (4,5 min) alcanzara el punto de máximo de desarrollo en el farinograma antes de lo esperado, observando curvas bajas que corresponden a una harina débil, la cual no goza de un buen desarrollo de gluten al momento de aumentar el volumen. Según (Tejero, F, 2011, p.1) establece el Tiempo de Desarrollo en galletas es de 2 minutos lo que nos indica que diferentes niveles de sustitución están dentro de este parámetro.

### 3.1.3. *Estabilidad*

En la estabilidad en harinas sustituidas con los diferentes niveles (0, 10, 20, 30, 40, %) en la cual presentan diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ), mostrando un valor máximo de (3,08 min) con el nivel del 30% y un valor mínimo de (1,68 min) con el nivel del 40% de sustitución, están considerada débiles no aptas para panificación, pero apropiadas para la elaboración de galletas. Como establece (Sandoval, G et al., 2012, p.127) dice que la harina de trigo importado posee un valor de (7,90 min), se le considera una harina fuerte, este parámetro es importante para establecer si una

harina se califica como fuerte o debil. Según (Tejero, F,2011.p.1) indica que la estabilidad en galletas es de 4 minutos eso quiere decir que los diferentes niveles de sustitución están dentro de este parámetro. En el análisis de regresión se estableció una tendencia cuadrática altamente significativa ( $p < 0,01$ ) con la siguiente ecuación  $y = 1,5421 + 8,8571x - 19,643x^2$ , con un coeficiente de determinación de 31,91% como se observa en el (Gráfico 4-3).



**Gráfico 4-3:** Regresión en función a la estabilidad en los diferentes niveles de sustitución de harina de mashua.

Realizado por: GUNSHA, Lourdes, 2019

### 3.1.4. Debilitamiento mecánico

Los resultados obtenidos en el debilitamiento con los niveles (0, 10, 20, 30, 40, %) en la cual presentan diferencia altamente significativa ( $p < 0,01$ ), mostrando un valor máximo (0,15 Nm) en los niveles del 0, 10, % y un valor mínimo de (0,13 Nm) en los niveles del 20, 30, % con las diferentes sustituciones de harina de trigo-mashua. Según lo citado por (Rodríguez, E et al., 2012, p.203) el valor del debilitamiento mecánico de la harina de trigo es de (0,08 Nm) esto se debe a que las harinas fuertes darán valores bajos, mientras que las débiles darán valores altos. (Lascano, A, 2010, p.44)

## **3.2. Caracterización Reológica**

### **3.2.1. *Hidratación***

Es el porcentaje de hidratación es la cantidad de agua necesaria para formar la masa como indica (Vásconez, L., 2015.p.38). La cantidad de gluten presente en la muestra, afecta directamente el porcentaje de hidratación, entre mayor sea el contenido de gluten mayor será la hidratación (Chopin Applications Laboratory, 2012.p.6).

Como se puede observar en la Tabla 10-3 se presentan los resultados obtenidos de la hidratación en los cuales presentaron diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ), mostrando como valor máximo los niveles al 0, 10, % (53,50%), y con un valor mínimo en el nivel 40% (51,50%), en las diferentes sustituciones de harina de trigo–mashua. Mientras (Vásconez, L., 2015.p.38) reporta que la harina de trigo obtuvo una hidratación de 65,5%, esto se debe al contenido de gluten presente en las harinas cabe recalcar que la invgestiacion se trabajo con harina debil.

### **3.2.2. *Estabilidad***

Según (Chopin Applications Laboratory, 2012.p.12) dice que la estabilidad es la resistencia de la masa al amasado, cuanto más tiempo lleve más fuerte es la masa.

En cuanto a la estabilidad en los niveles (0, 10, 20, 30, 40, %) en los cuales presentan diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ), mostrando como valor máximo al nivel 40% (10,50 min), y un valor mínimo en los niveles 0, 10, % (9,20min). Según (Sandoval,G et al., 2012.p.128.) indica que la harina de trigo importado tiene un valor estabilidad de (9,30min). Este parámetro también está sujeto al contenido de proteínas formadoras de gluten ya que, a mayor contenido de proteínas formadoras de gluten, hay una mayor estabilidad de la masa menciona (Alvarez, C,2016.p.48). Sin embargo, la cantidad de fibra es el factor el que más repercute en estos resultados, puesto que una pequeña cantidad de fibra soluble, potencializa las propiedades de la harina y conforme aumenta la cantidad de fibra disminuye las características particulares de la harina.

**Tabla 10-3:** Caracterización del comportamiento reológica de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.

Parámetros	Niveles										EE.		Pro.	
	0%		10%		20%		30%		40%					
Hidratación (%)	53,50c		53,50c		52,30b		52,25b		51,50a		0,11		0,0001	
Estabilidad(min)	9,20a		9,20a		10,10b		10,30b		10,50b		0,15		0,0001	
	Tiempo (min)	Par (Nm)												
C1:Desarrollo de Masa	0,99a	1,08a	0,89a	1,09a	0,93a	1,09a	1,04a	1,08a	1,00a	1,08a	0,07	0,01	0,5522	0,4499
C2:Debilitamiento de Proteínas	17,62ab	0,40c	17,53a	0,32a	18,21bc	0,32a	18,75cd	0,36b	19,93d	0,42d	0,15	0,0031	0,0001	0,0001
C3:Gelatinización del Almidón	23,00a	1,82a	23,68ab	1,82a	23,00a	1,62a	26,70c	1,85a	26,05bc	1,79a	0,66	0,08	0,0019	0,2461
C4:Actividad Amilásica	30,00b	2,14d	29,31ab	2,13cd	30,00b	2,07c	29,59ab	1,94b	28,53a	1,72a	0,34	0,01	0,0399	0,0001
C5:Retrogradación del Almidón	45,01a	3,91d	45,02a	3,85d	45,01a	3,62c	45,02a	3,43b	45,01a	2,84a	0,01	0,04	0,4689	0,0001

**Realizado por:** GUNSHA, Lourdes. 2019

**Fuente:** INFOSTAT, 2019

EE: Error estándar

Prob.>0,05: No existen diferencias significativas

Prob.< 0,05: existen diferencias significativas.

Prob.<0,01:existen diferencias altamente significativas

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

### **3.2.3. C1: Desarrollo de la masa**

El desarrollo de la masa se determinó a temperatura de 30°C durante los primeros 8 minutos de la curva del Mixolab, este principio permite calibrar el equipo en una consistencia de 1,05 a 1,15 Nm para el desarrollo de la masa y tener datos confiables en las demás propiedades reológicas (Acurio, A, 2015.p.24). Este parametro depende de la capacidad de aglomeración de proteínas y el contenido de proteínas formadoras de gluten (gluteninas y gliadinas), este parámetro permite distinguir las harinas fuertes de las harinas débiles (Alvarez,C, 2016.p.48).

En el desarrollo de la masa en los diferentes niveles de harina de mashua (0, 10, 20, 30, 40, %), no presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) teniendo un valor medio en el tiempo de (0,97 min) por lo que la harina de mashua no influyo este parámetro. Según (Avecillas,R., 2015.p.52) indica que cuando una masa tiene mayor tiempo de amasado, significa que es una harina fuerte, el tiempo óptimo de amasado seria de 4-5 min un valor inferior a eso son harinas débiles. En lo que se refiere al par en el desarrollo de la masa, no presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) teniendo un valor medio de (1,08). Al comparar con (Sandoval,G et al., 2012.p.127) la masa de las harinas dentro de las fraseadores del equipo Mixolab alcanzan el par máximo de 1,1 N m a temperatura constante de 30 °C, de ese momento la masa es estable a deformaciones, eso quiere decir que el valor obtenido en la investigación está dentro de este parámetro.

### **3.2.4. C2: Debilitamiento de proteínas**

La fuerza y la extensibilidad del gluten se relacionan con calidad de proteínas, esta calidad está dada por las proteínas que permiten la formación del gluten que son: las gluteninas que se encargan de la estabilidad y fuerzas de la masa y las gliadinas que brindan extensibilidad y viscosidad a la misma. (Rodriguez, E et al., 2005.p.3)

Los resultados que se muestran del debilitamiento de proteínas presentan diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ), mostrando un valor mínimo y máximo de Par (0,32 Nm) en los niveles al 10, 20, % y (0,42 Nm) en el nivel al 40%. Según la investigación de (Guerra, A,2014.p.34) reporta un Par de 0,41 Nm, lo cual indica que no hay gran cantidad de gluten. Menciona (Chopin Applications Laboratory, 2012.p.13) los resultados del parámetro C2 (calidad de la proteína) las harinas con un C2 (calidad de la proteína) inferior a 0,5Nm proporcionan una masa de consistencia adecuada y productos con mayor volumen, C2 (calidad de la proteína) superior a 0,6 Nm proporcionan una masa de consistencia elevada, pero con un volumen muy bajo.

Teniendo valores inferiores, en la sustitución en los diferentes niveles de harina de mashua se obtendrá productos con mayor volumen.

### **3.2.5. C3: Gelatinización del almidón**

La gelatinización se da cuando los gránulos hinchados del almidón pierden la estructura cristalina formando un gel por la liberación de la amilosa. La fuerza reportada por el Mixolab procede del que se vuelve más espeso, o más viscoso al incrementar la temperatura de 55 a 60°C en un intervalo de tiempo de 18 a 25 minutos. (Acurio, A, 2015.p26.)

En la Gelatinización del almidón en los diferentes niveles de harina de mashua, no hay diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) obteniendo un valor medio de (1,78 Nm), por lo que la harina de mashua no ejerció ningún efecto en dicho parámetro. Al comparar con los datos obtenidos por (Chopin Applications Laboratory, 2012.p.13), el valor óptimo debe oscilar entre 1,59 y 2,27 Nm. Lo que indica que los datos obtenidos en esta investigación están dentro de los valores dados por Chopin Applications Laboratory esto se debe a la calidad del almidón.

