



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE PASTA Y POLENTA A  
BASE DE HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) Y MAÍZ (*Zea  
mays*)**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA**

**AUTORA: WENDY MISHELL TARCO MULLO**

**DIRECTORA: BQF. ADRIANA ISABEL RODRÍGUEZ BASANTES MSc.**

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Wendy Mishell Tarco Mullo

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

Yo, Wendy Mishell Tarco Mullo, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 13 de diciembre del 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Wendy T. Mullo', with a stylized flourish above the name.

**Wendy Mishell Tarco Mullo**

**0550535009**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, **FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE PASTA Y POLENTA A BASE DE HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) Y MAÍZ (*Zea mays*)**, realizado por la señorita: **WENDY MISHELL TARCO MULLO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
BQF. Aida Adriana Miranda Barros MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-12-13
BQF. Adriana Isabel Rodríguez Basantes MSc. <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-12-13
Ing. Violeta Maricela Dalgo Flores Mgs. <b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-12-13

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de integración curricular lo dedico a Dios por guiarme en todo momento y concederme la sabiduría y fortaleza para cada día seguir adelante y superar cada obstáculo que se me presente. A mis padres Marcelo y Nelly, por ser el pilar fundamental de mi vida, quienes con su amor, paciencia, esfuerzo y apoyo incondicional me enseñaron que con dedicación, constancia y responsabilidad lograre cumplir los objetivos y metas que me proponga. A mi hermano y toda mi familia, por cada consejo y palabra de aliento que me impulsaron a seguir adelante.

Wendy

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, doy gracias a Dios por haberme permitido culminar mi formación académica de pregrado de la mejor manera. A mis padres quienes me han apoyado y orientando durante cada etapa de mi vida, les agradezco por inculcar en mí a través de su ejemplo de esfuerzo y perseverancia, el no rendirme y superar las dificultades, gracias por ser mi soporte durante mi carrera universitaria. A la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por brindarme todas las herramientas para prepararme como profesional y a sus docentes por haber compartido sus conocimientos y experiencias a lo largo de estos años de formación académica; de manera especial, a la BQF. Adriana Rodríguez y a la Ing. Violeta Dalgo, por su ayuda y guía en la realización del presente trabajo de integración curricular.

Wendy

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Justificación.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Objetivos.....</b>	<b>6</b>
<i>1.3.1. Objetivo general .....</i>	<i>6</i>
<i>1.3.2. Objetivos específicos .....</i>	<i>6</i>

### CAPÍTULO II

<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Antecedentes.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Referencias teóricas .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.1. Quinoa.....</b>	<b>8</b>
<i>2.2.1.1. Descripción botánica de la quinua.....</i>	<i>9</i>
<i>2.2.1.2. Descripción de las variedades de quinua.....</i>	<i>10</i>
<i>2.2.1.3. Valor nutricional de la quinua .....</i>	<i>11</i>
<i>2.2.1.4. Mercados actuales y potenciales para la quinua y sus productos.....</i>	<i>13</i>
<b>2.2.2. Maíz .....</b>	<b>15</b>
<i>2.2.2.1. Descripción botánica.....</i>	<i>15</i>
<i>2.2.2.2. Descripción de las variedades de maíz .....</i>	<i>16</i>
<i>2.2.2.3. Valor nutritivo del maíz.....</i>	<i>17</i>
<i>2.2.2.4. Mercados actuales y potenciales para el maíz y sus productos .....</i>	<i>19</i>
<b>2.2.3. Productos elaborados a base de quinua y maíz en el Ecuador .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.4. Harinas.....</b>	<b>21</b>

2.2.4.1.	<i>Tipos de harinas</i> .....	22
2.2.5.	<b><i>Pastas alimenticias</i></b> .....	24
2.2.5.1.	<i>Tipos de pastas alimenticias</i> .....	25
2.2.5.2.	<i>Elaboración de la pasta alimenticia</i> .....	25
2.2.5.3.	<i>Valor nutricional de la pasta alimenticia</i> .....	25
2.2.6.	<b><i>Polenta</i></b> .....	26
2.2.6.1.	<i>Tipos de polenta</i> .....	27
2.2.6.2.	<i>Elaboración de la polenta</i> .....	28
2.2.6.3.	<i>Valor nutricional de la polenta</i> .....	28
2.2.7.	<b><i>Aditivos</i></b> .....	28
2.2.7.1.	<i>Goma xantana</i> .....	29

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	30
3.1.	<b>Descripción de los procesos</b> .....	30
3.1.1.	<b><i>Materias primas</i></b> .....	30
3.1.1.1.	<i>Harina de quinua</i> .....	30
3.1.1.2.	<i>Harina de maíz</i> .....	30
3.1.2.	<b><i>Formulación para la elaboración de pasta alimenticia y polenta</i></b> .....	31
3.1.3.	<b><i>Descripción del proceso de elaboración de la pasta alimenticia</i></b> .....	31
3.1.3.1.	<i>Recepción de materia prima</i> .....	31
3.1.3.2.	<i>Pesado</i> .....	32
3.1.3.3.	<i>Mezclado</i> .....	32
3.1.3.4.	<i>Amasado</i> .....	32
3.1.3.5.	<i>Reposo</i> .....	32
3.1.3.6.	<i>Laminado</i> .....	32
3.1.3.7.	<i>Cortado</i> .....	32
3.1.3.8.	<i>Secado</i> .....	32
3.1.3.9.	<i>Empacado y almacenado</i> .....	33
3.1.4.	<b><i>Descripción del proceso de elaboración de la polenta</i></b> .....	34
3.1.4.1.	<i>Recepción de la materia prima</i> .....	34
3.1.4.2.	<i>Tamizado</i> .....	34
3.1.4.3.	<i>Pesado</i> .....	34
3.1.4.4.	<i>Cocción</i> .....	34
3.1.4.5.	<i>Enfriado</i> .....	35

<b>3.2.</b>	<b>Materiales, reactivos y equipos</b> .....	35
3.2.1.	<i>Materia prima e ingredientes</i> .....	35
3.2.2.	<i>Materiales</i> .....	35
3.2.3.	<i>Equipos</i> .....	36
3.2.4.	<i>Reactivos</i> .....	37
3.2.5.	<i>Medios de cultivo</i> .....	37
<b>3.3.</b>	<b>Normas</b> .....	37
3.3.1.	<i>Normas NTE INEN</i> .....	37
3.3.1.1.	<i>Norma NTE INEN 1375 – Pastas alimenticias o fideos secos</i> .....	38
3.3.1.2.	<i>NTE INEN 3042 – Harina de quinua</i> .....	38
3.3.1.3.	<i>NTE INEN 1737 – Harina de maíz precocida</i> .....	38
<b>3.4.</b>	<b>Enfoque de la investigación</b> .....	39
<b>3.5.</b>	<b>Alcance de la investigación</b> .....	39
<b>3.6.</b>	<b>Diseño de la investigación</b> .....	39
<b>3.7.</b>	<b>Tipo de investigación</b> .....	39
<b>3.8.</b>	<b>Población de estudio</b> .....	39
<b>3.9.</b>	<b>Selección y cálculo del tamaño de la muestra</b> .....	40
<b>3.10.</b>	<b>Métodos, técnicas e instrumentos de investigación empleada</b> .....	40
3.10.1.	<i>Diseño experimental y tratamiento</i> .....	40
3.10.1.1.	<i>Tiempo de cocción</i> .....	40
3.10.1.2.	<i>Pérdida por cocción</i> .....	41
3.10.1.3.	<i>Peso de cocción</i> .....	41
3.10.2.	<i>Análisis bromatológico</i> .....	41
3.10.2.1.	<i>Determinación de humedad</i> .....	41
3.10.2.2.	<i>Determinación de cenizas</i> .....	42
3.10.2.3.	<i>Determinación de grasa o extracto etéreo</i> .....	43
3.10.2.4.	<i>Determinación de fibra</i> .....	44
3.10.2.5.	<i>Determinación de proteína</i> .....	45
3.10.2.6.	<i>Determinación del extracto libre no nitrogenado (ELnN)</i> .....	47
3.10.2.7.	<i>Determinación de acidez titulable</i> .....	47
3.10.3.	<i>Análisis microbiológico</i> .....	48
3.10.3.1.	<i>Determinación de mohos y levaduras</i> .....	48
3.10.3.2.	<i>Determinación de Samonella</i> .....	48
3.10.3.3.	<i>Determinación de Staphylococcus aureus</i> .....	49
3.10.3.4.	<i>Determinación de coliformes y Escherichia coli</i> .....	50
3.10.3.5.	<i>Determinación de aerobios mesófilos</i> .....	50

3.10.4.	<i>Análisis sensorial</i> .....	51
3.10.5.	<i>Requisitos: etiquetado para productos alimenticios de consumo humano</i> .....	51

## CAPÍTULO IV

4.	<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	53
4.1.	<b>Análisis de la materia prima</b> .....	53
4.1.1.	<i>Análisis fisicoquímicos (harina de quinua y harina de maíz)</i> .....	53
4.2.	<b>Formulación de la pasta y polenta a base de harina de quinua y maíz</b> .....	54
4.2.1.	<i>Prueba inter-sujetos</i> .....	57
4.2.2.	<i>Prueba univariada</i> .....	57
4.3.	<b>Análisis bromatológico del producto</b> .....	59
4.3.1.	<i>Análisis bromatológico de la pasta alimenticia</i> .....	59
4.3.1.1.	<i>Contenido de humedad</i> .....	59
4.3.1.2.	<i>Contenido de cenizas</i> .....	60
4.3.1.3.	<i>Contenido de grasa</i> .....	60
4.3.1.4.	<i>Contenido de fibra</i> .....	60
4.3.1.5.	<i>Contenido de proteína</i> .....	61
4.3.1.6.	<i>Contenido de ELnN</i> .....	61
4.3.1.7.	<i>Contenido de acidez</i> .....	61
4.3.2.	<i>Análisis bromatológico de la polenta</i> .....	62
4.3.2.1.	<i>Contenido de humedad</i> .....	62
4.3.2.2.	<i>Contenido de cenizas</i> .....	62
4.3.2.3.	<i>Contenido de grasa</i> .....	63
4.3.2.4.	<i>Contenido de fibra</i> .....	63
4.3.2.5.	<i>Contenido de proteína</i> .....	63
4.3.2.6.	<i>Contenido de ELnN</i> .....	63
4.4.	<b>Análisis microbiológico</b> .....	64
4.4.1.	<i>Análisis microbiológico para la pasta alimenticia</i> .....	64
4.4.2.	<i>Análisis microbiológico para la polenta</i> .....	64
4.5.	<b>Análisis sensorial</b> .....	65
4.5.1.	<i>Evaluación sensorial y determinación de aceptabilidad de la pasta cruda y cocida</i> 66	
4.5.1.1.	<i>Color</i> .....	66
4.5.1.2.	<i>Olor</i> .....	67
4.5.1.3.	<i>Sabor</i> .....	68
4.5.1.4.	<i>Textura y apariencia</i> .....	68

<b>4.5.2. Evaluación sensorial y determinación de la aceptabilidad de la polenta .....</b>	<b>69</b>
<b>4.5.2.1. Color.....</b>	<b>69</b>
<b>4.5.2.2. Olor.....</b>	<b>70</b>
<b>4.5.2.3. Sabor.....</b>	<b>70</b>
<b>4.5.2.4. Textura y apariencia.....</b>	<b>71</b>
<b>4.6. Etiquetado nutricional .....</b>	<b>71</b>
<b>4.7. Etiqueta semáforo.....</b>	<b>73</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b>	Composición del valor nutricional de quinua por 100g.....	12
<b>Tabla 2-2:</b>	Composición del valor nutricional del maíz por 100g.....	18
<b>Tabla 2-3:</b>	Requisitos de la harina de quinua.....	23
<b>Tabla 2-4:</b>	Requisitos del maíz molido y productos derivados del maíz molido.....	24
<b>Tabla 2-5:</b>	Aporte nutricional en 100g de pasta alimenticia simple.....	26
<b>Tabla 2-6:</b>	Aporte nutricional en 100g de polenta.....	28
<b>Tabla 2-7:</b>	Aplicaciones de la Goma Xantana en la industria alimentaria.....	29
<b>Tabla 3-1:</b>	Composición nutricional de la harina de quinua.....	30
<b>Tabla 3-2:</b>	Composición nutricional de la harina de maíz.....	30
<b>Tabla 3-3:</b>	Formulación de pasta y polenta a base de harina de quinua y harina de maíz.....	31
<b>Tabla 3-4:</b>	Cálculo de los ingredientes para las tres formulaciones de pasta alimenticia.....	31
<b>Tabla 3-5:</b>	Cálculo de los ingredientes para las tres formulaciones de polenta.....	34
<b>Tabla 3-6:</b>	Factores de conversión para el cálculo de proteínas.....	46
<b>Tabla 3-7:</b>	Esquema de evaluación.....	51
<b>Tabla 4-1:</b>	Requisitos fisicoquímicos de la harina de quinua.....	53
<b>Tabla 4-2:</b>	Requisitos fisicoquímicos de la harina de maíz precocida.....	54
<b>Tabla 4-3:</b>	Evaluación de pasta (tipo fettuccine) a base de harina de quinua y maíz.....	54
<b>Tabla 4-4:</b>	Factores inter-sujetos.....	55
<b>Tabla 4-5:</b>	Estadísticos descriptivos.....	56
<b>Tabla 4-6:</b>	Pruebas de efectos inter-sujetos.....	57
<b>Tabla 4-7:</b>	Prueba del efecto de formulación.....	57
<b>Tabla 4-8:</b>	Prueba del efecto de variable.....	58
<b>Tabla 4-9:</b>	Caracterización fisicoquímica de la pasta a base de harina de quinua y maíz.....	59
<b>Tabla 4-10:</b>	Caracterización fisicoquímica de la polenta a base de harina de quinua y maíz...	62
<b>Tabla 4-11:</b>	Límites microbiológicos en la elaboración de pastas alimenticias o fideos secos.	64
<b>Tabla 4-12:</b>	Límites microbiológicos permitidos en la elaboración de polenta.....	65
<b>Tabla 4-13:</b>	Resultado de las encuestas de aceptabilidad mediante la escala hedónica.....	66
<b>Tabla 4-14:</b>	Etiquetado nutricional de la pasta alimenticia.....	71
<b>Tabla 4-15:</b>	Etiquetado nutricional de la polenta.....	72