### **3.2.6. C4: Actividad amilásica**

La actividad amilásica se determinó cuando la temperatura aumenta de 55 a 90°C entre 25 a 35 minutos en la curva del Mixolab, la fuerza registrada en el equipo procede esencialmente del almidón gelatinizado (Acurio, A, 2015.p.27). Este parametro depende de la amilasa, la misma que es una enzima que se encarga de desdoblar el almidón presente en la masa en pequeñas fracciones denominada dextrinas; estas moléculas actúan durante el proceso de cocción dando lugar a la gelificación del almidón modificación de los gránulos de almidón (Salazar, D, 2012.p.46).

Los resultados obtenidos presentaron diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) con un valor máximo y mínimo de Par (2,14 Nm) en el nivel al 0%, y Par (1,72 Nm) en el nivel al 40% de sustitución. Según (Chopin Applications Laboratory, 2012. p. 13) el valor óptimo debe oscilar entre 0,95 y 2,12 Nm y lo datos en esta investigación se encuentran dentro de estos parámetros.

Donde expone que al presentar gran cantidad de esta enzima la masa se desbordará y tendrá consistencia casi líquida, por lo contrario, si la actividad es muy baja no habrá volumen en las galletas y la miga será muy rígida (Lascano, A, 2010.p.96)

### **3.2.7. C5: Retrogradación del almidón**

La recristalización del almidón se determinó en la curva del Mixolab durante la disminución de la temperatura de 90 a 50 °C en un tiempo aproximado de 36 a 45 minutos lo que provoca que la amilosa hidratada forme puentes cruzados de hidrógeno en las secciones lineales de la amilopeptina dando como resultado una estructura más rígida lo cual se traduce en un aumento de la miga y pérdida de agua. (Acurio, A, 2015.p.28.)

Los resultados obtenidos presentaron diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) observando valores que varían entre (3,91 Nm) al nivel 0% y (2,84 Nm) en el nivel al 40%. Según lo citado por (Acurio, A., 2015.p.28.), cuando el valor de C5 es menor la retrogradación es más lenta prolongando así el tiempo de vida útil del producto final y cuando el valor C5 es mayor la retrogradación se da más rápida. Según (Chopin Applications Laboratory, 2012. p.13) el valor óptimo de C5 oscila entre 1,46-3,73 Nm. los datos obtenidos están dentro de los establecidos por Chopin Applications Laboratory.

### **3.2.8. Análisis de la textura de las galletas**

#### **3.2.8.1. Fuerza (g)**

Los resultados obtenidos de la fuerza utilizada por el equipo para romper la galleta como se muestra en la Tabla 11-3 presentan diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) mostrando valores desde (1187,70 g) al nivel del 0% hasta (554,73 g) en el nivel al 10%. Es la fuerza necesaria que el equipo utilizo para romper la galleta, es decir a más fuerza utilizada más dura la galleta. Esto se debe por elevado contenido de proteína producen galletas duras de mala apariencia y calidad, se usan harinas de trigos blandos y suaves con 8-9% de proteína (Alegre, K; & Asamt, R, 2016.p.50). En cuanto al análisis de regresión se estableció una tendencia cuartica altamente significativa ( $p < 0,01$ ) con la siguiente ecuación  $y = 1187,7 - 29689x + 353730x^2 - 1E+06x^3 + 2E+06x^4$ , con un coeficiente de determinación de 93,54% como se observa en el (Grafico 5-3).

**Tabla 11-3:** Análisis de la Textura de las galletas con diferentes niveles de harina de mashua

Parámetros	Niveles					EE.	Pro.
	0%	10%	20%	30%	40%		
Fuerza(g)	1187,70b	554,73a	1105,50b	572,28a	639,78a	41,87	0,0001
Volumen (cm <sup>3</sup> /g)	4,98a	5,94a	5,80a	5,14a	4,88a	0,32	0,0973

Realizado por: GUNSHA, Lourdes 2019

Fuente: INFOSTAT, 2019

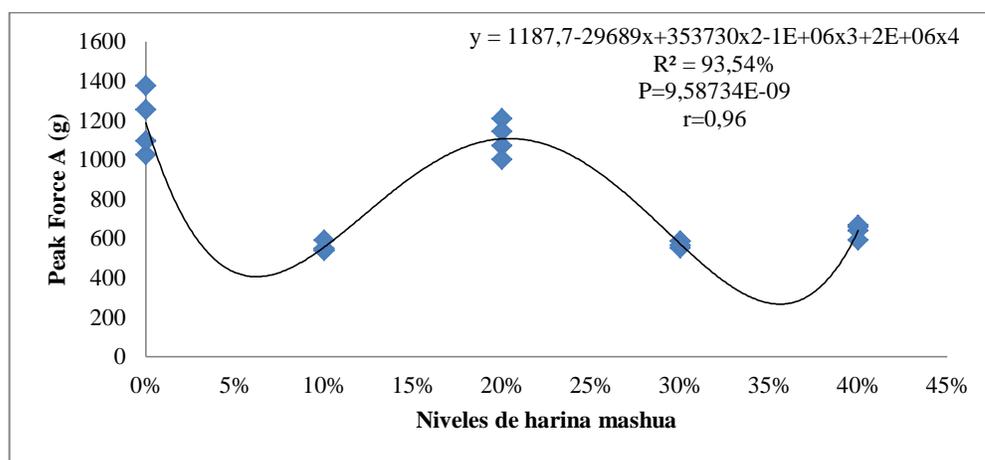
EE: Error estándar

Prob. < 0,05: existen diferencias significativas.

Prob.<0,05: Existen diferencia estadísticas

Prob.< 0,01: Existen diferencias altamente significativas

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.



**Gráfico 5-3:** Regresión en función al peso fuerza en los diferentes niveles de sustitución de harina de mashua en la elaboración de galletas

Realizado por: GUNSHA, Lourdes, 2019

### 3.2.8.2. Volumen Específico

A lo que concierne valores volumen específico, no presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) obteniendo un valor medio de  $5,32 \text{ cm}^3/\text{g}$  por lo que la harina de mashua no ejerció ningún efecto al momento de la sustitución en dicho parámetro. Según en la investigación hecha por (Zaldumbide, M., 2014.p.46) establece un volumen específico  $5,20 \text{ cm}^3/\text{g}$  en galleta de harina de trigo.

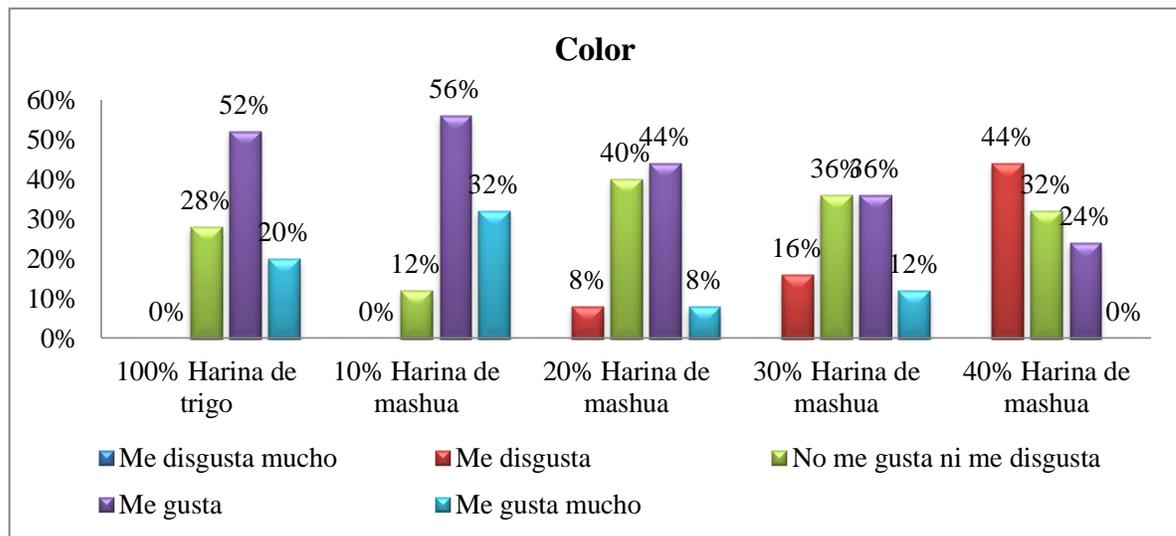
Este comportamiento se debió a que la harina de mashua carece de gluten y no permitió que la masa se esponje, esto hizo que sean más compactas, debido que no existen muchas cavidades producidas por el  $\text{CO}_2$ , dando así un valor de volumen específico (Alegre, K; & Asamt, R, 2016.p.88)

### 3.3. Análisis Sensorial

Para el análisis sensorial de las galletas con diferentes niveles de harina de mashua se realizó a 25 estudiantes del 7mo semestre de la cátedra de Análisis Sensorial de la Carrera de Ingeniería en industrias Pecuarias de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH. Como se muestra en la Tabla 12-3, se puede observar la tabulación de los datos, se realizó con el fin de determinar el producto de mayor aceptabilidad.

#### 3.3.1. Color

Como indica el Gráfico 6-3, se observa que el nivel con mayor aceptación respecto al color por parte de los encuestados obtuvo el nivel al 10% de harina de mashua; 32% afirmaron que les gusta mucho, 56% dijeron me gusta, y el 12% no me gusta ni me disgusta, seguido por el tratamiento al nivel 0% de harina de mashua; que indicaron el 20% me gusta mucho, 52% me gusta, 28% no me gusta ni me disgusta. El nivel al 20% harina de mashua; 8% me gusta mucho, 44% me gusta, 40% no me gusta ni me disgusta, 8% me disgusta. El nivel al 30% harina de mashua; 12% me gusta mucho, 36% me gusta, 36% no me gusta ni me disgusta, 16% me disgusta. El nivel al 40% harina de mashua; 24% me gusta mucho, 32% me gusta, 44% me disgusta, 0% no me gusta ni me disgusta.