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b>	Variedades de quinua.....	8
<b>Ilustración 2-2:</b>	Variedades de maíz.....	15
<b>Ilustración 2-3:</b>	Diagrama de flujo de la producción de harinas.....	22
<b>Ilustración 2-4:</b>	Pastas alimenticias .....	24
<b>Ilustración 2-5:</b>	Polenta tradicional .....	27
<b>Ilustración 3-1:</b>	Diagrama de elaboración de pasta alimenticia con harina de quinua y maíz	33
<b>Ilustración 4-1:</b>	Gráfica de líneas de las medias marginales estimadas de rendimiento.....	58
<b>Ilustración 4-2:</b>	Análisis del color de pasta alimenticia cruda y cocida (60% H.Q-40% H.M)	67
<b>Ilustración 4-3:</b>	Análisis del olor de pasta alimenticia cruda y cocida (60% H.Q-40% H.M) .	67
<b>Ilustración 4-4:</b>	Análisis del sabor de la pasta alimenticia cocida (60% H.Q-40% H.M) .....	68
<b>Ilustración 4-5:</b>	Análisis de textura y apariencia en pasta (60% H.Q-40% H.M) .....	69
<b>Ilustración 4-6:</b>	Análisis sensorial del color de la polenta (60% H.Q-40% H.M).....	69
<b>Ilustración 4-7:</b>	Análisis sensorial del olor de la polenta (60% H.Q-40% H.M).....	70
<b>Ilustración 4-8:</b>	Análisis sensorial del sabor de la polenta (60% H.Q-40% H.M) .....	70
<b>Ilustración 4-9:</b>	Análisis sensorial de textura y apariencia de polenta (60% H.Q-40% H.M)..	71
<b>Ilustración 4-10:</b>	Etiqueta semáforo para la Pasta Alimenticia .....	73
<b>Ilustración 4-11:</b>	Etiqueta semáforo para la Polenta.....	73

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO
- ANEXO B:** TEST DE DEGUSTACIÓN DE LA PASTA ALIMENTICIA CRUDA
- ANEXO C:** TEST DE DEGUSTACIÓN DE LA PASTA ALIMENTICIA COCIDA
- ANEXO D:** TEST DE DEGUSTACIÓN DE POLENTA
- ANEXO E:** VALORES DEL ETIQUETADO NUTRICIONAL (PASTA ALIMENTICIA)
- ANEXO F:** VALORES DEL ETIQUETADO NUTRICIONAL (POLENTA)
- ANEXO G:** NORMA INEN

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo por objetivo formular y elaborar una pasta alimenticia y polenta a base de harina de quinua-H.Q (*Chenopodium quinoa*) y harina de maíz-H.M (*Zea mays*), para lo cual se realizaron tres formulaciones con diferentes porcentajes: F1 (60% H. Q, 40% H.M), F2 (70% H. Q, 30% H.M) y F3 (80% H. Q, 20% H.M), que fueron sometidas a procesos de evaluación de diseño experimental para determinar cuál presenta un mejor rendimiento. Los parámetros por considerar para la polenta incluyeron el método y tiempo de cocción, mientras que para la evaluación de la pasta se consideró el tiempo, pérdidas y peso de cocción. De acuerdo con los análisis se estableció que la formulación F1 es la que mejor características presenta. Se realizó la prueba de aceptabilidad de los productos empleando la prueba de la escala hedónica, en donde se obtuvo como resultado la aceptabilidad del 55% de los catadores por la formulación F1. Además, se realizó el análisis fisicoquímico y bromatológico de la pasta alimenticia obteniendo los siguientes resultados: humedad 10,864%, cenizas 2,552%, grasas 0,273%, fibra 5,885%, acidez 0,33% y proteína de 12,98%; y la polenta presenta un contenido de humedad de 71,770%, cenizas 2,262%, grasas 0,247%, fibra 4,21% y proteína de 10,98%. En cuanto al análisis microbiológico para *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, coliformes y *E. coli* se observó la ausencia de estos microorganismos y en el caso de mohos y levaduras, y aerobios mesófilos no mostro crecimiento microbiano fuera del rango establecido por la NTE INEN utilizada para los productos analizados. Se concluyó que la pasta y polenta presentan un gran valor nutritivo, además que resulta una opción de alimento saludable para personas con requerimientos alimenticios específicos. Se recomienda incluir el uso de harinas libres de gluten para elaborar productos innovadores que ayuden a satisfacer las necesidades de los consumidores.

**Palabras clave:** <BIOQUÍMICA Y FARMACIA>, <QUINUA (*Chenopodium quinoa*)>, <MAÍZ (*Zea mays*)>, <PASTAS ALIMENTICIAS>, <POLENTA>, <ANÁLISIS FISICOQUÍMICO>, <ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO>, <ETIQUETADO NUTRICIONAL>.

0005-DBRA-UPT-2024



## ABSTRACT

The main objective of this research study was to formulate and elaborate a food paste and polenta based on quinoa flour-H.Q (*Chenopodium quinoa*) and maize flour-H.M (*Zea mays*), for which three formulations were made with different percentages: F1 (60% H. Q, 40% H.M), F2 (70% H. Q, 30% H.M) and F3 (80% H. Q, 20% H.M), which were subjected to experimental design evaluation processes to determine which had the best performance. The parameters to be considered for the polenta included cooking method and cooking time, while for the evaluation of the pasta, cooking time, cooking losses, and cooking weight were considered. According to the analyses, the F1 formulation was found to have the best characteristics. The acceptability test of the products was carried out using the hedonic scale test, where 55% of the tasters found the F1 formulation to be acceptable. In addition, the physicochemical and bromatological analysis of the pasta obtained the following results: moisture 10,864%, ash 2,552%, fat 0,273%, fiber 5,885%, acidity 0,33%, and protein 12,98%; and the polenta had a moisture content of 71,770%, ash 2,262%, fat 0,247%, fiber 4,21% and protein 10,98%. The microbiological analysis for *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, coliforms and *E. coli* showed the absence of these microorganisms and in the case of molds and yeasts, and mesophilic aerobes did not show microbial growth outside the range established by the NTE INEN used for the products analyzed. It was concluded that pasta and polenta have a high nutritional value and are a healthy food option for people with specific dietary requirements. It is recommended to include the use of gluten-free flour to elaborate innovative products that help to satisfy the needs of consumers.

**Keywords:** <BIOCHEMISTRY AND PHARMACY>, <QUINOA (*Chenopodium quinoa*)>, <MAIZE (*Zea mays*)>, <FOOD PASTASES>, <POLENTA>, <PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS>, <MICROBIOLOGICAL ANALYSIS>, <NUTRIENTIAL LABELLING>.



---

Mgs. Evelyn Carolina Macias Silva

C.I 0603239070

## INTRODUCCIÓN

Los cereales y pseudocereales son cultivos prometedores que debido a su alta variabilidad genética y capacidad de adaptación a distintas zonas agroecológicas presentan características únicas en su composición y gama de macro y micronutrientes. En la actualidad, los cereales como el maíz, trigo y arroz se encuentran biofortificados para potenciar sus propiedades funcionales, además que constituyen un alimento central en la dieta de la población a nivel mundial. De igual manera, los pseudocereales son granos ricos en almidón, fibra y proteínas de alta calidad que aportan un excelente valor nutricional y nutracéutico, así como su idoneidad para el consumo por personas intolerantes al gluten. En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) destaca el gran potencial de estos alimentos que pueden contribuir significativamente a mejorar la nutrición, salud, seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible.

El maíz y la quinua son alimentos versátiles ampliamente utilizados en la elaboración de snacks extruidos y diversos productos debido a su valor nutritivo y facilidad de digestión. El consumo de maíz (*Zea mays*), refleja una mayor demanda por los sectores ganaderos y avícolas, en el cual se emplea como forraje y limita su uso alimentario de consumo humano; sin embargo, en países de América Central y subsaharianos es un alimento básico que se utiliza en gran variedad de preparaciones gastronómicas al ser este grano una rica fuente de carbohidratos, carotenoides, compuestos fenólicos, vitaminas y minerales. La quinua (*Chenopodium quinoa*) se caracteriza por alta concentración de proteínas, vitaminas y minerales comparable con nutrientes que se obtienen de la carne, lo que la convierte en un superalimento nutritivo y saciante que puede contribuir a una dieta equilibrada y a un estilo de vida saludable.

La producción y transformación de los cereales y pseudocereales para el consumo humano contribuye en gran medida a satisfacer las necesidades alimentarias de la población. A nivel agroindustrial el tratamiento más tradicional que se da a estos granos es su transformación en harina, la misma que puede ser utilizada en la formulación y elaboración de diversos productos como pastas alimenticias o fideos que son alimentos de consumo masivo y alta aceptabilidad a nivel mundial, sin embargo, las pastas de trigo al presentar un bajo valor biológico de proteínas es un alimento que nutricionalmente no es balanceado. Por lo tanto, en la presente investigación se plantea desarrollar una pasta y polenta a base de harina de quinua y maíz que aporten mayor calidad nutricional y funcional.

## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento del problema

El trigo, avena y arroz son los cereales más utilizados en la elaboración de productos para consumo humano, tanto en grano como harinas, panes, galletas, barras energéticas y platos ready-to-eat. Sin embargo, éstos presentan un índice glucémico alto a diferencia de la quinua y el maíz, que son cereales libres de gluten con gran calidad nutritiva por su alta fuente de proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales, vitaminas y fibra dietética que mejoran la calidad alimentaria y contribuyen al mantenimiento y buen desarrollo del organismo humano. Pese a las características mencionadas, en la industria alimentaria nacional no es común encontrar productos formulados a base de maíz y quinua. En el Ecuador la limitación del desarrollo tecnológico en la agroindustria restringe el proceso de elaboración de productos alimenticios con potencial nutritivo y funcional que contribuyan a reducir la malnutrición energética en la población (Villa,2020, p.3).

En las localidades de la región Interandina y Litoral la producción agrícola de cereales alcanzó 2,69 millones de toneladas métricas en 2020, según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). El 40% de quinua que se produce en el país procede de los agricultores de las provincias de Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura y Pichincha; mientras que la producción de maíz amarillo, según datos de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), principalmente proviene de Los Ríos, Guayas, Manabí y Loja (Baca, 2016, p.33).

Las zonas de producción de cereales siguen creciendo para poder satisfacer las demandas a nivel nacional e internacional; sin embargo, la mayor parte de la producción se destina a exportaciones, principalmente a Estados Unidos y algunos países de la Unión Europea (Silva,2021, p.10).

Esto se debe a que en el mercado interno no hay suficiente demanda de granos andinos como la quinua y maíz para consumo humano, además que gran parte se destinan como alimento para animales de crianza. Ante este escenario surge la necesidad de buscar alternativas a nivel agroindustrial para incorporar productos alimenticios con valor agregado que aporten al bienestar de los consumidores (León, 2019, p.20).

Generalmente la quinua está compuesta por carbohidratos (60 a 77%), grasa (3% hasta 24%), proteínas (4% a 15%), el aporte energético se encuentra alrededor de 370 a 490 kilocalorías por cada cien gramos aproximadamente; mientras que el maíz presenta un alto contenido de almidón

(amilosa 25% y amilopectina 75%), proteína (8 a 10 %), grasa (4 a 5 %), y un aporte energético del 55 al 60% en cada 100 gramos, por lo cual al diversificar e incluir la ingesta de estos granos se obtiene una amplia gama de nutrientes (Luna, 2021, p.4).

Los productos realizados a base de estos cereales pueden variar con respecto al tipo de quinua y maíz que se utiliza; y el uso de sus harinas puede presentar limitaciones en cuanto a su capacidad de formar una masa extensible y cohesiva para la producción de alimentos libres de gluten como productos de panadería y pasta, de manera que es necesario desarrollar técnicas adecuadas de procesamiento y formulación para lograr la calidad óptima del producto. Aunque los alimentos elaborados con harina de quinua y harina de maíz pueden ofrecer beneficios nutricionales, la aceptación del consumidor representa un desafío que podría limitar su adopción en la dieta de las personas.

La necesidad de desarrollar y promover la creación de nuevos e innovadores productos sin gluten a base de harina de quinua y maíz, como pastas alimenticias y polenta, superando los desafíos de técnicos asociados con el sabor, textura y aceptación del consumidor pueden ser una alternativa para satisfacer las necesidades y expectativas alimentarias de las personas, además podrían generar mayor competitividad con respecto a las marcas de comida orgánica que se encuentran de venta actualmente y así convertirse en una opción nutritiva de consumo para las personas celíacas.

## **1.2. Justificación**

La soberanía alimentaria en nuestro país se considera un deber primordial del Estado que está contemplada en la Constitución y en múltiples convenios internacionales. Según la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria se busca priorizar la seguridad alimentaria, la disponibilidad y acceso a los alimentos, la utilización biológica y la sostenibilidad ambiental, por lo que resulta importante impulsar el acceso a la tierra, el agua, biodiversidad y recursos productivos.

Dentro del marco legal en la Constitución de la República del Ecuador, existen artículos en los que se establece el derecho a la alimentación y la soberanía alimentaria de la población, lo que implica que el Estado tiene la obligación de garantizar la disponibilidad, accesibilidad y calidad de los alimentos. Algunos de los artículos relevantes son:

**Art. 13.-** Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

**Art. 281.-** La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente.

**Art. 282.-** El Estado normará el uso y acceso a la tierra que deberá cumplir la función social y ambiental, que un fondo nacional de tierra regulará el acceso equitativo de campesinos y campesinas a la misma; estableciendo además que se prohíbe el latifundio y la concentración de la tierra; y que el Estado regulará el uso y manejo de agua de riego para la producción de alimentos bajo principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental.