**Gráfico 6-3:** Análisis sensorial del color de la galleta con los diferentes niveles de harina de mashua.

Realizado por: GUNSHA, Lourdes, 2019

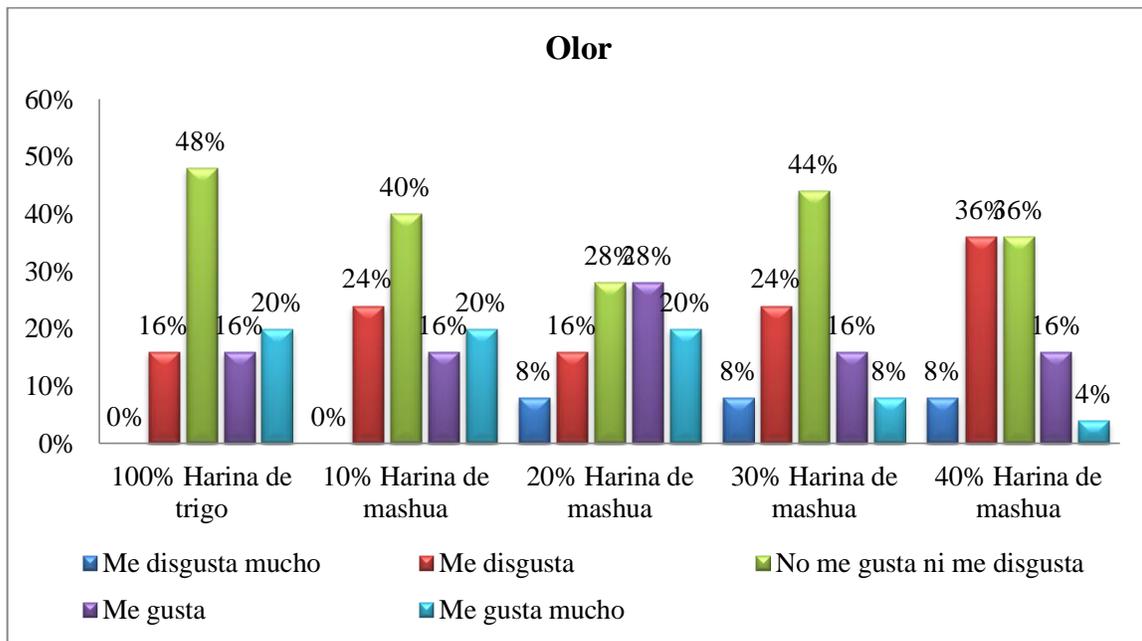
**Tabla 12-3:** Evaluación Sensorial de las galletas con diferentes niveles de harina de mashua

Categoría	T0 - 100% Harina de trigo			
	Color	Olor	Sabor	Textura
Me disgusta mucho	0%	0%	0%	0%
Me disgusta	0%	16%	4%	0%
No me gusta ni me disgusta	28%	48%	8%	12%
Me gusta	52%	16%	56%	48%
Me gusta mucho	20%	20%	32%	40%
Categoría	T1 - 10% Harina de mashua			
	Color	Olor	Sabor	Textura
Me disgusta mucho	0%	0%	0%	0%
Me disgusta	0%	24%	4%	8%
No me gusta ni me disgusta	12%	40%	12%	28%
Me gusta	56%	16%	40%	20%
Me gusta mucho	32%	20%	44%	44%
Categoría	T2 - 20% Harina de mashua			
	Color	Olor	Sabor	Textura
Me disgusta mucho	0%	8%	0%	0%
Me disgusta	8%	16%	4%	12%
No me gusta ni me disgusta	40%	28%	48%	28%
Me gusta	44%	28%	40%	44%
Me gusta mucho	8%	20%	8%	16%
Categoría	T3 - 30% Harina de mashua			
	Color	Olor	Sabor	Textura
Me disgusta mucho	0%	8%	0%	0%
Me disgusta	16%	24%	20%	8%
No me gusta ni me disgusta	36%	44%	48%	40%
Me gusta	36%	16%	32%	36%
Me gusta mucho	12%	8%	0%	16%
Categoría	T4 - 40% Harina de mashua			
	Color	Olor	Sabor	Textura
Me disgusta mucho	0%	8%	4%	0%
Me disgusta	44%	36%	24%	20%
No me gusta ni me gusta	32%	36%	44%	32%
Me gusta	24%	16%	28%	40%
Me gusta mucho	0%	4%	0%	8%

Realizado por: GUNSHA, Lourdes. 2019

### 3.3.2. Olor

Como indica el Grafico 7-3, se observa que el nivel con mayor aceptación respecto al olor por parte de los encuestadores obtuvo el nivel al 10% de harina de mashua: 20% señalaron que les gusta mucho, 16% me gusta, 40% no me gusta ni me disgusta y el 24% me disgusta, seguido por el tratamiento al nivel 0% de harina de mashua que indicaron el 20% me gusta mucho, 16 % me gusta, 48 % no me gusta ni me disgusta y el 16% me disgusta. El nivel al 20% harina de mashua; 20 % me gusta mucho, 28 % me gusta, 28 % no me gusta ni me disgusta, 16 % me disgusta, 8% me disgusta mucho. El nivel al 30% harina de mashua; 8 % me gusta mucho, 16 % me gusta, 44 % no me gusta ni me disgusta, 24 % me disgusta, 8 % me disgusta mucho. El nivel al 40% harina de mashua; 4 % me gusta mucho, 16 % me gusta, 36 % no me gusta ni me disgusta, 36 % me disgusta, 8 % me disgusta mucho.

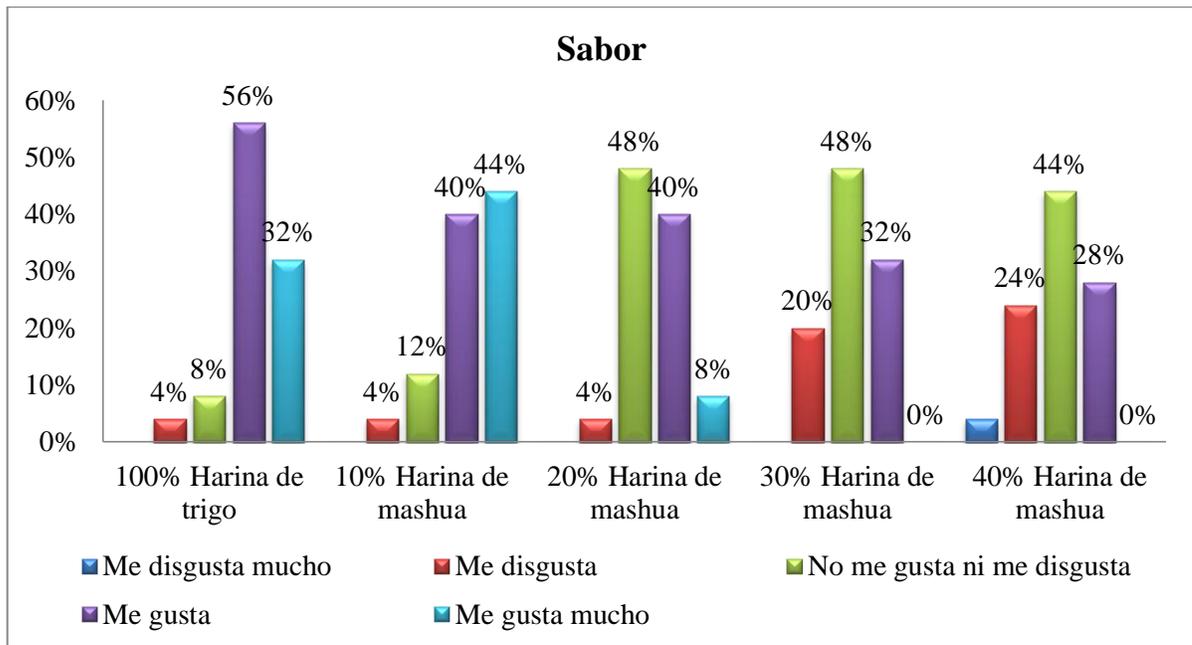


**Gráfico 7-3:** Análisis sensorial del olor de la galleta con los diferentes niveles de harina de mashua.

Realizado por: GUNSHA, Lourdes, 2019

### 3.3.3. Sabor

Como indica el Grafico 8-3, se observa que el nivel con mayor aceptación respecto al sabor por parte de los encuestadores obtuvo el nivel al 10% de harina de mashua: 44% indicaron que les gusta mucho, 40% me gusta, 12% no me gusta ni me disgusta y el 4% me disgusta, seguido por el tratamiento al nivel 0% de harina de mashua con el 32% me gusta mucho, 56 % me gusta, 8 % no me gusta ni me disgusta y el 4% me disgusta. El nivel al 20% harina de mashua; 8 % me gusta mucho, 40 % me gusta, 48 % no me gusta ni me disgusta, 4 % me disgusta. El nivel al 30% harina de mashua; 32 % me gusta, 48 % no me gusta ni me disgusta, 20 % me disgusta. El nivel al 40% harina de mashua; 28 % me gusta, 44 % no me gusta ni me disgusta, 24 % me disgusta, 4 % me disgusta mucho.