**Art. 284.-** La política económica tendrá los siguientes objetivos:

- Asegurar una adecuada distribución del ingreso y de la riqueza nacional.
- Incentivar la producción nacional, la productividad y competitividad sistémicas, la acumulación del conocimiento científico y tecnológico, la inserción estratégica en la economía mundial y las actividades productivas complementarias en la integración regional.
- Asegurar la soberanía alimentaria y energética.
- Promocionar la incorporación del valor agregado con máxima eficiencia, dentro de los límites biofísicos de la naturaleza y el respeto a la vida y a las culturas.
- Lograr un desarrollo equilibrado del territorio nacional, la integración entre regiones, en el campo, entre el campo y la ciudad, en lo económico, social y cultural.
- Impulsar el pleno empleo y valorar todas las formas de trabajo, con respeto a los derechos laborales.
- Mantener la estabilidad económica, entendida como el máximo nivel de producción y empleo sostenibles en el tiempo.
- Propiciar el intercambio justo y complementario de bienes y servicios en mercados transparentes y eficientes.
- Impulsar un consumo social y ambientalmente responsable.

En este contexto el programa del gobierno del presidente Guillermo Lasso establece en “El plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida de Ecuador”, directrices para aumentar la productividad agrícola, desarrollar cadenas de valor y promover prácticas agrícolas sostenibles que fomenten la promoción de la soberanía alimentaria y el desarrollo del sector agrícola en el

país. El nuevo plan nacional pretende mejorar la seguridad alimentaria y reducir las tasas de malnutrición mediante el acceso de las poblaciones vulnerables a alimentos más nutritivos. Además, se garantiza el acceso al agua en calidad, cantidad y continuidad para las actividades agrícolas, lo que es fundamental para lograr la soberanía alimentaria. Estos esfuerzos se alinean con el objetivo estratégico del gobierno de lograr una economía más autosuficiente y con oportunidades para todos.

En relación con el objetivo del Estado de garantizar a la población la autosuficiencia de alimentos sanos y nutritivos la Agencia de Regulación y Control Sanitario (ARCSA) de Ecuador se encarga de establecer normas técnicas y reglamentos que tienen por objeto promover la salud pública, prevenir las enfermedades transmitidas por los alimentos y garantizar la seguridad y calidad de los productos alimenticios en el país. La Resolución No. ARCSA-DE-067-2015-GGG, es una normativa técnica sanitaria unificada para alimentos procesados, plantas procesadoras de alimentos, establecimientos de distribución, comercialización y establecimientos de alimentación colectiva, en el que se define una serie de artículos que resumen los requerimientos y condiciones necesarias para garantizar la seguridad alimentaria y la inocuidad de los productos alimenticios.

La quinua (*Chenopodium quinoa*) ha sido reconocida por siglos como un importante cultivo en los Andes de Sudamérica, debido a sus propiedades nutricionales, elevado contenido proteico y compuestos bioactivos. El maíz (*Zea mays*), un cereal de origen prehispánico se destaca por su alto contenido de almidón, fibra dietética y vitaminas. De acuerdo con lo mencionado, tanto la quinua como el maíz son alimentos bien balanceados en el ámbito nutricional que posee múltiples propiedades prácticas, que son relevantes para la reducción de factores de riesgo de enfermedades crónicas atribuibles a su actividad antioxidante, laxante, antiinflamatoria, inmunomoduladora y anticancerígeno, entre otras (Gómez, 2020, p.32).

El valor nutricional de la quinua básicamente es reconocido por su proteína de alta calidad, buen perfil de aminoácidos no contiene colesterol, no forma grasas en el organismo, es fuente de hidratos de carbono de bajo índice glucémico que mejoran su calidad nutricional y funcional respecto a otros pseudocereales andinos (Cuadrado, 2012, p.14).

El grano maduro del maíz constituido principalmente por almidón es una fuente importante de energía en la dieta humana; sin embargo, su concentración de vitaminas, minerales y distribución de proteínas es limitado, por lo cual, la inclusión de proteínas provenientes de otras fuentes alimenticias compensa esta deficiencia (Sánchez, 2009, p.5).

En el mercado de productos naturales ecuatorianos, así como en mercados internacionales se destaca la demanda del consumidor por adquirir alimentos orgánicos, los cuales se han convertido en el manjar de preferencia para personas particulares, restaurantes y hogares alrededor del mundo. En Ecuador, la utilización de quinua (*Chenopodium quinoa*) y maíz (*Zea mays*) en productos de consumo humano se encuentra en relativo desuso; por lo tanto, es fundamental la formulación y elaboración de productos nutricionales a base de estos cereales, cada uno con compuestos únicos que aportan proteínas, vitaminas, minerales y carbohidratos necesarios para cubrir las necesidades energéticas en el organismo, de tal manera que permitan promover la soberanía alimentaria en el país. Es por esta razón que se ha decidido elaborar una pasta alimenticia y polenta como una opción de producto alimenticio saludable.

### **1.3. Objetivos**

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

Formular y elaborar pasta y polenta utilizando harina de quinua y maíz.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

- Realizar diferentes formulaciones para la pasta y polenta utilizando como materia prima harina de quinua y maíz en concentraciones variables.
- Determinar la mejor formulación mediante la aceptación sensorial del producto por parte de los posibles consumidores.
- Caracterizar al producto final mediante análisis fisicoquímico.
- Determinar la calidad microbiológica de la pasta y polenta de quinua y maíz.
- Diseñar el sistema gráfico o semáforo del producto final.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

En los mercados nacionales e internacionales la producción y consumo de cereales está en constante crecimiento, en el sector de la industria agroalimentaria la necesidad y tendencia de mejorar la calidad de los productos a base de cereales destacando aspectos nutricionales como de formulación conlleva a la búsqueda de nuevas e innovadoras formas de incluir estos productos en la dieta de las personas de diferentes edades y estratos sociales. Se determinó que, la incorporación de harina de amaranto, quinua y kaniwa (20, 35 y 50%) en snacks extruidos a base de maíz mejoran las propiedades físicas y sensoriales del producto al conferirle una textura y carácter crujiente más agradables que ayuda en el diseño de snacks con valor nutricional añadido (Ramos et al. 2019).

Se desarrolló un producto a base de harinas de quinua, lupino, maíz y arroz, a partir de los cuales se elaboraron dos formulaciones para la obtención de una mezcla dulce y mezcla postre como suplemento alimenticio que ayude a cubrir los requerimientos de energía y nutrientes en niños menores de 6 y 24 meses que padecen enfermedad celíaca, obteniendo un producto con un contenido proteico del 12,63 y 12,60% que satisface los requerimientos diarios de proteínas del 15% establecido por la FAO (Cerezal et al.2011).

Se usó un diseño al azar con tres tratamientos, tres repeticiones y dos medidas repetidas en el tiempo para evaluar diferentes concentraciones de harina de maíz nixtamalizado (80, 65, 50%), quinua (20, 35, 50%) y el 2% de cáscara de huevo en polvo en la formulación de galletas. De acuerdo con la escala hedónica utilizada, el tratamiento con 50% de harina de maíz nixtamalizado y 50% de quinua fue el de mayor aceptabilidad. Los tratamientos aportaron entre 4,09-4,50% de las proteínas totales y entre 6-10% del RDA de calcio (Navarro 2016).

Se estudió el efecto de las harinas provenientes de fuentes como cereales (arroz, avena, mijo), pseudocereales (quinua, amaranto) y tubérculos (papa, camote, zanahoria) en la elaboración de productos como panes, galletas, pastas y fideos, donde se determinó que su comportamiento tiende a variar conforme la disminución o aumento del contenido de proteínas, así también la mayor variación es en el contenido de humedad, debido a que las harinas no convencionales

presentan valores de humedad por debajo del 15%, valor que beneficia al aumento del tiempo de vida útil del producto (Llumiquina 2022).

Se realizó un estudio reológico de mezclas de harinas para determinar el porcentaje óptimo de sustitución de harina de trigo por harinas no convencionales (cebada, maíz, quinua y papa). A través de análisis farinográficos y estadísticos concluyó que la mezcla con cebada, trigo quinua (10 y 20% p/p) y maíz (10% p/p) presentan mejores características de elasticidad, tolerancia al amasado y extensibilidad, y por ende su factibilidad en la elaboración de productos de panadería y pastas alimenticias (Lascano 2010).

## 2.2. Referencias teóricas

### 2.2.1. Quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un pseudocereal que durante tiempos milenarios ha sido un alimento básico de las civilizaciones que habitaron los Andes y se encuentra distribuida en diferentes zonas agroecológicas de la región. En la antigüedad la quinua se cultivó ampliamente desde Colombia hasta el sur de Chile, pero existen pocas evidencias arqueológicas, lingüísticas y etnográficas, sobre ritos religiosos asociados al uso del grano. Los hallazgos de razas primitivas de la planta de quinua encontrados en sepulturas indígenas en diferentes regiones del Altiplano andino indicarían que su domesticación ocurrió hace 5000 años, comprobándose que durante el proceso de adaptabilidad a las condiciones de distintas zonas dio como resultado la variación de semillas de color oscuro a blanco (IICA, 2015, p.15).



**Ilustración 2-1:** Variedades de quinua

Fuente: Pérez, 2021

El grano de quinua posee una amplia variabilidad genética que es extraordinaria para el desarrollo estratégico de la planta, la alta capacidad de adaptabilidad y resistencia a factores bióticos y abióticos de diferentes zonas agroecológicas contribuye a que las cosechas prosperen en temperaturas extremas (-8 y 38 °C), y altitudes comprendidas entre 3000 a 4000 metros al nivel

del mar donde otros cultivos no pueden desarrollarse. La alta calidad nutritiva de la quinua, lo convierte en un alimento funcional e ideal para el organismo; que puede ser utilizado en el mundo gastronómico de diversas formas tradicionales como no tradicionales así también industriales en las que exige un bajo costo de producción, ya que el cultivo es poco exigente en insumos y mano de obra (Rosentrater y Evers, 2018, p.70).

#### *2.2.1.1. Descripción botánica de la quinua*

La quinua es una planta herbácea de la familia de las *Chenopodiaceae*, dicotiledónea de amplia dispersión geográfica, con características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento en diferentes condiciones climáticas y suelos donde se cultiva. Las plantas crecen entre los 0,60 a 3,00 metros de altura, esta característica es dependiente del genotipo y de las condiciones ambientales a las que está expuesta durante su fase de vida (Pacheco, 2021, p. 27-28). El periodo vegetativo de la planta de quinua varía desde 90 hasta 240 días, crece con precipitaciones desde 200 a 280 mililitros anuales y es adaptable a suelos ácidos de pH 4,5 hasta alcalinos con pH de 9,0, puede prosperar en suelos de muy variada textura, preferentemente en los arenosos y arcillosos. La coloración de la planta varía de acuerdo con los genotipos y las etapas fenológicas, desde el verde hasta el rojo, pasando por el púrpura oscuro, amarillo, anaranjado granate y demás gamas de colores (Apaza., et al, 2013, p.17).

La raíz es pivotante, gruesa, y es capaz de extenderse hasta 1,80 m de profundidad, posee varias ramificaciones que le confiere buena estabilidad a la planta y su contextura fibrosa le otorga una mayor superficie de absorción, lo que la hace resistente a la sequía y a los suelos pobres en nutrientes. Posee un tallo recto, ramificado de color variable que es cilíndrico en el cuello de la planta y anguloso a partir de sus ramificaciones. Las hojas son alternas, de forma ovalada, de coloración variable que va del verde al rojo con diferentes tonalidades y están conformadas por peciolo y lámina. Los peciolos tienen una apariencia larga, fina y acanalada en su parte superior. La lámina puede poseer forma romboidal, triangular o lanceolada, plana u ondulada, gruesa, carnosa que se encuentra cubierta por cristales de oxalato de calcio, de colores rojo, púrpura o cristalino, tanto en el haz como en el envés (Apaza., et al, 2013, p.18).

Las flores de la quinua se agrupan en inflorescencias que son estructuras ramificadas de tipo amarantoide (laxa) o glomerulada (compacta), que desempeñan un rol importante en la reproducción y producción de semillas. La inflorescencia amarantoide tiene una apariencia similar al amaranto, con flores unidas a la espiga; mientras que la inflorescencia glomerulada consta de grupos pequeños de racimos o panículas que contiene de 3 a 30 flores, las cuales son

hermafroditas que tienen una longitud máxima de 3 mm desprovistas de pétalos (Apaza., et al, 2013, p.19).

Las semillas son gránulos que poseen una forma cilíndrica con bases ligeramente esféricas, de un diámetro de entre 1,8 y 2,2 mm, de color variado (blanco, café, amarillo, rosado, gris, rojo y negro). Su contenido proteico varía desde un 12% hasta un 20% en algunas variedades, con una composición balanceada de aminoácidos, vitaminas y minerales esenciales (calcio, magnesio, zinc y hierro), así como polifenoles y fibra dietética (IICA, 2015, p.15). Estas semillas presentan tres partes bien definidas, que son:

- Episperma: en esta parte se localiza la saponina que le confiere un sabor amargo al grano y su adherencia a la semilla es variable dependiendo de los genotipos.
- Embrión: conformado por dos cotiledones y radícula, constituye el 30% del volumen total de la semilla, recubriendo al perisperma como un anillo.
- Perisperma: es el principal tejido de almacenamiento, y está constituido mayormente por gránulos de almidón, de color blanquecino que tienen un diámetro de 2µm (Apaza., et al, 2013, p.19).

#### *2.2.1.2. Descripción de las variedades de quinua*

El término variedad, tipos o comúnmente llamadas raza de una determinada especie generalmente se emplea para designar una subdivisión de los caracteres hereditarios, representados por un cierto número de individuos, los cuales poseen un conjunto de características morfológicas y funcionales comunes transmitida por herencia. Los tipos o razas de quinua que son mencionados en la investigación de Gandarillas, et., al. 1989 que se encuentran en Ecuador.

Raza o tipo “Imbabura”: más cultivada en el Ecuador, se la puede encontrar a lo largo de la Sierra desde la provincia del Carchi al norte, hasta la provincia del Cañar, al sur. Posee un hábito ramificado, de colores rojo, púrpura y verde, su tamaño en condiciones favorables sobrepasa los 2 metros de altura; sus hojas son grandes y triangulares con varios, dientes pronunciados. Su característica principal es la presencia de pedicelos largos que llegan hasta 5 mm de largo, razón por la cual las inflorescencias son racimosas.

Raza o tipo “Pichincha”: de tamaño mediano entre 1,50 a 1,80 m de altura. Plantas de hábito sencillo y de colores verde y rojo; sus hojas son de forma triangular, aserradas y ligeramente lobuladas de 6 a 8 cm de largo por 5 a 7 cm de ancho. Inflorescencia amarantiforme casi compacta de 30 a 50 cm de largo y diámetro de 4 a 7 cm. Glomérulos cónicos de 5 a 7 cm de largo por 13 a 15 mm de diámetro en la base. Semillas blancas, pequeñas y amargas.

Raza o tipo “Illiniza”: la planta es pequeña en comparación con las otras razas, alcanzando a 1,2 m de altura, se la puede encontrar de colores principalmente verdes y púrpuras y unas cuantas son rojas; sus hojas son romboidales y de tamaño mediano (6 a 9 cm de largo y 5 a 7 cm de ancho), presenta pocos dientes o no los tiene; es la única raza en el Ecuador que tiene esta forma. Inflorescencia suelta glomerulada de 30 a 40 cm de largo y con glomérulos esferoidales grandes de 15 a 20 mm de diámetro; da semillas blancas, pequeñas y amargas.

Raza o tipo “Antizana”: tiene un hábito sencillo, de pequeña estatura (no llega a 1 m), de colores verde y púrpura; sus hojas son romboidales (7 cm de largo por 6 cm de ancho) y pequeñas y poseen entre 2 a 9 dientes; en tanto su inflorescencia es glomerulada suelta. Es la única raza que tiene las semillas grandes y de color blanco.

Raza o tipo “Chimborazo”: es la segunda variedad más cultivada en el Ecuador, su hábito es ramificado de más de 2 m de altura, tiene un aspecto de pirámide muy puntiaguda, los colores pueden ser verde, púrpura y rojo. Sus hojas son triangulares y grandes (9 a 11 cm de largo y 9 a 10 cm de ancho); su inflorescencia es suelta glomerulada (60 a 80 cm de largo) con flores sin pedicelos o cortos en los glomérulos apicales por lo que en general, estos se presentan compactos y pequeños, sus semillas son pequeñas, blancas.

Raza o tipo “Bueran”: posee un hábito sencillo sin ramificaciones, de 1,80 a 2 m de altura, color púrpura, sus hojas son triangulares y de tamaño mediano con pocos dientes (8 a 10,5 cm de largo por 7 a 8 cm de ancho); su inflorescencia es amarantiforme y ramificada, los glomérulos principales son largos (hasta de 10 cm de longitud) y su semilla es pequeña y amarga.

#### *2.2.1.3. Valor nutricional de la quinua*

La quinua es una fuente natural de proteína vegetal que posee un alto valor nutritivo, está conformada por una gran proporción de aminoácidos esenciales superior a las que normalmente se encuentran en los principales cereales (trigo, arroz o maíz), y comparable solo con la leche, la carne y el huevo. Debido a estas propiedades la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales y está cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO (FAO, 2011, p.7).

Como fuente de proteína vegetal, la quinua contiene 40-100 y 510-640 mg/100 g de metionina y lisina, respectivamente, lo que la convierte en una proteína completa, adecuada para satisfacer las necesidades dietéticas de niños y adultos; además de contribuir al desarrollo y crecimiento del organismo, la conservación del calor y energía en el cuerpo, y junto con otros alimentos ayuda a

formar una dieta completa y balanceada que pueden fácilmente sustituir a los alimentos de origen animal (Rojas., et al, 2016, p. 116).

Los carbohidratos localizados en el perisperma de la semilla de quinua oscilan entre el 58-68% de almidón; lo que la convierte en una fuente óptima de energía. Posee ácidos grasos insaturados, ácido linoleico (Omega 6) y ácido oleico (Omega 9), que se encuentra en la parte germinal del grano; además de la presencia de antioxidantes como los tocoferoles, lo que ayuda a conferirle efectos protectores cardiovasculares, anticancerígenos e hipocolesterolémico. El contenido de fibra supone el 6% del peso total del grano, lo cual lo convierte en un alimento idóneo que reduce los riesgos de trastornos gastrointestinales (Tanwar et al., 2019, p. 271-277).

En lo que respecta al aporte de vitaminas, la quinua es una buena fuente de vitaminas liposolubles (vitamina E, vitamina A y precursor de la vitamina A) y vitaminas hidrosolubles (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, vitamina B6, ácido ascórbico). Muchos de los minerales de la quinua están presentes en mayores cantidades que en otros cereales; como el hierro, el fósforo, magnesio, calcio y zinc. Sin embargo, del mismo modo que todos los alimentos vegetales, contiene algunos componentes no nutritivos, como las saponinas que pueden reducir la absorción de sustancias minerales, por lo que durante procesos industriales se debe eliminar o reducir dichos factores. Además, la presencia de compuestos bioactivos y la ausencia de gluten hacen que la quinua sea un alimento adecuado no solo para las personas con celiaquía o intolerancia al gluten, sino también para las personas con riesgo de padecer diversas enfermedades crónicas (Hernández, 2015, p.307).

**Tabla 2-1:** Composición del valor nutricional de quinua por 100g

<b>Nutrientes</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Energía (kcal)</b>	368
<b>Carbohidratos (g)</b>	64,20
<b>Almidón (g)</b>	52,20
<b>Proteínas (g)</b>	14,10
<b>Lípidos (g)</b>	6,07
<b>Fibra (g)</b>	7,00
<b>Humedad (g)</b>	13,30
<b>Cenizas (g)</b>	2,38
<b>Minerales:</b>	
<b>Macroelementos</b>	
<b>Calcio, Ca (mg)</b>	57
<b>Fósforo, P (mg)</b>	457
<b>Magnesio, Mg (mg)</b>	197
<b>Potasio, K (mg)</b>	563

<b>Sodio, Na (mg)</b>	5
<b>Microelementos</b>	
<b>Cobre, Cu (mg)</b>	0,59
<b>Hierro, Fe (mg)</b>	4,57
<b>Manganeso, Mn (mg)</b>	2,03
<b>Zinc, Zn (mg)</b>	3,10
<b>Vitaminas:</b>	
<b>Ácido ascórbico (mg)</b>	-
<b>Tiamina B1 (mg)</b>	0,36
<b>Riboflavina B2 (mg)</b>	0,32
<b>Niacina B3 (mg)</b>	1,52
<b>Ácido pantoténico B5 (mg)</b>	1,52
<b>Piridoxina B6 (mg)</b>	0,49
<b><math>\alpha</math>-Tocoferol E (mg)</b>	2,44
<b>Aminoácidos esenciales:</b>	
<b>Fenilalanina (g)</b>	4,71 $\pm$ 0,07
<b>Histidina (g)</b>	2,97 $\pm$ 0,11
<b>Isoleucina (g)</b>	2,97 $\pm$ 0,11
<b>Leucina (g)</b>	7,39 $\pm$ 0,39
<b>Lisina (g)</b>	6,38 $\pm$ 0,44
<b>Metionina (g)</b>	1,98 $\pm$ 0,05
<b>Treonina (g)</b>	3,84 $\pm$ 0,11
<b>Triptófano (g)</b>	1,42 $\pm$ 0,29
<b>Valina (g)</b>	1,42 $\pm$ 0,29
<b>Cisteína (g)</b>	2,01 $\pm$ 0,35

Fuente: Campos Rodríguez et al.,2022

Realizado por: Tarco W., 2023

#### 2.2.1.4. Mercados actuales y potenciales para la quinua y sus productos

La producción de quinua es un negocio que presenta altos índices de rentabilidad que se atribuyen a sus propiedades nutricionales y biológicas, que han impulsado el creciente interés, el desarrollo del mercado, la investigación y la promoción de nuevos productos saludables a base de este pseudocereal. Además de ofrecer un beneficio social al sector en donde se la comercializa debido a que crean oportunidades para los pequeños agricultores, se da una mejor utilización a los terrenos y se mantiene la fertilidad de los mismos, así también provee una mejor calidad alimentaria en quienes la consumen.

El mercado mundial de la quinua concierne principalmente a la quinua perlada, que entre los países andinos se ha tornado casi exclusivamente orgánica. En el mercado de Norteamérica, Estados Unidos y Canadá han sido dos de los principales importadores de quinua orgánica; alcanzando entre 1995 y 2020, adquisiciones anuales entre 550 y 1 150 toneladas. Estados Unidos

es el principal mercado norteamericano, que importa un promedio de unas 900 a 950 toneladas anuales. El mercado de la quinua en este país ha sido promovido y desarrollado por Quinoa Corporation, empresa que adquiere más del 50% de las importaciones; para lo cual, la quinua debe cumplir con requisitos establecidos por las normas locales para obtener la certificación orgánica reconocida en los mercados de los países del Norte y requerida por los importadores de estos mercados (Laguna, 2004, p.18-20).

En el mercado europeo la quinua es uno de los productos más apetecidos por sus características nutritivas, debido a que la conciencia sobre la salud ha llevado a una mayor demanda por los consumidores. La Unión Europea (UE) es el mayor importador de quinua de los principales países andinos, Perú, Bolivia y Ecuador.

La exportación de quinua desde Ecuador hacia la UE en el 2019 fue de USD 1 209 200 y para el 2020 de USD 1 170 200. Las proyecciones de exportación a nivel mundial para el 2019 fueron de USD 4 829 300 y para el 2020 fueron de USD 4 914 200. Los principales países de la Unión Europea a donde se exportó quinua fueron: Países Bajos, Francia, Alemania, Reino Unido y países de la parte occidental, donde su consumo sigue en aumento (Ibarra, 2019, p.6-8).

Francia es un importador neto de quinua, y también es uno de los primeros países que está ampliando su producción, debido a que ha manifestado gran interés por el desarrollo de productos industrializados a base de quinua, como un segmento de mercado para hojuelas de quinua (Rodríguez, 2019, p.22).

La creciente popularidad del potencial de la quinua ha captado la atención de países asiáticos, como China, India y Japón, en los que se han desarrollado productos adaptados a los gustos locales; de igual manera en los países de África se promueven programas nutricionales sobre el uso de la quinua para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional, con la cooperación de la FAO se realizaron estudios de adaptabilidad para la introducción, producción y utilización de la quinua como un cultivo alimentario para combatir la malnutrición en esta región (Maliro,2020, p.1).

### 2.2.2. Maíz



**Ilustración 2-2:** Variedades de maíz

Fuente: MAGAP, 2016

El maíz (*Zea mays*) es un cereal originario de México que fue domesticado según la evidencia genética y arqueológica hallada en cuevas cerca de Puebla, hace 9000 años a partir de su progenitor silvestre el teosinte, y su cultivo se extendió hacia el norte, hasta Canadá, y los Andes. Posterior a la llegada de Colón se ha distribuido ampliamente por Asia, África y Europa; llegando a ser actualmente el tercer cereal con mayor producción y, por lo tanto, se ha convertido en una de las principales fuentes de alimento para los seres humanos y animales a nivel mundial (Liu, et al., 2020).

La diversificación y la adaptación a diferentes condiciones agroecológicas y edafológicas contribuyen al elevado potencial de rendimiento y productividad del grano de maíz que puede consumirse en sus diferentes estados de maduración y sirve como materia prima básica para la fabricación de gran variedad de productos industriales y alimenticios (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2020).

#### 2.2.2.1. Descripción botánica

El maíz es una planta monocotiledónea de hábito anual, perteneciente a la familia de las gramíneas (*Poaceae*), es el cereal y cultivo de mayor producción a nivel mundial debido al desarrollo de diferentes genotipos y adaptación a diferentes ecosistemas que influyen en el tamaño, duración del periodo de crecimiento y potencial de rendimiento del maíz que varía en función de la altitud y entorno, distinguiéndose dos tipos principales: maíz tropical y maíz templado (García, et al., 2019, p.7).

La planta puede llegar a medir de 1 a 5 metros de altura, posee un tallo simple que presenta nudos, entrenudos y una médula de tejido esponjoso color blanco. En la base de la planta se desarrolla el sistema radicular que presenta raíces principales que pueden profundizar hasta 1,8 metros, y raíces

adventicias que surgen de los nodos del tallo y contribuyen al anclaje de la planta. Las hojas son alargadas, paralelinervias y alternas, que se encuentran abrazadas al tallo y con presencia de vellosidades en el haz. El tallo y las hojas de la planta son generalmente verdes; sin embargo, pueden resultar de un color púrpura o marrón rojizo debido a la acumulación de antocianinas. Al ser una planta monoica de flores unisexuales presenta flores masculinas y femeninas separadas dentro de la misma planta. La inflorescencia masculina, conocida como panícula o espiga son estructuras de ramas prominentes que se proyecta en la parte superior; y la inflorescencia femenina cuando ha sido fecundada se denomina mazorca, aquí se forman alrededor de 400 a 1000 granos organizados en hileras a lo largo de un eje, todo cubierto por vainas de las hojas, el cual puede variar en tamaño desde aproximadamente 2,5 hasta 45 cm de largo (Kato, et al., 2009, p. 21).