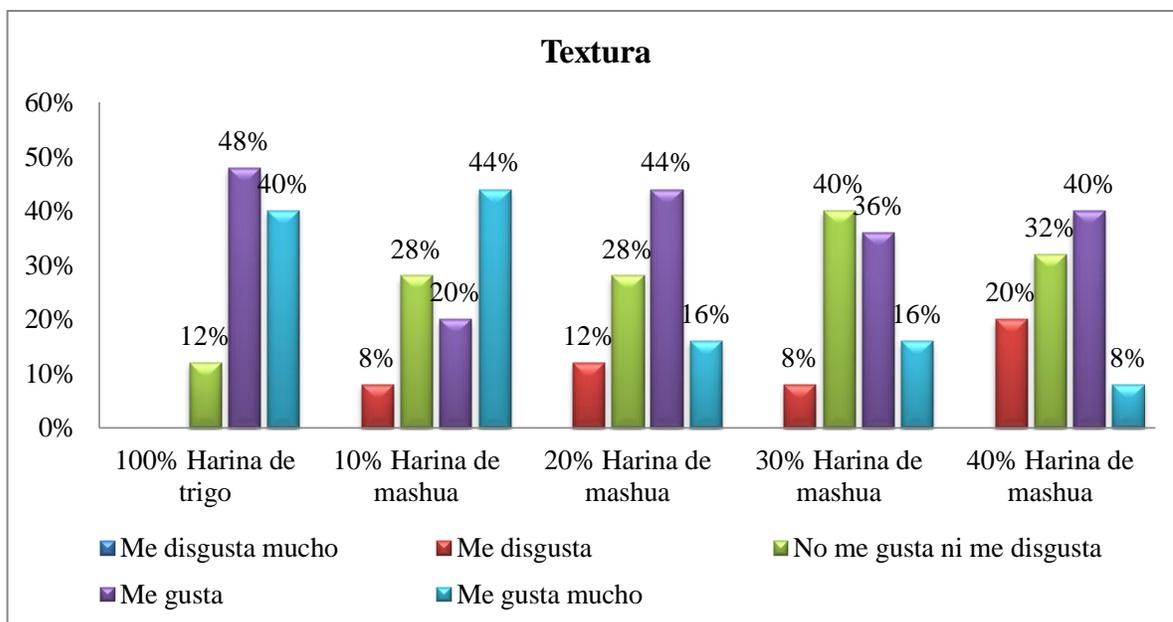
**Gráfico 8-3:** Análisis sensorial del sabor de la galleta con los diferentes niveles de harina de mashua.

Realizado por: GUNSHA, Lourdes, 2019

### 3.3.4. Textura

Como indica el Grafico 9-3, se observa que el nivel con mayor aceptación respecto a la textura por parte de los encuestadores obtuvo el nivel al 10% de harina de mashua: 44% indicaron que les gusta mucho, 20% me gusta, 28% no me gusta ni me disgusta y el 8% me disgusta, seguido por el

tratamiento al nivel 0% de harina de mashua con el 40% me gusta mucho, 48 % me gusta, 12 % no me gusta ni me disgusta. El nivel al 20% harina de mashua; 16 % me gusta mucho, 44 % me gusta, 28 % no me gusta ni me disgusta, 12 % me disgusta. El nivel al 30% harina de mashua; 16 % me gusta mucho, 36 % me gusta, 40 % no me gusta ni me disgusta, 8 % me disgusta. El nivel al 40% harina de mashua; 8 % me gusta mucho, 40 % me gusta, 32 % no me gusta ni me disgusta, 20 % me disgusta.



**Gráfico 9-3:** Análisis sensorial de la textura de la galleta con los diferentes niveles de harina de mashua.

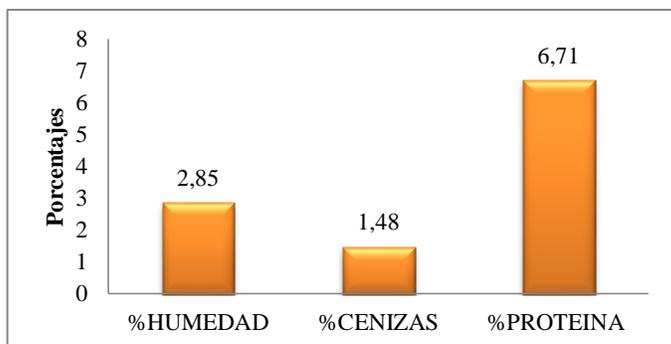
Realizado por: GUNSHA, Lourdes, 2019

### 3.4. Análisis físico-químico a la galleta con mayor aceptación en el análisis sensorial, fue el nivel del 10% de harina de mashua y 90% harina de trigo.

#### 3.4.1. Humedad

En el Grafico 8-3 se muestra el contenido de humedad de la galleta al nivel del 10% de harina de mashua y el 90% de harina de trigo se obtuvo un valor promedio 2,85%, al comparar el resultado obtenido por (Rivera, G, 2010.p.46), encontramos un valor de humedad de 3,2 %, quien trabajó con puré de mashua endulzada; quinua y otros ingredientes. Según la Norma Técnica del (Instituto Ecuatoriano de Normalización 2085, 2005.p.2), señala como límite máximo del 10% de humedad para la

galleta, en esta investigación la galleta se obtuvo un valor bajo garantizándose de esta forma una mayor conservación del producto lo que indica un mayor tiempo de vida del producto. (Rivera, G, 2010.p.46)



**Grafico 1-3:** Composición físico-química de la galleta al nivel del 10% de harina de mashua y el 90% de harina de trigo.

**Realizado por:** GUNSHA, Lourdes, 2019

### 3.4.2. *Cenizas*

El contenido de cenizas de la galleta al nivel del 10% de harina de mashua y el 90% de harina de trigo se obtuvo un valor promedio (1,48%), al comparar el resultado obtenido por (Rivera, G., 2010.p.47), encontramos un valor de contenido de cenizas (1,15%), quien trabajó con puré de mashua endulzada; quinua y otros ingredientes, el valor obtenido es superior al haber utilizado harina de mashua, y según (Rivera, G, 2010.p.47) al incorporar la mashua haya incrementado el valor nutritivo de la forma que los elementos minerales se encuentran en mayor concentración.

### 3.4.3. *Proteínas*

El contenido de proteínas de la galleta al nivel del 10% de harina de mashua y el 90% de harina de trigo se obtuvo un valor de (6,71%). Mientras que en la Norma del (Instituto Ecuatoriano de Normalización 2085, 2005.p.2), señala como límite mínimo de (3,0%), en esta investigación se obtuvo un valor alto esto se debe al aporte de proteína de la harina de mashua, según (Guerra, A., 2014.p.31) la harina de mashua con un porcentaje de proteína (10,40%).

### 3.5. Análisis Microbiológico

En lo que concierne a los análisis microbiológicos de la galleta de mayor aceptación como se puede muestra en la Tabla 13-3, no existió la presencia de mohos y levaduras en la galleta de mashua. Según la Norma Técnica del (Instituto Ecuatoriano de Normalización 2085, 2005.p.2), señala nivel de aceptación  $1,0 \times 10^2$  upc/g y nivel de rechazo  $2,0 \times 10^2$  upc/g.

**Tabla 13-3:** Análisis Microbiológicos de la galleta con mayor aceptación

Repeticiones	Microorganismos	
	Mohos y Levaduras UPC/g	
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0

Realizado por: GUNSHA, Lourdes, 2019

Encontrándose dentro de los requisitos establecidos según la norma siendo un producto de calidad apto para el consumo humano.

### 3.6. Análisis beneficio/costo

Como se puede observar en la Tabla 14-3 al realizar el análisis económico de la galleta con diferentes niveles de harina de mashua se pudo determinar que el mayor costo de producción por cada Kg de producto se dio al utilizar el nivel 40% con un costo de 3,01 USD, a diferencia del tratamiento testigo que registro un costo de 2,09 USD.

En cuanto al realizar el análisis del indicador beneficio/costo se estableció que en los cinco tratamientos son rentables ya que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad del 0,30 centavo registrando un B/C de 1,30 USD, por lo que se puede decir en la elaboración de la galleta con diferentes niveles de harina de mashua, es rentable por su contenido de proteína es mayor en comparación a la Norma Técnica del Instituto Ecuatoriano de Normalización 2085 de galletas y por ende es beneficioso para el consumidor.

**Tabla 14-3:** Evaluación del beneficio/ costo de la elaboración de los diferentes niveles de harina de mashua

Detalle	Costo/kg dólares	Niveles de harina de mashua				
		0%	10%	20%	30%	40%
Harina de trigo	0,88	0,39	0,35	0,31	0,28	0,23
Harina de mashua	6,00	0,00	0,27	0,54	0,81	1,08
Maicena	1,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Azúcar	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Mantequilla	1,65	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Huevo	0,15	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Esencia de vainilla ml	1,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Royal	3,96	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Canela en polvo	22,00	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Fundas ziploc	3,60	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
<b>TOTAL</b>		<b>2,09</b>	<b>2,32</b>	<b>2,55</b>	<b>2,79</b>	<b>3,01</b>
Cantidad de galletas (kg)		1	1	1	1	1
Costo de producción por (kg) de galleta dólares		2,09	2,32	2,55	2,79	3,01
Ingresos de venta por (kg) de galleta		2,72	3,02	3,32	3,63	3,91
Ingresos totales en dólares		2,72	3,02	3,32	3,63	3,91
Beneficio/costo en dólares		1,30	1,30	1,30	1,30	1,30

**Realizado por:** GUNSHA, Lourdes, 2019

## CONCLUSIONES

Al analizar las características farinográficas en los diferentes niveles al 10, 20, 30, 40 %, de harina de mashua se obtuvieron los siguientes resultados: Absorción de agua 54,32 %, Tiempo de desarrollo 1,73 min, Estabilidad 2,03 min, Debilitamiento 0,15 Nm, dando como mejor tratamiento al nivel del 10 % harina de mashua- 90% harina de trigo el que más se acercan a los valores promedios.

Al Analizar el comportamiento reológico de las pre-mezclas de (harina de mashua- harina de trigo) durante el amasado, mediante el uso del equipo Mixolab se evaluó las características reológicas, la masa que se elaboró con harina de mashua 40% y 60% de harina de trigo es la que conservo mejor sus propiedades, diferentes a las tres formulaciones restantes. Con respecto a la estabilidad se obtuvo un valor de 9,20 minutos , mientras que al ir sustituyendo la harina de mashua aumenta este parámetro con un valor de 10,50 minutos, esto se debe al contenido de fibra que nos aporta la mashua.

El producto de mayor aceptación luego de las pruebas organolépticas (color, olor, sabor, textura), fue con el nivel de sustitución del 10% de harina de mashua, al cual se realizó los análisis físico-químico reportándonos los siguientes resultados proteína 6,71%, humedad 2,85%, cenizas 1,48%, en cuanto a los análisis microbiológicos no se presencié el crecimiento de mohos y levaduras, siendo un producto apto para el consumo humano.

Se determinó el beneficio costo, con los diferentes niveles de sustitución de harina de mashua para la elaboración de galletas, mediante la fórmula B/C dando como resultado \$1,30 dólares americanos en todos los tratamientos.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda la utilización de la fórmula con el 10% de sustitución de harina de mashua en elaboración de galletas puesto que presentaron los mejores resultados en el análisis sensorial por parte de los consumidores.

Utilizar la harina de mashua en otros productos de pastelería y realizar estudios del mismo ya que nutricionalmente es muy beneficios para la salud de la población, de esta manera se incrementaría el uso de este tubérculo que la actualidad es poco comercializado.

Difundir los resultados de esta investigación mediante los programas de vinculación de la ESPOCH para que llegue a la población más vulnerable de la provincia y del país.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**ACURIO ACURIO, Aida Patricia.** Evaluación del efecto de la fermentación en las propiedades reológicas y panificables del almidón de maíz variedad INIAP 122. [En línea] (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos Carrera De Ingeniería en Alimentos, Ambato-Ecuador.2015. p.26-28. [Consultado: 25 de 10 de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/15897/1/AL%20590%20.pdf>

**ALEGRE AGUILAR, Kirsteen & ASMAT DANZA, Rosa.** Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de haba (vicia faba l.), en la elaboración de galletas fortificadas usando panela como edulcorante. [En línea] (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Lima-Perú. 2016. pp.88-89. [Consultado: 16 de 10 de 2019]. Disponible: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2630/42896.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**ALVAREZ RUIZ, Cynthia.** Proceso de obtención de harina de frutipan (*Artocarpus altilis*) y su utilización en pan de molde. [En línea] (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias Carrera de Ingeniería de Alimentos, Quito-Ecuador. 2016. p.48. [Consultado: 25 de 10 de 2019] Obtenido [file:///D:/Archivos/Downloads/65729\\_1.pdf](file:///D:/Archivos/Downloads/65729_1.pdf).

**ÁLVAREZ PULLUQUITÍN, Miryam.** 2012. Utilización de mejoradores en la harina de trigo nacional (*Triticum aestivum*) para la elaboración de pan. [En línea] (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos Carrera de Ingeniería en Alimentos, Ambato-Ecuador.2012. p.23. Disponible de: [Consultado: 02 de 10 de 2019]. Disponible en: <file:///F:/%C2%A0/perfil%20de%20tesis/tesis%20casi%20fin/AL%20494Informacion%20de%20fa rinografia%2047p.pdf>.

**AVECILLAS CORELLA, Rodrigo.** Estudio de la sustitución parcial de harina de trigo con harina de quinua cruda y lavada en la elaboración de pan. [En línea] (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería Carrera de Ingeniería de Alimentos, Quito-Ecuador. 2015. p.52. [Consultado: 25 de 10 de 2019]. Disponible en: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5408/1/60106\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5408/1/60106_1.pdf).

**BADUI DERGAL, Salvador.** *Química de los Alimentos*. [En línea]. 4ta ed. Naucalpan -México: Grupo Herdez, S.A. de C.V, 2006.p.81 [Consultado: 06 de 11 de 2019]. Disponible en: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/LibroBadui2006\\_26571.pdf?fbclid=IwAR1n7Eppd51r4DE81YOWbDYA5djrAPMoAJBTSNPa6lbfNH-9qPkWzmczhIw](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/LibroBadui2006_26571.pdf?fbclid=IwAR1n7Eppd51r4DE81YOWbDYA5djrAPMoAJBTSNPa6lbfNH-9qPkWzmczhIw)

**BARDÓN, Rocio; BELMONTE, Susana; FÚSTER, Fernando; HERNANDO, Eloy & RIBES, Miguel.** *El sector de los productos de panadería, bollería y pastelería industrial, y galletas en la Comunidad de Madrid*. [En línea]. Madrid-España: 2010.p.75. [Consultado: 06 de 11 de 2019]. Disponible en : <https://www.gremipabcn.com/ckfinder/userfiles/files/Estudio%20sector%20panaderia%20y%20boller%c3%ada%20MADRID%202010.pdf>.

**BARRERA, Victor., TAPIA, Cesar., & MONTEROS, Alvaro.** *Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tuberculos andinos. Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003)*. [En línea]. Lima-Perú.2004.pp.1-6. [Consultado: 31 de 10 de 2019] Disponible en: <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/f1ce784ad56186d4fbec1a60f9e8e757.pdf>.

**BOTANICA-ONLINE.** *Propiedades de los Glucosinatos*. [blog]. Madrid-España 1999 p.1 [Consultado: 05 de 11 de 2019]. Disponible en: <https://www.botanical-online.com/medicina-natural/glucosinatos-propiedades>.

**BRAVO, MOLINA Jose de Jesús, & ORTÍZ HERNANDEZ, Gabino.** Efecto del grado de extracción de harinas del trigo (*Triticum estrivum* L.) sobre sus propiedades químicas y de panificación. [En línea] (Tesis pregrado). Univesridad autónoma Chapingo, Departamento de Ingenieria Agroindustrial. Chapingo-México.1999.p.10.[Consultado: 05 de 11 de 2019]. Disponible en: <http://148.206.53.84/tesiuami/UACH21646.pdf>.

**CABEZA RODRÍGUEZ, Sara.** “Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas . [En línea] (Tesis de grado). Universidad de Burgos, Departamento de Biotecnología y Ciencia de los alimentos-Facultad de Ciencias. Burgos-España. 2009, p.6-8. [Consultado: 06 de 11 de 2019.] Disponible en: [http://riubu.ubu.es/bitstream/10259.1/117/5/Cabeza\\_Rodriguez.pdf](http://riubu.ubu.es/bitstream/10259.1/117/5/Cabeza_Rodriguez.pdf).

**CONSORCIO ECUATORIANO PARA LA RESPONSABILIDAD SOCIAL & SOSTENIBLE (CERES).** *Moderna Alimentos: EL programa “CULTIVA” impulsa la producción nacional de trigo.* [blog]. Quito-Ecuador, 2017.p.1.[Consultado: 30 de 10 de 2019]. Disponible en: <http://www.redceres.com/single-post/MODERNA-trigo>.

**CHOPIN APPLICATIONS LABORATORY.** Mixolab applications handbook. *Rheological and enzyme analyses* [En línea], 2012, (United States of America), 2 (5). pp. 1-166. [Consultado: 15 de 10 de 2019] .Disponible en: <file:///F:/informacion%20tesis/2012-CHOPIN-Mixolab-Applications-Handbook-EN-SPAIN-3.pdf>.

**CHOPIN TECHNOLOGIES.** Mixolab 2. *Mide las características de la masa durante el amasado y calidad de la proteína y del almidón.* [blog]. Fracia-Paris: 2016. p.1.[Consultado: 06 de 11 de 2019]. Disponible en: [file:///G:/%C2%A0/perfil%20de%20tesis/MIXOLAB2\\_leaflet\\_ES\\_20160901.pdf](file:///G:/%C2%A0/perfil%20de%20tesis/MIXOLAB2_leaflet_ES_20160901.pdf).

**CRESPO , Juana .** *Natura Book. Beneficios de la Mashua.* [blog]. Lima-Perú. 2010. p.1.[Consultado: 31 de 10 de 2019]. Disponible en: <https://naturabook.blogspot.com/>.

**ESPIN CASTRO, Carla Isabel.** Generalidades de la Mashua. [En línea] (Tesis de pregrado) Universidad de Cuenca, Hotelería, Gastronomía y Turismo, Cuenca-Ecuador. 2013. p.11. [Consultado: 31 de 10 de 2019]. Disponible en : <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1614/1/tgas76.pdf>.

**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO).** *Cereales, raíces feculentas y otros alimentos con alto contenido de carbohidratos.* [blog]. Ithaca, Nueva York, Estados Unidos, 2011. p.1 [Consultado: 05 de 11 de 2019]. Dsponible en: <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0u.htm>.

**GIANNONI, Daniel.** *Cultivos de los Incas - Tubérculos; Mashua.* [blog].Lima-Perú .2009. p.1 [Consultado: 05 de 11 de 2019]. Disponible en : [http://www.peruecologico.com.pe/tub\\_mashua.htm](http://www.peruecologico.com.pe/tub_mashua.htm).

**GONZÁLEZ, Juan.** *Glucosinolatos (Tioglicósidos).* [blog]. Madrid-España.2006. p.1.[Consultado: 05 de 11 de 2019.]. Disponible en: <http://www.ehu.es/biomoleculas/hc/sugar33c6.htm#top>.

**GONZÁLEZ SANTAMARIA, Paúl.** “Efecto de la utilización de los  $\beta$ -glucanos del salvado de la cebada en las propiedades reológicas y nutricionales de una matriz alimenticia “tipo alfajor”. [En línea] (Tesis pregrado) Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato-Ecuador. 2015.p.78. [Consultado: 02 de 10 de 2019.]. Disponible en: <file:///F:/%C2%A0/perfil%20de%20tesis/tesis%20casi%20fin/AL%20561%20inforacion%20de%20ofarinografia%20101.pdf>.

**GUERRA LUDEÑA, Andrea.** Estudio de la utilización de la harina de mashua (*tropaeolum tuberosum*) en la obtención del pan de molde. [En línea] (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial Facultad de Ciencias de la Ingeniería Carrera De Ingeniería de Alimentos. Quito-Ecuador. 2014. p.34 [Consultado: 15 de 10 de 2019]. Disponible en: [file:///F:/informacion%20tesis/55524\\_1%20Harina%20mashua.pdf](file:///F:/informacion%20tesis/55524_1%20Harina%20mashua.pdf).