En la mazorca cada grano es un fruto independiente denominado cariósipide que se componen de tres partes principales:

- Pericarpio: está conformado por células fibrosas ricas en fitoquímicos que constituyen alrededor del 5-7% del peso total del grano. Su función principal es la de actuar como barrera protectora frente a factores de estrés abiótico y biótico (García, et al., 2019).
- Endospermo: contiene un alto contenido de almidón, minerales, proteínas y otros compuestos bioactivos que representan el 82% de la masa del grano maduro. El endospermo del maíz se compone de tres tipos de tejidos: el endospermo amiláceo que está formado por células muertas llenas de gránulos de almidón y cuerpos proteicos; la capa de transferencia basal encargado de la absorción de nutrientes durante el desarrollo de la semilla; y la capa de aleurona (García, et al., 2019).
- Embrión o germen: es la parte del fruto donde comenzara el desarrollo y crecimiento de los órganos vegetativos y reproductivos de la planta. El embrión ocupa el 11% del total de peso de la semilla, está compuesto por la plúmula (hojas), la radícula (raíces) y el escutelo que absorbe nutrientes almacenados en el endospermo (Urango, 2018, p.190).

#### *2.2.2.2. Descripción de las variedades de maíz*

El término raza o variedad se utiliza como un sistema de referencia para comprender los grupos o complejos raciales que se asocian a una región climática y geográfica definida. En América Latina se reconocen 220 razas de maíz que presentan características diferenciadas en la forma de la mazorca, color y textura del grano (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2020).

En un estudio se señala que el maíz se divide en variedades dependiendo de la calidad, cantidad y la distribución del endospermo dentro del grano (Guacho 2014).

- *Zea mays* indentada o maíz dentado: presenta una cantidad variable de endospermo corno y harinoso. La parte cornea o dura se localiza en los lados y detrás del grano, mientras que la porción harinosa o suave está en la zona central y corona del grano.
- *Zea mays* indurada o maíz duro: presenta una capa gruesa de endospermo cristalino que recubre en pequeño centro harinoso. Se usa como fuente de calorías para la fabricación de concentrados, fécula de maíz, o para alimentación animal. Los genotipos amarillo y blanco de calidad alimentaria se usan para su cocción con cal y la molienda en seco.
- *Zea mays* amiláceo o maíz harinoso: se caracteriza por tener un endospermo harinoso, no cristalino. La producción del maíz amiláceo es principalmente destinada a su consumo como choclo, mote, harina precocida y bebidas.
- *Zea mays* ceratina o maíz ceroso: los granos tienen un aspecto ceroso en el endospermo compuesto por más del 95% de amilopectina, lo que causa que tenga una característica gomosa. Se utiliza en preparaciones como budines, gelatinas, cremas y sopas.
- *Zea mays* saccharata, maíz dulce o chulpi: en este tipo de maíz la conversión de azúcar en almidón es retardada durante el desarrollo del endospermo que resulta en niveles altos de azúcar. Se caracteriza por tener una maduración temprana y una mazorca pequeña que se consumen como enlatados o congelado.
- *Zea mays* everta, maíz palomero o reventón: es considerado como una de las razas más primitivas que presenta un endospermo cristalino duro y una pequeña porción harinosa. Los granos del maíz palomero son redondos como perlas o puntiagudos como el arroz. Se emplea principalmente para el consumo humano en forma de rosetas.
- *Zea mays* tunicata o maíz tunicado: se caracteriza porque cada grano está encerrado en una vaina o túnica. Se usa como ornamento o como fuente de germoplasma en los programas de fitomejoramiento.

#### 2.2.2.3. Valor nutritivo del maíz

La composición nutricional del grano de maíz puede verse afectada por las condiciones ambientales, el tipo de fertilizante, la variedad, el tiempo de cosecha, el procesamiento del grano, la nixtamalización y la fermentación. Aproximadamente el 70% de maíz en todo el mundo se utiliza como forraje, y el 30% restante se usa como materia prima industrial y alimento para el humano. Los hidratos de carbono de fácil digestión es la principal nutriente del maíz principalmente el contenido de almidón es cercano al 70%, un 9% de proteína, 7% de fibra dietética, 5% de lípidos que se almacena en el germen y un 10% de agua; suministrando 365 kcal

en cada 100g de maíz. Así como, es un cereal apreciado por su alto contenido de carbohidratos, es una buena fuente de vitaminas (tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, vitaminas E y K), minerales (calcio, magnesio, potasio, fósforo, sodio y zinc), carotenoides y compuestos bioactivos. Su ingesta es aconsejable en personas con deficiencia de magnesio y su harina es idónea cuando existe problemas de intolerancia al gluten (Gómez, 2020, p.31).

**Tabla 2-2:** Composición del valor nutricional del maíz por 100g

Nutrientes	Cantidad	
	Maíz blanco	Maíz amarillo
<b>Energía (kcal)</b>	365	365
<b>Carbohidratos (g)</b>	74,26	74,26
<b>Proteínas (g)</b>	9,42	9,42
<b>Fibra (g)</b>	-	7,30
<b>Lípidos:</b>		
<b>Ácidos grasos saturados (g)</b>	0,67	0,67
<b>Ácidos grasos monoinsaturados (g)</b>	1,25	1,25
<b>Ácidos grasos polinsaturados (g)</b>	2,16	2,16
<b>Minerales:</b>		
<b>Macroelementos</b>		
<b>Calcio, Ca (mg)</b>	7	7
<b>Fósforo, P (mg)</b>	210	210
<b>Magnesio, Mg (mg)</b>	127	127
<b>Potasio, K (mg)</b>	287	287
<b>Sodio, Na (mg)</b>	35	35
<b>Microelementos</b>		
<b>Hierro, Fe (mg)</b>	2,71	2,71
<b>Zinc, Zn (mg)</b>	2,21	2,21
<b>Vitaminas:</b>		
<b>Tiamina B1 (mg)</b>	0,39	0,39
<b>Riboflavina B2 (mg)</b>	0,20	0,20
<b>Niacina B3 (mg)</b>	3,63	3,63
<b>Piridoxina B6 (mg)</b>	0,62	0,62
<b>Folato (µg)</b>	-	19
<b>Vitamina A (µg)</b>	-	11
<b>Provitamina A (IU)</b>	-	214
<b>α-Tocoferol, E (mg)</b>	-	0,49
<b>Vitamina K (µg)</b>	-	0,30
<b>Carotenoides:</b>		
<b>Luteína</b>	5,73±0,18	406,20±4,90
<b>Zeaxantina</b>	6,01±0,06	353,20±23,10

Fuente: Siyuan et al., 2018

Realizado por: Tarco W., 2023

#### *2.2.2.4. Mercados actuales y potenciales para el maíz y sus productos*

La producción mundial de maíz ha incrementado en las últimas décadas, impulsada por el aumento de la demanda, el crecimiento de la población y consumo per cápita, el desarrollo de los avances tecnológicos, mejoras en el rendimiento y la expansión del área de cultivo. En términos de alimentación humana, el uso del maíz desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria de numerosas regiones en las que se ha convertido en un alimento básico cuyo uso varía desde su consumo como maíz tierno hasta una variedad de productos manufacturados, los cuales a través de la diversidad genética del maíz se ha abierto caminos para ofrecer variedades biofortificadas del cereal con un mejor contenido de nutrientes. La necesidad de mejorar las funciones y aplicaciones del maíz conlleva a que se desarrolle nuevas tecnologías e infraestructura que permitan el desarrollo de productos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente, como la producción de biocombustible, bioplásticos y productos farmacéuticos, que son mercados con gran potencial que presentan un creciente interés (Erenstein, et al., 2022).

En el mercado mundial se estima que la producción de maíz asciende a 197 millones de hectáreas, gracias a la mejora en la productividad de las regiones líderes del sector: América aporta la mitad de la producción mundial, seguido de Asia por el 32%, y el resto por Europa en un 11% y África Subsahariana en un 7,4% (Erenstein, et al., 2022).

La mayor parte de este rendimiento se ha conseguido debido a la inversión de recursos científicos destinados a optimizar los métodos de cultivo y a la manipulación genética de las semillas (Borunda, 2022). No obstante, el mercado del maíz enfrenta desafíos relacionados con el cambio de las condiciones climáticas y la creciente presión por reducir la huella ambiental que pueden limitar el potencial de la producción a largo plazo; como es el caso de China que a causa de condiciones ambientales desfavorables se apunta a fuertes pérdidas potenciales de su producción, por lo que se esperaría un gran aumento de la demanda en China y en toda Asia (Baash, 2022). Es necesario prestar la debida atención para intensificar de manera sostenible el cultivo de maíz, que desempeña un papel diverso y dinámico en los sistemas agroalimentarios.

En América Latina, la extensión del cultivo de maíz en México abarca aproximadamente la mitad del total de la superficie destinada a la agricultura, siendo los objetivos de producción de este cereal el grano y forraje. En Ecuador, la productividad de maíz duro en los últimos años subió significativamente y para el 2020 alcanzó un promedio de 5,93 toneladas por hectárea; en la Sierra el cultivo de maíz es utilizado principalmente para la alimentación de la población local y alimentos balanceados para los animales, y en la Costa la producción principalmente está dirigida

al mercado externo. Además, en Ecuador la existencia de 29 razas de maíz contribuye a la diversidad de cultivos y permite generar variedades mejoradas a través del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, para aprovechar las oportunidades en el mercado global (Zambrano y Andrade,2021).

### ***2.2.3. Productos elaborados a base de quinua y maíz en el Ecuador***

Los múltiples usos de los cereales y pseudocereales han llamado la atención de varios sectores en estos años, por lo que la búsqueda de innovaciones tecnológicas ha facilitado la introducción de diferentes productos que tienen como ingrediente principal algún grano al mercado nacional e internacional que han recibido de buena manera a estos nuevos productos como cereales, barras, bebidas y mezclas para la preparación de diversos platos tradicionales, que antes por desconocimiento o falta de tecnificación no eran realizados. En la actualidad, existen nuevas formas de utilizar la quinua y el maíz en la cocina ecuatoriana, varios de estos productos son elaborados por empresas locales que apoyan a las comunidades indígenas y promueven la sostenibilidad. La apuesta de las empresas que han trabajado en la mejora de las técnicas de producción y transformación por ofrecer productos derivados de quinua más variados y de alta calidad, como: Coprobich, Corporación Kunachía y Agroalina, han proporcionado fuentes de ingresos para los agricultores y ha fomentado la biodiversidad en las regiones andinas del Ecuador; además de ofertar productos de gran valor nutricional que contribuyen a una dieta equilibrada y saludable (Enríquez, 2018).

Los productos que se están produciendo en una escala considerable a base de las variedades de estas semillas en gran parte se debe a su transformación, como lo es la obtención de harina, a partir de la cual se realizan postres, galletas, roscas, apanaduras, sopas, entre otros. Estos productos representan un cambio significativo en el mercado con respecto a otros productos realizados a base de compuestos sintéticos y dañinos para la salud de las personas en general. En el mercado ecuatoriano los productos a base de maíz se pueden caracterizar en los siguientes tipos.

**Harina:** Es un producto básico que se obtiene de la molienda del grano. Por ejemplo, la empresa ecuatoriana GRANANDINO se dedica a la obtención de granos andinos y harinas. El objetivo de la empresa es recuperar la materia prima y sabores andinos tradicionales del Ecuador (Granandino, 2021).

**Barras energéticas y granolas:** Son productos de fácil consumo y una opción saludable para un refrigerio rápido, destinado a todas las edades. Las diferentes marcas ofrecen una variedad de sabores y combinaciones con otros cereales.

Snacks y chips: Estos productos pueden ser horneados o fritos. En el mercado se ofrecen variedad de snacks dulces y salados de quinua.

Cereales: Son conocidos como productos para desayuno, suelen contener otros ingredientes como frutos secos y edulcorantes naturales para adaptarse a los diferentes gustos del consumidor. Cereales Andinos es una empresa especializada en la producción y comercialización de una línea de cereales naturales y saludables, ideales para una dieta sana (Cereales Andinos, 2023).

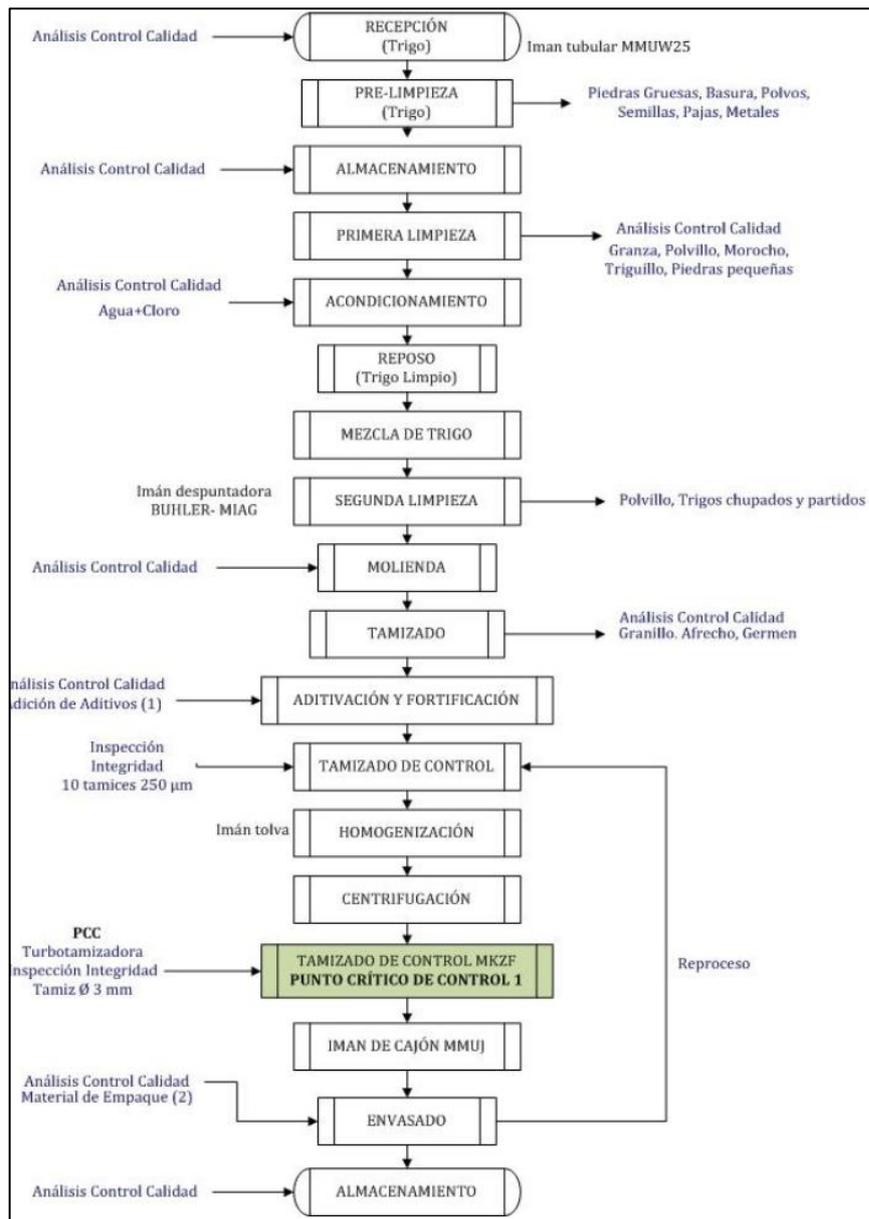
Pastas: Es una alternativa de consumo saludable libre de gluten, la pasta de quinua aun no es acogida por los consumidores cotidianos, por ende, las empresas deben determinar el segmento de la población al que va dirigido el producto (León, 2022, p.13). La Corporación Superior es una industria ecuatoriana que a través de su marca Siluet ofrece una línea de pastas multi cereal con un valor nutricional acorde a las exigencias del mercado (Martínez, 2020).