**GUZMAN CHAVEZ, Rothman.** Propuesta de industrialización de la líneas de producción de galletas de las plataformas y tiendas con producción propia de carrefour. [En línea] (Tesis de pregrado ) Universidad de la Salle Facultad de Ingeniería de Alimentos, Bogotá-Colombia. 2008. p. 13-14. [Consultado: 06 de 11 de 2019]. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16044/T43.08%20G994p.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**HERRERA, Priscila., & SISALIMA, Diana .** *Elaboración de rosquillas a base de harina de camote morado, quinua, trigo y evaluación de su potencial nutritivo.* [En línea] (Tesis de Pregrado). Univerisidad de Cuenca, Hotelería, Gastronomía y Turismo, Cuenca-Ecuador. 2013. p.25. [Consultada: 05 de 11 de 2019]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/400/1/TESIS.pdf>.

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).** Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2085. Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. *Galletas. Requisitos.* Quito-Ecuador. 2005.p. 1-2.[Consultado: 05 de 11 de 2019] .Disponible en: file:///F:/informacion%20tesis/ec.n.te.2085.2005.pdf.

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).** Norma Técnica Ecuatoriana INEN 518. Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. *Harinas de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento.* Quito-Ecuador. 1980,p.5-6 [Consultado: 05 de 11 de 2019]. Disponible en: <https://archive.org/details/ec.n.te.0518.1981/page/n1>.

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).** Norma Técnica Ecuatoriana INEN 520. *Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza.* Quito-Ecuador.1980,p .5-6 [Consultado: 05 de 11 de 2019]. Disponible en: <https://archive.org/details/ec.n.te.0520.1981/page/n1>.

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN ( INEN).** Norma Técnica Ecuatoriana INEN 616. *Harina de trigo-Requisitos.* Quito-Ecuador. 2006,p. 5-6 [Consultado: 05 de 11 de 2019] Disponible en: <https://archive.org/stream/ec.n.te.0616.2006#page/n3/mode/2up>.

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN ( INEN).** Norma Técnica Ecuatoriana INEN 519. *Harinas de origen vegetal. Determinación de la proteína.* Quito-Ecuador. 1980.pp.6-7. [Consultado: 05 de 11 de 2019]. Disponible en: <https://archive.org/details/ec.n.te.0519.1981/page/n1>.

**INFOAGRO.** *El cultivo del trigo.* [blog]. *El Cultivo Del Trigo.* Argentina-Buenos Aires: 2015 pp.1-2.[Consultado: 05 de 11 de 2019]. Disponible en: <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo3.htm>.

**JIMÉNEZ, María., & SAMMÁN, Norma.** Archivos Latinoamericanos de nutrición “*Caracterización química y cuantificación de fructooligosacáridos, compuestos fenólicos y actividad antirradical de tubérculos y raíces andinos cultivados en el noroeste de Argentina*”, vol. 64, n°2 (2014), Caracas-Venezuela.p.32. [Consultado: 01 de 11 de 2019]. Disponible en <http://ve.scielo.org/pdf/alan/v64n2/art08.pdf>.

**LASCANO SUMBANA, Alexandra .** Estudio reológico de mezclas de harinas de cereales:cebada (*Hordeum vulgare*), maíz (*Zea mayz*), quinua (*Chenopodium quinoa*), trigo (*Triticum vulgare*) y tubérculo: papa (*Solanumtuberosum*) nacionales con trigo (*Triticum vulgare*) importado para orientar su uso en la elaboración de pan y pastas. [En línea] (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en alimnetos, Carrea de ingeniería en Alimentos, Ambato-Ecuador. 2010. pp. 44-46. [Consultado: 25 de 10 de 2019]. Dispognible <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/867/1/AL425%20Ref.%203271.pdf>.

**LAWRENCE, Gitman.** *Relación Beneficio/Costo.* [blog]. Bogota-Colombia 2007. p.1[Consultado: 25 de 10 de 2019]. Disponible en: <https://docplayer.es/74796344-Conocer-la-situacion-actual-de-la-ciudad-de-mira-e-identificar-la-problematICA-existente-en-la-poblacion.html>.

**SÁNCHEZ AVECES, Livier.** Inclusión de proteína de chícharo en el desarrollo de alimentos funcionales de panificación (pan de caja). [En línea] (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Química. Toluca-México.2014,p.22. [Consultado: 25 de 10 de 2019]. Disponible en: <https://docplayer.es/15904396-Universidad-autonoma-del-estado-de-mexico-facultad-de-quimica.html>

**MANRIQUE, Iván., ARBIZU, Carlos., VIVANCO, Fransisco., GONZALES, Roberto., RAMÍREZ, Carlos., CHÁVEZ Oswaldo., TAY David., & ELLIS David.** *Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pav. *Colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP).* [En línea], 2014,Lima-Perú, Primera edición, p.1-23. [Consultado: 31 de 10 de 2019.]. ISBN: 978-92-9060-431-0. Disponible en: <https://cipotato.org/genebankcip/wp-content/uploads/sites/3/2017/05/Catalogo-mashua-CIP.pdf>.

**MATOS, Alfredo.; & PAYEHUANCA, Irma.** I Congreso Nacional de Investigación. *La formación de la masa, la fermentación y los métodos de proceso en la elaboración del pan.* [En línea], 2011,p.3-4. Lima-Perú. [Consultado: 06 de 11 de 2019]. Disponible en: <http://alimentos.web.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/57/2016/03/Panificacion.pdf>.

**MEDINA , Elizabeth., & USCCA, Yennifer.** "Elaboracion de cupcakes a partir de harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*), utilizando como agentes fermentadores leudantes químicos". [En línea] (Tesis Pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Ingeniería de Procesos Escuela de Ingeniería de Industrias Alimentarias. Arequipa-Perú. 2018. p.10. [Consultado: 11 de 05 de 2019]. Disponible en : <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6346/IAmeceob.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**MONDRAGON, Soto.** "Temas de ciencia y Tecnología". *Propiedades de harina de trigo*. [En línea], 2009 , Mexico, p.27. [Consultado: 05 de 11 de 2019]. Disponible en: [https://www.academia.edu/28577611/Propiedades\\_de\\_harina\\_de\\_trigo](https://www.academia.edu/28577611/Propiedades_de_harina_de_trigo).

**MORALES, Anzaldúa.** *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y en Práctica*.3ra ed. Zarazoga-España: Acribia, S.A. 1994.p.214.

**PATRIMONIO ALIMENTARIO.** *Mashua Tubérculo de origen nativo, en los Andes*. [En línea], 2013, Quito-Ecuador,vol.2 , p.4-5. [Cosultado: 30 de 10 de 2019]. Disponible en : <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/PAlimentario-N2.pdf>.

**PEÑARRIETA, Mauricio., TEJEDA, Leslie., MOLLINEDO, Patricia., VILA, José., & BRAVO, José.** Revista Boliviana de Química. *Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos*. [En línea], 2014,Paz-Bolivia,vol.31,num 2,p.2. [Consultado: 11 de 01 de 2019]. ISSN: 0250-5460. Disponible en : <https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339682006.pdf>. 0250-5460.

**PERTEN .** Perten Instrumenst Method Description TVT Method 06-03.1. [blog].Francia 2010. p.1 [Cosultado: 06 de 11 de 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/Jaime/Desktop/datos/0603.01%20Biscuit%20&%20Cookie%20Hardness%20&%20Fracturability%20-%203-Point%20Bend.pdf>.

**RAMÍREZ Navas, Juan.** Fundamentos de Reología de alimentos. [En línea] 2006,Cali-Colombia.p.9. [Consultado: 06 de 11 de 2019]. Disponible en: <https://tarwi.lamolina.edu.pe/~dsa/Fundamentos%20de%20Reologia.pdf>.

**RIVERA RIVERA, Gina** . Elaboración y valoración nutricional de tres productos alternativos a base de mashua para escolares del proyecto runa kawsay. [En línea] (Tesis pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador.2010, p.46-47. [Consultado: 11 de 10 de 2019]. Disponible en: <file:///F:/informacion%20tesis/56T00246%20alleta%20interpretacion%20de%20umedad.pdf>.

**RODRIGUEZ ,Eduardo., FERNÁNDEZ, Alejandro., & AYALA,Alfredo** . Ingeniería e Investigación. *Reología y textura de masas: aplicaciones*. [En línea] 2005,Bogota-Colombia,vol. 25,núm.1, p.3. [Consultado : 06 de 11 de 2019] Obtendio de <https://www.redalyc.org/pdf/643/64325110.pdf>.

**RODRÍGUEZ , Eduardo., LASCANO, Alexandra., & SANDOVAL, Galo.** *Influencia de la Sustitución Parcial de la Harina de Trigo por Harina de Quinoa y Papa en las Propiedades Termomecánicas y de Panificación de Masas*. [En línea]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos. 2012,Ambato-Ecuador.p.203. [Cosultado: 22 de 10 de 2019]. Disponible en: <file:///F:/%C2%A0/perfil%20de%20tesis/tesis%20casi%20fin/v15n1a21debilitamiento%20termico%7D.pdf>.

**SALAZAR QUISHPE, Diana.** Estudio de la Sustitución Parcial de Harina de Trigo con Harina de Quinoa Cruda y Tostada en la Elaboración de Pan. [En línea] (Tesis de Grado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera De Ingeniería De Alimentos. Quito-Ecuador. 2015.p.4-6. [Consultado: 25 de 10 de 2019].Disponible en: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14405/1/61827\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14405/1/61827_1.pdf).

**SANDOVAL,Galo., ÁLVAREZ, Mario., PAREDES, Mayra., LASCANO, Alexandra** .Estudio reológico de las mezclas de harinas: trigo (*Triticum vulgare*),cebada (*Hordeum vulgare*) y papas (*Solanum tuberosum*) para la utilización en la elaboración de pan. [En línea] (Tesis de Grado ). Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.2012, p.126-127. [Consultado: 03 de 10 de 2019]. Disponible en: [file:///D:/Archivos/Downloads/Dialnet-RheologicalStudyOfMixedFlour-5113806%20\(3\).pdf](file:///D:/Archivos/Downloads/Dialnet-RheologicalStudyOfMixedFlour-5113806%20(3).pdf).

**SURCO LAOS, Felipe.** Caracterización de almidones asilados de tubérculos andinos: mashua (*Tropaeolum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucus tuberosus*) para su aplicación tecnológica. [En línea] (Tesis de Postgrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad Bioquímica y Farmacia Lima-Perú .2004.p.9. [Consultado: 03 de 10 de 2019]. Disponible en: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/2588/Surco\\_lf.pdf;jsessionid=3F4B0A799AFFDB7AB7671A09F65957E7?sequence=1](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/2588/Surco_lf.pdf;jsessionid=3F4B0A799AFFDB7AB7671A09F65957E7?sequence=1)

**TEJERO, Francisco .** Asesoría Técnica de panificación .*Defectos en la fermentación y la cocción ,Harinas especiales para productos de panadería, bollería y pastelería.* [blog]. Madrid-España 2011 pp.1-2. [Consultado: 06 de 11 de 2019]. Disponible en : <http://www.franciscotejero.com/tecnicas/>

**VALDIVIESO SUQUILANDA, Manuel.** *Producción Orgánica de Cultivos Andinos.* [blog]. Lima-Perú,2013 pp.19-29.[Consultado: 31 de 10 de 2019].Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/mountain\\_partnership/docs/1\\_produccion\\_organica\\_de\\_cultivos\\_andinos.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf).

**VÁSCONEZ CHIMBO, Lorena .** Estudio del efecto de la sustitución de la harina de trigo por harina de papa china para la elaboración de pan. [En línea] (Tesis Pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería de Alimentos. Quito-Ecuador. 2015. p.38. [Consultado: 07 de 10 de 2019] Disponible en: [file:///F:/%C2%A0/perfil%20de%20tesis/62647\\_1%20ojo%20mixolab.pdf](file:///F:/%C2%A0/perfil%20de%20tesis/62647_1%20ojo%20mixolab.pdf).

**ZALDUMBIDE ZAMORA, María José. 2014.** Utilización de la Semilla de Chía (*Salvia hispánica L.*) en galletas. [En línea] (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial Facultad de Ciencias de la Ingeniería Carrera de Ingeniería de Alimentos. Quito-Ecuador. 2014.p. 46. [Cosultado: 29 de 10 de 2019]. Disponible en: [file:///G:/informacion%20tesis/55859\\_1.pdf](file:///G:/informacion%20tesis/55859_1.pdf).

## ANEXOS

**Anexo A:** Boleta de evaluación sensorial de la Utilización de Cuatro Niveles de Harina de Mashua, en la Elaboración De Galletas

Nombre _____				
Fecha _____				
<b>INSTRUCCIONES</b>				
Frente a usted se presenta cinco muestras de galletas. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta cada atributo de cada muestra de acuerdo al puntaje categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.				
<b>Nota:</b> recuerde tomar agua y comer una galleta en cada muestra				
Puntaje	Categoría			
1	Me disgusta mucho			
2	Me disgusta			
3	No me gusta ni me disgusta			
4	Me gusta			
5	Me gusta mucho			
CODIGO	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
T0				
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
¡Gracias por su colaboración!				

**Anexo B:** Estadística de Absorción de agua (%) de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	54,20	54,20	53,60	53,60	215,6	53,90
10	54,40	54,40	54,10	54,00	216,9	54,23
20	53,20	52,90	52,80	53,00	211,9	52,98
30	52,70	52,60	52,60	52,60	210,5	52,63
40	52,10	52,00	52,00	51,80	207,9	51,98
Promedio						53,14
Coefficiente de Variación (C.V)						0,39

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	13,62	4	3,4	81,06	<0,0001
Error	0,63	15	0,04		
Total	14,25	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	53,90	4	0,10	c
10	54,23	4	0,10	c
20	52,98	4	0,10	b
30	52,63	4	0,10	b
40	51,98	4	0,10	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## 4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,977641687
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,955783268
R <sup>2</sup> ajustado	0,943992139
Error típico	0,204939015
Observaciones	20

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	4	13,618	3,4045	81,0595238	5,67591E-10
Residuos	15	0,63	0,042		
Total	19	14,248			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	54	0,10	526,010	2,1E-33	53,68	54,12	53,68	54,12
Variable X 1	29	5,72	4,992	1,6E-04	16,37	40,76	16,37	40,76
Variable X 2	-371	71,82	-5,165	1,2E-04	-524,01	-217,86	-524,01	-217,86
Variable X 3	1331	287,05	4,638	3,2E-04	719,42	1943,08	719,42	1943,08
Variable X 4	-1531	357,22	-4,287	6,5E-04	-2292,64	-769,86	-2292,64	-769,86

**Anexo C:** Estadística de tiempo de desarrollo (min) de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	1,80	1,80	1,00	1,00	5,60	1,40
10	1,70	1,70	1,80	1,70	6,90	1,73
20	1,80	1,60	1,60	1,80	6,80	1,70
30	1,70	1,00	1,00	1,00	4,70	1,18
40	1,70	1,60	1,60	1,00	5,90	1,48
Promedio						1,50
Coefficiente de Variación (CV)						20,61
(CV) ajustado						10,60

### 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	0,83	4	0,21	2,28	0,1093
Error	1,36	15	0,09		
Total	2,19	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

### 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	1,40	4	0,06	a
10	1,73	4	0,06	a
20	1,70	4	0,06	a
30	1,18	4	0,06	a
40	1,48	4	0,06	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo D:** Estadística de Estabilidad (min) de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	1,50	1,50	1,90	1,90	6,8	1,70
10	1,90	1,50	2,00	2,70	8,1	2,03
20	1,50	2,50	2,40	2,40	8,8	2,20
30	3,10	3,50	3,40	2,30	12,3	3,08
40	1,50	2,20	1,50	1,50	6,7	1,68
Promedio						2,14
Coeficiente de Variación (CV)						20,32
(CV) ajustado						10,26

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	5,20	4	1,30	6,91	0,0023
Error	2,82	15	0,19		
Total	8,03	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	1,70	4	0,07	a
10	2,03	4	0,07	a
20	2,20	4	0,07	ab
30	3,08	4	0,07	b
40	1,68	4	0,07	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,564864801
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,319072243
R <sup>2</sup> ajustado	0,238963095
Error típico	0,566972648
Observaciones	20

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	2,560714286	1,280357143	3,98296888	0,03813808
Residuos	17	5,464785714	0,321457983		
Total	19	8,0255			

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	1,542	0,267	5,7802	2,2E-05	0,979	2,105	0,979	2,105
Variable X 1	8,857	3,160	2,8025	1,2E-02	2,189	15,525	2,189	15,525
Variable X 2	19,643	7,576	-2,5926	1,9E-02	-35,628	-3,658	-35,628	-3,658

**Anexo E:** Estadística de Debilitamiento (Nm) de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.

#### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	0,141	0,141	0,152	0,152	0,59	0,15
10	0,125	0,150	0,152	0,169	0,60	0,15
20	0,121	0,125	0,134	0,132	0,51	0,13
30	0,128	0,132	0,123	0,139	0,52	0,13
40	0,150	0,139	0,132	0,128	0,55	0,14
Promedio						0,14
Coefficiente de Variación (C.V)						7,55

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	0,0014	4	0,00035	3,21	0,0430
Error	0,0016	15	0,00012		
Total	0,003	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	0,15	4	0,01	bc
10	0,15	4	0,01	c
20	0,13	4	0,01	a
30	0,13	4	0,01	ab
40	0,14	4	0,01	abc

Medias con una letra común no son significativamente diferente ( $p > 0,05$ )

**Anexo F:** Estadística de Hidratación (%) de los diferentes niveles harina de mashua, en la elaboración de galletas.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	53,50	53,50	53,50	53,50	214,00	53,50
10	53,50	53,50	53,50	53,50	214,00	53,50
20	52,30	52,30	52,30	52,30	209,20	52,30
30	52,50	52,50	52,50	51,50	209,00	52,25
40	51,50	51,50	51,50	51,50	206,00	51,50
Promedio						52,61
Coeficiente de Variación (C.V)						0,43

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	12,17	4	3,04	60,84	<0,0001
Error	0,75	15	0,05		
Total	12,92	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	53,50	4	0,11	c
10	53,50	4	0,11	c
20	52,30	4	0,11	b
30	52,25	4	0,11	b
40	51,50	4	0,11	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo G:** Estadística de Estabilidad (min) de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	8,80	8,80	9,60	9,60	36,80	9,20
10	9,20	9,00	9,60	9,00	36,80	9,20
20	9,80	10,30	9,80	10,50	40,40	10,10
30	10,30	10,00	10,40	10,50	41,20	10,30
40	10,40	10,50	10,60	10,50	42,00	10,50
Promedio						9,86
Coefficiente de Variación (C.V)						3,12

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	6,13	4	1,53	27,65	<0,0001
Error	1,42	15	0,09		
Total	7,55	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	9,20	4	0,15	a
10	9,20	4	0,15	a
20	10,10	4	0,15	b
30	10,30	4	0,15	b
40	10,50	4	0,15	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo H:** Estadística de Par (Nm) C1: Desarrollo de masa de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	1,057	1,057	1,096	1,096	4,306	1,08
10	1,108	1,105	1,060	1,091	4,364	1,09
20	1,112	1,093	1,089	1,082	4,376	1,09
30	1,072	1,069	1,074	1,095	4,310	1,08
40	1,085	1,087	1,079	1,065	4,316	1,08
Promedio						1,08
Coeficiente de Variación (C.V)						1,54