Bebidas: Quinoaliv es una empresa ecuatoriana, ofrece bebidas sin lactosa a base de quinua orgánica con un alto contenido nutricional, que son un producto ideal para personas con intolerancia a la lactosa, veganos y en general para personas que busquen opciones de alimentos sanos (Remache, 2022, p.12).

Galletas: Son productos considerados como un postre que incluyen la adición de varios ingredientes para darles un toque llamativo. Quinoa Fit ofrece una línea de productos enfocada a mantener el equilibrio entre las principales comidas con el fin de mejorar el metabolismo y controlar el apetito de manera saludable (Remache, 2022, p.12).

#### **2.2.4. Harinas**

La harina es un producto que se obtiene de cereales, pseudocereales, legumbres u otros alimentos, a través de un proceso de molienda que consiste en la ruptura y reducción del núcleo de las semillas, obteniéndose entre cada fase del proceso partículas de diferentes tamaños que son cribadas y a continuación la harina resultante es purificada (Amancha, 2020, p.5).



**Ilustración 2-3:** Diagrama de flujo de la producción de harinas

**Fuente:** Jaramillo, 2015, p.52

#### 2.2.4.1. Tipos de harinas

- *Harinas convencionales*

Las harinas convencionales son obtenidas de la molienda y tamizado de cereales, principalmente la harina de trigo dentro de la industria alimenticia es la base de muchos productos horneados. La presencia del gluten, proteína que representa el 80% del trigo, está compuesta por gliadina y glutenina, que son los responsables de la capacidad de aglutinarse, lo que permite la fermentación y consistencia elástica de la masa (Llumiquinga, 2022, p. 5).

- *Harinas no convencionales*

Las harinas no convencionales se obtienen de materias primas novedosas provenientes de fuentes animales o vegetales que se utilizan en la elaboración de productos alimenticios, sustituyendo de manera parcial o total las cantidades de harina de trigo como los productos sin gluten. El uso de harinas no convencionales es un método alternativo para enriquecer o mejorar la calidad nutricional y funcional de los alimentos (Llumiquinga, 2022, p. 7-8).

**Harina de quinua:** La quinua por su composición de proteínas de alto valor biológico, carbohidratos de bajo índice glucémico y característica de fácil digestión, se considera como un superalimento. La harina de quinua es un producto obtenido de la quinua procesada, que ha sido sometida a un proceso de trituración y molienda. Debido a su calidad nutricional, presenta un mayor contenido proteico que las harinas convencionales, sin embargo, durante su proceso de refinamiento se debe tener en cuenta que puede perderse beneficios nutricionales, como el omega 3 que se vuelve más susceptible a la oxidación. En general, la inclusión de los compuestos bioactivos de la harina de quinua en la formulación de nuevos artículos alimenticios mejora y aumenta el valor nutricional de muchos productos (Amancha, 2020, p.10).

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3042, indica que la harina de quinua debe cumplir con requisitos específicos para ser consideradas apta para el consumo humano.

**Tabla 2-3:** Requisitos de la harina de quinua

Requisitos específicos	Descripción
<b>Aspecto</b>	Exenta de toda sustancia o cuerpo extraña a su naturaleza.
<b>Color</b>	Blanco, blanco cremoso, blanco amarillento de acuerdo con la variedad de quinua utilizada.
<b>Olor y sabor</b>	Libre de sabores y olores extraños.
<b>Consistencia</b>	Polvo bien homogéneo con ausencia de aglomeraciones o grumos, considerando la compactación natural del envasado.

Fuente: NTE INEN 3042, 2015, p.2

Realizado por: Tarco W., 2023

**Harina de maíz:** El maíz es un grano que aporta almidones, proteínas, fibra, minerales y se utiliza para la producción de variedad de artículos. Las harinas del grano entero de maíz y de fracciones molidas refinadas, presentan ácidos grasos poliinsaturados (ácido linoleico) y ácidos grasos monoinsaturados (ácido oleico) que ayudan a disminuir el colesterol (Llumiquinga, 2022, p.7). A partir de la harina se puede elaborar productos rebozados, horneados de panadería, fritos, bebidas y papillas; sin embargo, la harina que se obtiene de este cereal por sí sola no es panificable porque

sus proteínas son muy diferentes a las del trigo en el comportamiento reológico y no pueden formar el coloide viscoelástico característico de las proteínas del trigo (gluten).

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2051, indica que el maíz molido y los demás derivados de la molienda del maíz deben cumplir con requisitos específicos para ser apropiados para el consumo humano.

**Tabla 2-4:** Requisitos del maíz molido y productos derivados del maíz molido

Requisitos específicos	Descripción
<b>Aspecto</b>	Libres de suciedad (impurezas de origen animal, incluidos insectos muertos), en cantidades que pueden representar un peligro para la salud humana.
<b>Olor y sabor</b>	Exentas de olores y sabores extraños y de insectos vivos.

Fuente: NTE INEN 2051, 2013, p. 2

Realizado por: Tarco W., 2023

### 2.2.5. *Pastas alimenticias*

Según Norma Técnica Ecuatoriana - INEN 1375, las pastas alimenticias o fideos son productos no fermentados sometidos a un proceso de laminación y/o extrusión y una posterior desecación de harinas de trigo o sémolas, obtenidas por la mezcla con agua potable, con o sin la adición de sustancias colorantes y de otros productos alimenticios de uso permitido para esta clase de productos (NTE INEN 1375, 2014, p.2).



**Ilustración 2-4:** Pastas alimenticias

Fuente: Fields, 2013

### *2.2.5.1. Tipos de pastas alimenticias*

El Servicio Ecuatoriano de Normalización, en su segunda revisión 2014-12. NTE INEN 1375 clasifica a las pastas alimenticias de acuerdo con:

Las pastas se pueden clasificar según su forma:

- Pastas alimenticias o fideos largos
- Pastas alimenticias o fideos cortos
- Pastas alimenticias o fideos enroscados
- Pastas rellenas
- Pastas en laminas

Las pastas se pueden clasificar según su composición:

- Pastas alimenticias o fideos de sémola de trigo duro.
- Pastas alimenticias o fideos de harina de trigo.
- Pastas alimenticias o fideos de la mezcla de sémola de trigo duro y harina de trigo.
- Pastas alimenticias o fideos de sémola integral de trigo duro o harina integral de trigo.
- Pastas alimenticias o fideos compuestos.

### *2.2.5.2. Elaboración de la pasta alimenticia*

Las pastas alimenticias o fideos secos son un producto que se obtiene a partir de materias primas como la harina, sémola, agua, huevos, entre otros ingredientes. La mezcla se amasa de forma manual o mecánica hasta formar una masa homogénea que se extiende en láminas y se corta en distintas formas de fideos, como spaghetti, macarrones o tagliatelle. A continuación, la pasta se somete a un proceso de secado, que puede ser al aire libre o en un túnel de secado que permite personalizar la curva de secado y alcanzar el máximo rendimiento mecánico, y posteriormente se envasan para su comercialización. Aunque existen muchas variedades de pastas y fideos, el proceso básico de elaboración es similar en la mayoría de los casos. Además, existen protocolos de calidad que buscan garantizar que los elaboradores de pastas alimenticias obtengan un producto de calidad diferenciada.

### *2.2.5.3. Valor nutricional de la pasta alimenticia*

Las pastas alimenticias son fuentes de calorías y energía, aportan carbohidratos que ayudan al organismo a utilizar de manera eficiente las vitaminas, minerales, aminoácidos y otros nutrientes

esenciales. Las pastas tradicionales elaboradas con harina de trigo duro o sémola contienen un alto contenido de carbohidratos complejos e incluyen como principal proteína la gliadina y la glutenina que al hidratarse forman el gluten que confiere las propiedades de elasticidad y viscosidad a la masa; sin embargo, su consumo está contraindicado en personas celiacas o intolerantes a gluten (Satán, 2022, p. 15).

En el caso de las pastas integrales, son una alternativa saludable a las pastas convencionales. La comida integral tiene un índice glucémico más bajo y son una buena fuente de fibra, que es importante para la salud del sistema digestivo y ayuda a mantener un nivel adecuado de colesterol en sangre. Además, las pastas pueden ser fortificadas con nutrientes adicionales para mejorar su valor nutricional, generalmente están enriquecidas con vitaminas del complejo B, hierro y ácido fólico que ayuda a prevenir anomalías congénitas de nacimiento (Lehman, 2022). Se debe tener cuenta que la composición química y energética de las pastas varía según el tipo de pasta y los ingredientes utilizados en los acompañamientos.

**Tabla 2-5:** Aporte nutricional en 100g de pasta alimenticia simple

<b>Componentes</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Energía</b>	Kcal	375
<b>Proteínas</b>	G	12
<b>Lípidos totales</b>	G	1,80
<b>Fibra</b>	G	4
<b>Agua</b>	G	6,40
<b>Calcio</b>	Mg	25
<b>Hierro</b>	Mg	1,60
<b>Sodio</b>	Mg	11
<b>Potasio</b>	mg	230
<b>Fósforo</b>	mg	180

Fuente: Delgado, 2020, p.9

Realizado por: Tarco W., 2023

### **2.2.6. Polenta**

La polenta es un alimento de origen italiano que se elabora generalmente con harina de maíz amarillo o blanco hervida en agua o leche hasta formar una masa espesa, que se puede consumir tanto caliente como fría. Esta comida se remonta a los antiguos griegos y romanos, quienes denominaban a la polenta como pullmentum o puls, una especie de potaje realizado a base de harina de centeno o mijo; sin embargo, la harina de maíz se convirtió en el ingrediente principal de la polenta, debido a que el maíz era un cereal muy barato y abundante en Italia. De hecho, se

convirtió en el sustento principal de las familias humildes de las regiones norteañas de Italia y en el Ticino suizo (Fuchs, 2021).

Con el tiempo, la fama de la polenta se fue extendiendo y se convirtió en un alimento popular en muchos países del este de Europa, especialmente en Italia, donde es un plato emblemático de la cocina regional. Hoy en día, la polenta se ha convertido en un plato gourmet que se puede preparar de diferentes maneras, desde una masa suave y cremosa hasta una preparación más firme y sólida que se puede cortar en rodajas o rebanadas. Es un plato muy versátil que se adapta a cualquier ocasión y se puede servir como plato principal o como guarnición con una amplia variedad de sabores y acompañamientos (Urbina, 2013, p.19).



**Ilustración 2-5:** Polenta tradicional

Fuente: Monyakova, 2020

#### *2.2.6.1. Tipos de polenta*

Existen varios tipos de polenta que se elaboran con distintas harinas, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

- Polenta tradicional o gialla: se elabora con harina de maíz amarillo y es la versión tradicional y más conocida en Italia.
- Polenta instantánea: está hecha de harina de maíz precocida y se puede preparar en solo unos pocos minutos. Solo se necesita agregar agua caliente o leche y cocinar por unos minutos.
- Polenta blanca o bianca: se prepara con harina de maíz blanca o harina de castaña. La textura es más suave y la polenta resultante es de color blanco cremoso.
- Polenta taragna u oscura: es una variedad típica del norte de Italia y se hace con harina de maíz y harina de alforfón, que le da un sabor más fuerte y una textura más densa.
- Polenta frita: se corta la polenta en cuadrados o triángulos y se fríen en aceite hasta que estén dorados y crujientes. Se sirven como aperitivo o como acompañamiento de varios platos (Fuchs, 2021).

### 2.2.6.2. Elaboración de la polenta

La elaboración de la polenta tradicional comienza por hervir agua con sal hasta el punto de ebullición, y posterior ir añadiendo la harina de maíz o polenta instantánea en forma de lluvia. La masa resultante se sigue cocinando a fuego lento y removiendo continuamente para evitar grumos hasta que la mezcla alcance una textura densa y uniforme. La polenta se puede servir caliente como guarnición o acompañamiento de otros platos, o fría y sólida para luego ser frita o asada. Este es un alimento versátil y fácil de elaborar, que se puede personalizar con la adición diferentes ingredientes como la mantequilla, setas, queso o hierbas aromáticas.