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	0,001	4	0,00027	0,98	0,4499
Error	0,0042	15	0,00028		
Total	0,01	9			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	1,08	4	0,01	a
10	1,09	4	0,01	a
20	1,09	4	0,01	a
30	1,08	4	0,01	a
40	1,08	4	0,01	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo I:** Estadística de Par (Nm) C2: Debilitamiento de proteínas de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	0,398	0,398	0,399	0,399	1,59	0,40
10	0,325	0,318	0,329	0,317	1,29	0,32
20	0,319	0,332	0,321	0,321	1,29	0,32
30	0,354	0,364	0,355	0,373	1,45	0,36
40	0,420	0,416	0,419	0,432	1,69	0,42
Promedio						0,37
Coefficiente de Variación (C.V)						1,72

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	0,03	4	0,01	201,39	<0,0001
Error	0,00059	15	0,000039		
Total	0,03	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	0,40	4	0,0031	c
10	0,32	4	0,0031	a
20	0,32	4	0,0031	a
30	0,36	4	0,0031	b
40	0,42	4	0,0031	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo J:** Estadística de Par (Nm) C3: Gelatinización del Almidón de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	1,745	1,745	1,894	1,894	7,3	1,82
10	1,778	2,100	1,709	1,697	7,3	1,82
20	1,647	1,642	1,546	1,637	6,5	1,62
30	1,983	1,460	1,980	1,983	7,4	1,85
40	1,801	1,766	1,789	1,802	7,2	1,79
Promedio						1,78
Coefficiente de Variación						8,48

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	0,14	4	0,03	1,52	0,2461
Error	0,34	15	0,02		
Total	0,48	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	1,82	4	0,08	a
10	1,82	4	0,08	a
20	1,62	4	0,08	a
30	1,85	4	0,08	a
40	1,79	4	0,08	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo K:** Estadística Par de (Nm) C4: Actividad amilásica de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	2,120	2,120	2,150	2,150	8,54	2,14
10	2,115	2,057	2,176	2,153	8,50	2,13
20	2,065	2,110	2,063	2,048	8,29	2,07
30	1,943	1,957	1,935	1,936	7,77	1,94
40	1,737	1,718	1,710	1,715	6,88	1,72
Promedio						2,00
Coeficiente de Variación (C.V)						2,28

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	0,48	4	0,12	152,34	<0,0001
Error	0,01	15	0,00079		
Total	0,49	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	2,14	4	0,01	d
10	2,13	4	0,01	cd
20	2,07	4	0,01	c
30	1,94	4	0,01	b
40	1,72	4	0,01	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo L:** Estadística de Par (Nm) C5: Retrogradación del almidón de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	3,874	3,874	3,942	3,942	15,6	3,91
10	3,872	3,797	3,952	3,792	15,4	3,85
20	3,646	3,720	3,558	3,570	14,5	3,62
30	3,429	3,409	3,401	3,484	13,7	3,43
40	2,966	2,670	2,764	2,971	11,4	2,84
Promedio						3,53
Coeficiente de Variación (C.V)						2,43

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	2,95	4	0,74	100,22	<0,0001
Error	0,11	15	0,01		
Total	3,06	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	3,91	4	0,04	d
10	3,85	4	0,04	d
20	3,62	4	0,04	c
30	3,43	4	0,04	b
40	2,84	4	0,04	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo M:** Estadística Tiempo de C1: Desarrollo de masa de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	de	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
		I	II	III	IV		
0		0,85	0,85	1,12	1,12	3,94	0,99
10		0,95	0,80	1,02	0,78	3,55	0,89
20		0,82	0,78	1,03	1,10	3,73	0,93
30		1,08	1,03	1,18	0,87	4,16	1,04
40		1,13	1,00	0,88	0,98	3,99	1,00
Promedio							0,97
Coeficiente de Variación (C.V)							13,83

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	0,06	4	0,01	0,79	0,5522
Error	0,27	15	0,02		
Total	0,33	9			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E.	Rango
0	0,99	4	0,07	a
10	0,89	4	0,07	a
20	0,93	4	0,07	a
30	1,04	4	0,07	a
40	1,00	4	0,07	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo N:** Estadística tiempo de C2: Debilitamiento de proteínas de los diferentes niveles harina de mashua, en la elaboración de galletas.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	17,20	17,20	18,03	18,03	70,46	17,62
10	17,50	17,30	17,65	17,68	70,13	17,53
20	18,02	18,10	18,37	18,33	72,82	18,21
30	18,55	18,70	18,78	18,97	75,00	18,75
40	18,98	19,48	19,17	19,70	77,33	19,33
Promedio						18,29
Coeficiente de Variación (C.V)						1,59

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	9,34	4	2,34	27,65	<0,001
Error	1,27	15	0,08		
Total	10,61	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	17,62	4	0,15	ab
10	17,53	4	0,15	a
20	18,21	4	0,15	bc
30	18,75	4	0,15	cd
40	19,93	4	0,15	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo O:** Estadística tiempo de C3: Gelatinización del almidón de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	23,00	23,00	23,00	23,00	92,0	23,00
10	23,00	25,72	23,00	23,00	94,7	23,68
20	23,00	23,00	23,00	23,00	92,0	23,00
30	27,47	23,00	28,27	28,07	106,8	26,70
40	26,95	25,38	26,40	25,48	104,2	26,05
Promedio						24,49
Coeficiente de Variación (C.V)						5,36

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	49,73	4	12,43	7,21	0,0019
Error	25,88	15	1,73		
Total	75,61	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	23,00	4	0,66	a
10	23,68	4	0,66	ab
20	23,00	4	0,66	a
30	26,70	4	0,66	c
40	26,05	4	0,66	b c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo P:** Estadística de tiempo C4: Actividad Amilásica de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	30,00	30,00	30,00	30,00	120,00	30,00
10	30,00	27,23	30,00	30,00	117,23	29,31
20	30,00	30,00	30,00	30,00	120,00	30,00
30	29,20	30,00	29,27	29,88	118,35	29,59
40	29,07	28,47	28,08	28,50	114,12	28,53
Promedio						29,49
Coeficiente de Variación (C.V)						2,28

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	5,94	4	1,48	3,29	0,0399
Error	6,76	15	0,45		
Total	12,70	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	30,00	4	0,34	b
10	29,31	4	0,34	ab
20	30,00	4	0,34	b
30	29,59	4	0,34	ab
40	28,53	4	0,34	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo Q:** Estadística de tiempo (min) C5: Retrogradación del almidón de los diferentes niveles de harina de mashua, en la elaboración de galletas.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	45,02	45,02	45,00	45,00	180,0	45,01
10	45,02	45,00	45,02	45,02	180,1	45,02
20	45,00	45,00	45,00	45,02	180,0	45,01
30	45,00	45,02	45,02	45,02	180,1	45,02
40	45,02	45,00	45,00	45,00	180,0	45,01
Promedio						45,01
Coeficiente de Variación (C.V)						0,02

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	0,0004	4	0,0001	0,94	0,4689
Error	0,0016	15	0,00011		
Total	0,002	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	45,01	4	0,01	a
10	45,02	4	0,01	a
20	45,01	4	0,01	a
30	45,02	4	0,01	a
40	45,01	4	0,01	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo R:** Estadística de la Fuerza (Peak Force g) de los diferentes niveles de harina de mashua en la elaboración de galletas.

## 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	1254,7	1375,8	1025,3	1095,0	4750,80	1187,70
10	541,3	537,8	549,2	590,6	2218,90	554,73
20	1207,6	1070,0	1143,5	1000,9	4422,00	1105,50
30	587,3	585,2	551,0	565,6	2289,10	572,28
40	641,4	658,8	668,3	590,6	2559,10	639,78
Promedio						812,00
Coeficiente de Variación (C.V)						10,31

## 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	152245,77	4	380612,69	54,28	<0,0001
Error	105178,14	15	7011,88		
Total	1627628,91	19			

P≤0,05: presenta diferencias significativas

## 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	1187,70	4	41,87	b
10	554,73	4	41,87	a
20	1105,50	4	41,87	b
30	572,28	4	41,87	a
40	639,78	4	41,87	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05)

## 4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,967150212
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,935379532
R <sup>2</sup> ajustado	0,918147407
Error típico	83,73694625
Observaciones	20

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	4	1522450,767	380612,6917	54,281	9,58734E-09
Residuos	15	105178,1425	7011,876167		
Total	19	1627628,91			

	<i>Coefficie ntes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	1188	41,87	28,37	1,90E-14	1098,5	1276,94	1098,46	1276,94
Variable X 1	-29689	2337,92	-12,70	1,99E-09	-34672,0	-24705,70	-34672,01	-24705,70
Variable X 2	353730	29344,25	12,05	4,06E-09	291184,3	416275,90	291184,31	416275,90
Variable X 3	-1366077	117285,71	-11,65	6,49E-09	-1616065,7	-1116088,5	-1616065,66	-1116088,51
Variable X 4	1646865	145956,99	11,28	9,98E-09	1335764,6	1957964,55	1335764,62	1957964,55

**Anexo S:** Estadística del volumen específico de los diferentes niveles de harina de mashua en la elaboración de galletas

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de harina de mashua (%)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
0	4,00	5,75	5,38	4,78	19,90	4,98
10	5,63	6,25	6,25	5,63	23,75	5,94
20	5,00	5,56	6,25	6,38	23,18	5,80
30	5,56	5,78	4,78	4,44	20,56	5,14
40	5,11	4,78	5,63	4,00	19,51	4,88
Promedio						5,35
Coeficiente de Variación (C.V)						12,07

### 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles	3,81	4	0,95	2,39	0,0973
Error	5,98	15	0,40		
Total	9,79	19			

$P \leq 0,05$ : presenta diferencias significativas

### 3. CUADRO DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Niveles de harina de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	4,98	4	0,32	a
10	5,94	4	0,32	a
20	5,80	4	0,32	a
30	5,14	4	0,32	a
40	4,88	4	0,32	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo T:** Estadística de la composición químico-físico de la galleta elaborada con harina de mashua y con mayor aceptación en el análisis sensorial.

Medidas de resumen

Resumen	%Humedad	%Cenizas	%Proteína
n	4	4	4
Media	2,85	1,48	6,71
D.E	0,84	0,22	0,53
CV	29,46	15,01	7,85