### 2.2.6.3. Valor nutricional de la polenta

La polenta es un alimento rico en carbohidratos, vitamina A, vitamina E y vitaminas del complejo B, así como en minerales como hierro, calcio y potasio. Además, aporta fibra, es bajo en grasas y es una buena opción para mantener la saciedad y controlar el apetito. La harina de maíz utilizada para hacer polenta no contiene gluten, lo que la hace apta para personas con intolerancia al gluten. La calidad del valor nutricional puede variar por la forma de preparación de la polenta, los ingredientes añadidos al plato y las porciones que se consuman (Fuchs, 2021).

**Tabla 2-6:** Aporte nutricional en 100g de polenta

Componentes	Unidad	Cantidad
Energía	kcal	64
Carbohidratos	g	13,60
Proteínas	g	1,60
Lípidos totales	g	1
Fibra	g	0,80
Calcio	mg	3
Hierro	mg	0,50
Sodio	mg	2
Potasio	mg	36

Fuente: Begum, 2021.

Realizado por: Tarco W., 2023

### 2.2.7. Aditivos

Los aditivos alimentarios son sustancias que se agregan en cualquier etapa del proceso de elaboración de un alimento para mejorar o mantener sus características, como inocuidad, frescura, sabor, textura o apariencia. Generalmente los aditivos alimentarios son seguros para el consumo humano; sin embargo, algunos aditivos pueden causar reacciones alérgicas, por lo cual las

agencias gubernamentales evalúan su seguridad y establece especificaciones para los aditivos alimentarios y recomienda la ingesta diaria admisible (FAO, 2018).

### 2.2.7.1. Goma xantana

La goma xantana (GX) o E415 se descubrió en 1960 y fue aprobada por la FDA para aplicaciones en productos alimenticios y farmacéuticos en 1968, es un polisacárido que se obtiene de la fermentación de carbohidratos con cepas de *Xanthomonas campestris*, bacteria patógena típica de las plantas crucíferas. La goma xantana se caracteriza por ser un sólido de color blanquecino, soluble tanto en agua fría como caliente, da como resultado una dispersión acuosa tixotrópica. Las propiedades funcionales de esta goma la convierten en un ingrediente ampliamente utilizado en formulaciones de alimentos con sustitución parcial o total de gluten.

En la industria alimentaria es un aditivo que se emplea como espesante, estabilizador y emulsionante que mejora la textura, la consistencia y vida útil de productos horneados, lácteos, sopas, salsas, aderezos y confitería, permitiendo a mejora de la calidad, textura, sabor y vida útil de los alimentos.

**Tabla 2-7:** Aplicaciones de la Goma Xantana en la industria alimentaria

Productos	Función
Panificación y pastelería	Aumenta la retención de agua durante el horneado y previene el endurecimiento Contribuye a la suavidad, mayor resistencia de la miga, menos desmoronamiento y retención de aire. Inhibe la retrogradación, extendiendo así su vida de anaquel.
Bebidas	Mejora la consistencia y textura de las bebidas y jugos. Ayuda a mantener la suspensión de partículas dándole una distribución uniforme en bebidas con pulpa. Contribuye a una sensación bucal placentera.
Lácteos	Las mezclas de goma xantana con goma guar, goma garrofín o ambas, pueden ser un estabilizante efectivo para helados, sorbetes y leches malteadas. Reduce la sinéresis y la formación de cristales de hielo en helados
Aderezos y salsas	En los aderezos para ensalada vertibles, (sola o en combinación con propileno glicol alginato o pectina) imparte una sensación bucal limpia. Evita que los aceites se separen, manteniendo la suspensión las partículas y especias mientras está en el frasco.
Jarabes, coberturas, y condimentos	Tienen una consistencia y propiedades de flujo excelentes y debido a su elevada viscosidad, dan apariencia densa y apetitosa a alimentos cocidos.

**Fuente:** León, 2022, p. 19

**Realizado por:** Tarco W., 2023

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Descripción de los procesos

##### 3.1.1. Materias primas

En esta investigación se utilizó harina de quinua marca SIERRA ORGANICS y harina de maíz precocida marca comercial PAN, cuyas características nutricionales se detallan a continuación.

##### 3.1.1.1. Harina de quinua

**Tabla 3-1:** Composición nutricional de la harina de quinua

<b>Información Nutricional</b>		
Tamaño por porción: 30g		Energía (calorías): 120kcal
<b>Nutriente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Grasa total	g	2
Colesterol	mg	0
Sodio	mg	5
Carbohidratos totales	g	20
Fibra dietética	g	1
Azúcares	g	3
Proteína	g	5

**Realizado por:** Tarco W., 2023

##### 3.1.1.2. Harina de maíz

**Tabla 3-2:** Composición nutricional de la harina de maíz

<b>Información Nutricional</b>		
Tamaño por porción: 30g		Energía (calorías): 110kcal
<b>Nutriente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Grasa total	g	0
Colesterol	mg	0
Sodio	mg	0
Carbohidratos totales	g	23
Fibra dietética	g	2
Proteína	g	2

**Realizado por:** Tarco, Wendy, 2022

### 3.1.2. Formulación para la elaboración de pasta alimenticia y polenta

Con el propósito de experimentar la posibilidad de utilizar la harina de quinua y harina de maíz en la elaboración de pasta larga y polenta, se realizó tres formulaciones de mezclas de harina, en la Tabla 3-3 se puede observar los porcentajes para la harina de quinua y harina de maíz a emplearse en la receta, para seleccionar de manera coherente la formulación más adecuada que presente las mejores propiedades de cocción, características organolépticas y aporte un mayor nivel nutricional.

**Tabla 3-3:** Formulación de pasta y polenta a base de harina de quinua y harina de maíz

Formulación	Harina de quinua (%)	Harina de maíz (%)
F1	60	40
F2	70	30
F3	80	20

Realizado por: Tarco W., 2023

### 3.1.3. Descripción del proceso de elaboración de la pasta alimenticia

Para la elaboración de la pasta alimenticia tipo fettuccine, en la Tabla 3-4 se presenta la información detallada de todos los ingredientes a utilizar para cada formulación, mismas que se encuentran establecidas para un total de 500 gramos de masa.

**Tabla 3-4:** Cálculo de los ingredientes para las tres formulaciones de pasta alimenticia

Ingredientes	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Harina de quinua (g)	210	245	280
Harina de maíz (g)	140	105	70
Huevos (g)	115	115	115
Aceite de oliva (g)	9	9	9
Sal (g)	2	2	2
Albaca (g)	0,50	0,50	0,50
Pimienta (g)	0,50	0,50	0,5
Goma xantana (g)	4	4	4
Agua (g)	19	19	19

Realizado por: Tarco W., 2023

#### 3.1.3.1. Recepción de materia prima

Las materias primas seleccionadas fueron: harina de quinua orgánica marca SIERRA ORGANICS, harina de maíz precocida elaborado por PAN y agua embotellada.

#### *3.1.3.2. Pesado*

En esta etapa se pesó en una balanza digital Kitchen scale ML-01 las materias primas e insumos, correspondientes para las formulaciones HQ60:40HM, HQ70:30HM y HQ80:20HM.

#### *3.1.3.3. Mezclado*

Una vez pesadas las materias primas, se procedió a mezclar la cantidad determinada de harina, para lo cual, en un recipiente se fue incorporando los ingredientes hasta que se forme una sola mezcla homogénea y compacta.

#### *3.1.3.4. Amasado*

Se aplicó un amasado manual durante 15 minutos hasta formar una masa homogénea, suave, lisa y sin asperezas, evitando que al ser moldeada presente estrías, resquebrajaduras e irregularidades.

#### *3.1.3.5. Reposo*

Las masas de los diferentes tratamientos reposaron durante 1 hora a temperatura ambiente, con la finalidad de que la masa sea homogénea y fácilmente moldeable.

#### *3.1.3.6. Laminado*

El proceso de laminado se realizó manualmente con un rodillo, este proceso consiste en pasar y enrollar la masa varias veces hasta extenderla en su totalidad.

#### *3.1.3.7. Cortado*

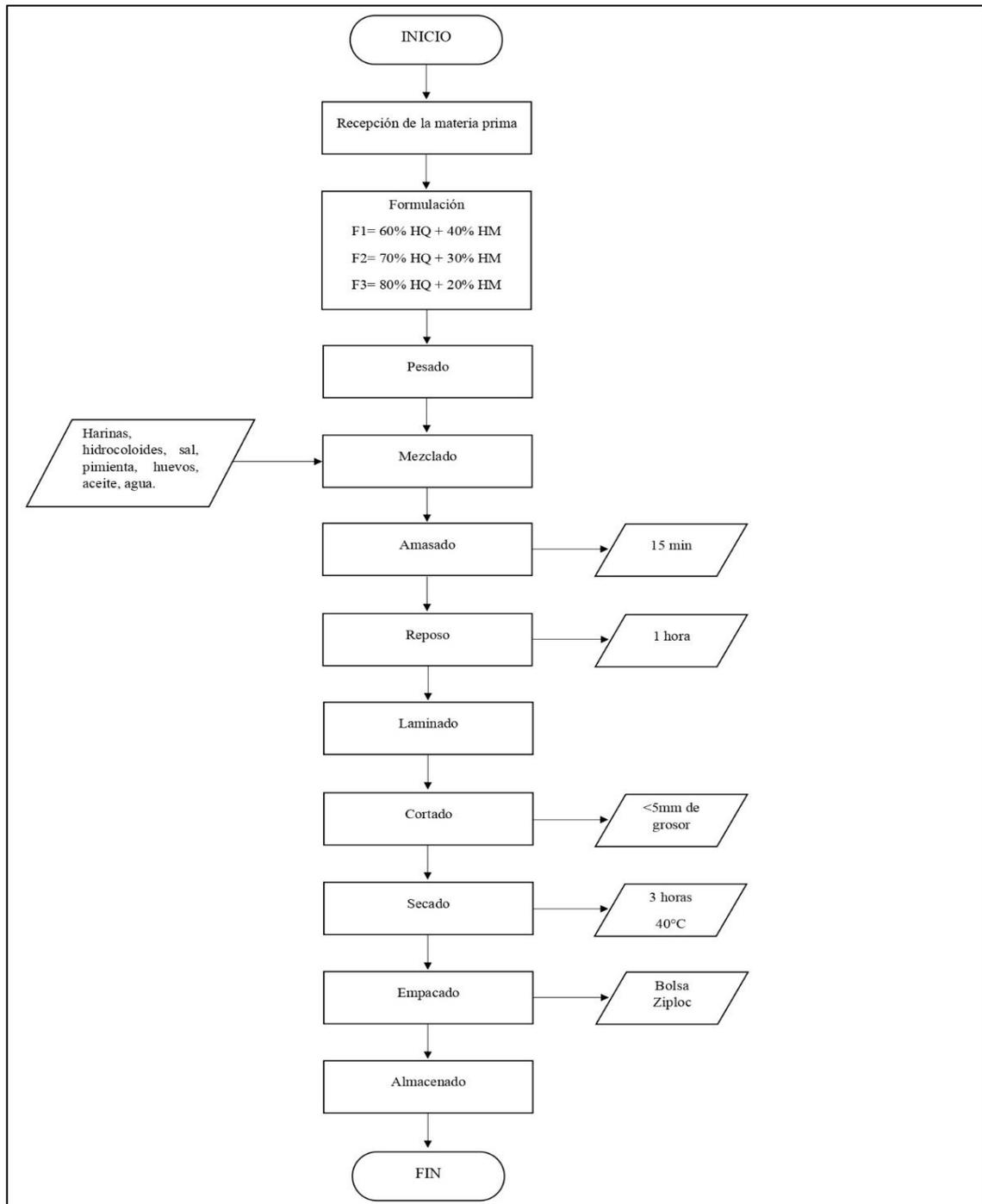
Al tener la masa con un grosor <5mm se cortó dando forma de pasta larga tipo fettuccine.

#### *3.1.3.8. Secado*

Las pastas cortadas se colocaron en bandejas y se secó en un horno o estufa a 40°C durante el lapso de 3-4 horas.

### 3.1.3.9. Empacado y almacenado

La pasta se empacó en bolsas Ziploc con cierre hermético, se sellaron para evitar el ingreso de humedad del ambiente. Se almacenó en un lugar fresco y seco a temperatura ambiente (22°C) evitando apilar una sobre otra para que ésta no provoque rompimiento de las pastas.



**Ilustración 3-1:** Diagrama de elaboración de pasta alimenticia con harina de quinua y maíz

Realizado por: Tarco W., 2023

### 3.1.4. Descripción del proceso de elaboración de la polenta

Para la elaboración de la polenta, en la tabla 3-5 se presenta la información detallada de todos los ingredientes a utilizar para cada formulación, mismas que se encuentran establecidas para un total de 868 gramos del producto.

**Tabla 3-5:** Cálculo de los ingredientes para las tres formulaciones de polenta

Ingredientes	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Harina de quinua (g)	150	175	200
Harina de maíz (g)	100	75	50
Azúcar (g)	100	100	100
Mantequilla (g)	10	10	10
Vainilla, extracto (g)	5	5	5
Canela, polvo (g)	3	3	3
Agua (g)	500	500	500

Realizado por: Tarco W., 2023

#### 3.1.4.1. Recepción de la materia prima

Recepción de la harina de quinua, harina de maíz y los diferentes ingredientes para la elaboración de la polenta.

#### 3.1.4.2. Tamizado

Esta operación se realizó con el fin de reducir la mayor cantidad de partículas que pueden contener las harinas.

#### 3.1.4.3. Pesado

Se realizó el pesaje de las diferentes materias primas a emplearse en cada una de las formulaciones.

#### 3.1.4.4. Cocción

En una olla, hervir agua y azúcar. Añadir gradualmente la mezcla de harina de quinua y maíz, removiendo constantemente, por unos 30-40 minutos, hasta que la polenta este espesa y suave. Después incorporar la mantequilla, la esencia de vainilla y canela en polvo.

#### *3.1.4.5. Enfriado*

Al obtener una polenta firme verter en una bandeja para hornear y dejar enfriar a temperatura ambiente.

### **3.2. Materiales, reactivos y equipos**

#### *3.2.1. Materia prima e ingredientes*

- Harina de quinua
- Harina de maíz
- Huevos
- Sal
- Pimienta negra
- Aceite de oliva
- Mantequilla
- Albahaca
- Goma xantana
- Azúcar
- Extracto de vainilla
- Canela molida

#### *3.2.2. Materiales*

- Bandejas
- Cucharas plásticas
- Recipientes plásticos
- Recipientes de vidrio
- Rodillo
- Fundas Ziploc
- Papel aluminio
- Algodón
- Balón de aforo
- Bureta
- Botellas de vidrio

- Capsulas de porcelana y pistilo
- Crisoles
- Cofia
- Baja lenguas
- Dedal Soxhlet
- Desecador
- Espátula
- Guantes
- Gradilla
- Mascarilla
- Mandil
- Matraz Erlenmeyer
- Papel filtro
- Pera de succión
- Pinza metálica
- Pipeta graduada
- Pipeta volumétrica
- Pipetas automáticas
- Probeta
- Refrigerante
- Tubo Falcon
- Tubos de ensayo
- Placas Petri
- Vasos de precipitación

### **3.2.3. Equipos**

- Balanza analítica
- Campana de flujo laminar
- Estufa
- Equipo de Soxhlet
- Equipo de Kjeldahl
- Incubadora
- Mufla
- Reverbero

#### **3.2.4. Reactivos**

- Agua destilada
- Etanol al 90%
- Éter de petróleo
- Éter anhídrido
- Fenolftaleína
- Hidróxido de potasio
- Hidróxido de sodio
- Ácido sulfúrico
- Ácido bórico
- Ácido clorhídrico
- Sulfato de sodio
- Sulfato de cobre
- Indicador mixto

#### **3.2.5. Medios de cultivo**

- Peptona 0,1%
- Caldo tetrionato bilis verde brillante
- Agar Saboraud y tetraciclina
- Agar bilis rojo violeta
- Agar BP
- Petrifilm Placa de recuento para Mohos y levaduras
- MicroFast Placa de recuento para *Staphylococcus aureus*
- MicroFast Placa de recuento para Coliformes y *E. coli*
- MicroFast Placa de recuento para Aerobios mesófilos

### **3.3. Normas**

#### **3.3.1. Normas NTE INEN**

En el Ecuador las NTE INEN son normativas técnicas que evalúan la conformidad de productos, servicios y procesos. Estas normas abarcan una amplia gama de industrias y actividades que tienen por objeto garantizar que las empresas que operan en el país cumplan con los requisitos mínimos de calidad y seguridad, contribuyendo al mejoramiento continuo, incremento de su

competitividad a nivel nacional e internacional, además de velar por la seguridad y salud del consumidor (MME, 2021).

#### *3.3.1.1. Norma NTE INEN 1375 – Pastas alimenticias o fideos secos*

La norma establece los ingredientes, características fisicoquímicas, límites de contenido microbiológico y requisitos de envasado y almacenado que deben cumplir las pastas alimenticias o fideos secos destinados al consumo humano:

- NTE INEN 521. Harinas de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable.
- NTE INEN 1529-10. Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad.
- NTE INEN 1529-15. Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección.
- NTE INEN 1529-14. Control microbiológico de los alimentos. *Staphylococcus aureus*. Recuento en placa de siembra por extensión en superficie.

#### *3.3.1.2. NTE INEN 3042 – Harina de quinua*

La norma insta los requisitos específicos para la harina de quinua, como el contenido de humedad, cenizas, proteínas, grasas y fibra cruda, así como los requisitos microbiológicos que debe cumplir.

#### *3.3.1.3. NTE INEN 1737 – Harina de maíz precocida*

La norma establece los requisitos y los ensayos de conformidad para la harina de maíz precocida destinado a ser utilizado como materia prima o ingrediente en la elaboración de productos alimentarios como la polenta:

- NTE INEN 518. Harinas de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento.
- NTE INEN 520. Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza.
- NTE INEN 523. Harinas de origen vegetal. Determinación de grasa.
- Norma técnica NTE INEN 152-8 Determinación de *Coliformes fecales* y *Escherichia coli*.
- NTE INEN 1529-10. Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad.
- NTE INEN 1529-15. Control microbiológico de los alimentos. *Salmonella*. Método de detección.

- Norma técnica NTE INEN 1529-5. Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos.

### **3.4. Enfoque de la investigación**

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo descriptivo, debido a que se realizaron formulaciones experimentales en las que se manipularon variables (concentraciones de harina de quinua y harina de maíz) con el fin de determinar la formulación más adecuada del producto alimenticio, y posterior realizar la medición de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos que sirvieron para recopilar datos y representarlos en tablas y gráficos.

### **3.5. Alcance de la investigación**

Como resultado de la investigación se establece el etiquetado nutricional y semafórico en base al análisis bromatológico de la pasta y polenta, ambos productos libres de gluten que son una alternativa de consumo para personas con intolerancia al gluten o celiaquía.

### **3.6. Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación fue de tipo experimental, debido a que se manipularon variables experimentales, es decir que, a partir de diferentes porcentajes de harina de quinua, harina de maíz y ciertos ingredientes se determinó la composición óptima para la elaboración de los productos alimenticios. Posteriormente, se realizó pruebas fisicoquímico y microbiológicas para determinar que los alimentos cumplan con los requisitos establecidos en las normas NTE INEN.

### **3.7. Tipo de investigación**

La investigación fue de nivel exploratorio, porque para la elaboración de los productos alimenticios se realizaron análisis de laboratorio, sustentados en conceptos teóricos a fin de determinar la formulación más adecuada que cumpla con las especificaciones de calidad.

### **3.8. Población de estudio**

La población objeto de estudio fue la harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) y la harina de maíz (*Zea mays*) utilizadas como materia prima para la elaboración de los productos alimenticios, tomando en cuenta los siguientes criterios:

**Criterios de inclusión:**

Las harinas que se encuentren en buen estado, identificando sus características organolépticas.

**Criterios de exclusión:**

Aquellas harinas que presente mohos, mal olor y/o contaminantes.

**3.9. Selección y cálculo del tamaño de la muestra**

Para el análisis bromatológico y microbiológico de la pasta alimenticia y polenta, se seleccionó como muestra 100 g de la mejor formulación acorde a las propiedades de cocción, en la que se utilizó harina de quinua (aprox. 1300 g) y harina de maíz (aprox. 550 g).

**3.10. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación empleada*****3.10.1. Diseño experimental y tratamiento***

Para el desarrollo de la investigación se realizaron tres formulaciones que contemplan diferentes porcentajes de harina de quinua (60, 70 y 80%) y harina de maíz precocida (40, 30 y 20%) para la elaboración de pasta alimenticia y polenta; en este aspecto se ha desarrollado la primera formulación considerada como F1, con 60% de harina de quinua y el 40% de harina de maíz. La formulación F2 tiene el 70% de harina de quinua y el 30% de harina de maíz. Y mientras que la formulación F3 tiene el 80% de harina de quinua y el 20% de harina de maíz.

Para esto, se evaluó las propiedades funcionales de las formulaciones, por lo tanto, no se hace ninguna distinción, pero estas van a ser sometidas a procesos de evaluación de diseño experimental para determinar cuál de las 3 formulaciones es la mejor. En la evaluación de la polenta los factores a considerar incluyeron las distintas proporciones de ingredientes (concentraciones de harina), el método de cocción y tiempo de cocción. Para la evaluación de la pasta los parámetros a considerarse según la metodología descrita por Schoenlechner et al., 2010 incluyen tiempo de cocción, pérdidas por cocción y peso de cocción o capacidad de hinchamiento, para determinar las propiedades funcionales de la pasta cocida.

***3.10.1.1. Tiempo de cocción***

En un vaso de precipitación de 500 mL se añadió 300 mL de agua destilada, se calentó hasta ebullición. Se colocó 25 g de la pasta sin detener el calentamiento. Cada minuto se sacó una

porción del fideo y se presiona entre dos placas porta objetos. En el momento en el que dejaba de verse un núcleo blanco fue cuando se alcanzó el tiempo de cocción.

### 3.10.1.2. Pérdida por cocción

Durante la cocción de la pasta, una fracción se disolvió en el agua. La pérdida de cocción se determinó decantando el agua restante de la cocción de los fideos en un vaso de precipitación y se evaporó hasta obtener un residuo sólido.

$$Pc(\%) = \frac{(P_2 - P_1)}{P_m} \times 100$$

**Ecuación 3-1**

#### **Donde:**

$P_c$  = pérdidas por cocción.

$P_1$  = peso del vaso vacío, en gramos.

$P_2$  = peso del vaso con el residuo sólido, en gramos

$P_m$  = peso de la muestra inicial, en gramos.

### 3.10.1.3. Peso de cocción

El aumento del peso de los fideos tras someter a cocción indica la cantidad de agua absorbida. La pasta cocida a temperatura ambiente se filtró durante 30 segundos y se obtuvo la diferencia entre la pasta antes y después de la cocción.

## 3.10.2. Análisis bromatológico

### 3.10.2.1. Determinación de humedad

La Norma Técnica Ecuatoriana INEN 518 establece la técnica para la determinación de humedad (contenido de agua en un producto alimentario) en harinas de origen vegetal mediante el método de pérdida de peso por calentamiento.

Procedimiento:

- En la estufa a  $130 \pm 3^\circ\text{C}$  durante 30 minutos tarar las cápsulas. Enfriar en el desecador y luego pesar.
- Pesar 5 g de muestra, transferirla a la cápsula previamente tarada y distribuirla uniformemente.

- Llevar la muestra con la cápsula a la estufa a temperatura de  $130 \pm 3^\circ\text{C}$  por una hora.
- Retirar de la estufa la cápsula con la muestra con ayuda de las pinzas y enfriar en el desecador durante 30 minutos.
- Repetir las operaciones de calentamiento, enfriamiento y pesaje, hasta que la diferencia de la masa entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda los 0,1 mg.

La humedad del producto expresada en porcentaje es igual a:

$$\% \text{Humedad} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

**Ecuación 3-2**

**Donde:**

% Humedad= contenido de humedad en porcentaje de masa.

$m_1$ =masa de la cápsula vacía, en gramos.

$m_2$ =masa de la cápsula con la muestra antes del secado, en gramos.

$m_3$ =masa de la cápsula con la muestra desecada, en gramos.

*3.10.2.2. Determinación de cenizas*

La Norma Técnica Ecuatoriana INEN 520 para determinar el contenido de cenizas en las harinas de origen vegetal establece el método para establecer el contenido de residuo orgánico producto de la incineración de la muestra.

Procedimiento:

- Calentar el crisol en la mufla a  $550 \pm 15^\circ\text{C}$  durante 30 minutos. Enfriar en el desecador y pesar, repetir el proceso hasta peso constante.
- Pesar 5 g de muestra y transferirla al crisol previamente tarado.
- Incinerar la muestra en un reverbero para evitar pérdidas del material.
- Colocar en la mufla el crisol con la muestra a la temperatura de  $550 \pm 15^\circ\text{C}$  durante 12 horas, hasta obtener cenizas de color blanco o grisáceo.
- Sacar de la mufla el crisol con la muestra, con ayuda de las pinzas y dejar enfriar en el desecador durante 1 hora.
- Repetir la incineración por lapsos de 30 minutos, enfriando y pesando nuevamente hasta que no exista disminución en la masa.

La ceniza del producto expresada en porcentaje es igual a:

$$\%Ceniza = \frac{100(m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)} \times 100$$

Ecuación 3-3

**Donde:**

%Ceniza = Contenido de cenizas en porcentaje de masa.

$m_1$  = Masa del crisol vacío, en gramos.

$m_2$  = Masa del crisol con la muestra seca, en gramos.

$m_3$  = Masa del crisol con la muestra incinerada, en gramos.

H = Porcentaje de humedad en la muestra.

*3.10.2.3. Determinación de grasa o extracto etéreo*

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 523 establece el método para la determinación de grasa o extracto etéreo en harinas de origen vegetal mediante el uso de solventes para la extracción de materiales solubles de un comestible.

**Procedimiento:**

- Lavar el balón del aparato de Soxhlet y dejarlo secar en la estufa a una temperatura de  $100 \pm 5^\circ\text{C}$ , por 1 hora, luego transferir al desecador durante 30 minutos hasta que se enfríe.
- Pesar 2 gramos de muestra y colocarlo en el papel filtro y sellarlo completamente, posterior se coloca en el dedal de Soxhlet y se tapa con algodón.
- Agregar 50 mL de éter de petróleo en el balón tarado y colocar el condensador con las mangueras sobre la cámara de sifonación.
- Encender el reverbero y controlar la entrada y salida de agua; posterior, extraer durante cuatro horas, si la velocidad de condensación es de 5 a 6 gotas por segundo o durante 16 horas si la velocidad es de 2 a 3 gotas por segundo.
- Al terminar la extracción se recupera el disolvente mediante destilación.
- Pesar el balón que contiene la grasa.
- Colocar el balón que tiene la grasa en la estufa durante 30 minutos a una temperatura de  $100 \pm 5^\circ\text{C}$  y luego enfriar en el desecador y pesar.
- Repetir el calentamiento por lapsos de 30 minutos, enfriando y pesando hasta que no exista diferencia entre los resultados obtenidos, y no exceda los 0,2mg.

La grasa del producto expresada en porcentaje es igual a:

$$\%Grasa = \frac{(m_2 - m_1)}{m(100 - H)} \times 100$$

Ecuación 3-4

**Donde:**

% Grasa = Contenido de grasa en porcentaje de masa.

m = Masa de la muestra, en gramos.

m<sub>1</sub> = Masa del balón vacío, en gramos.

m<sub>2</sub> = Masa del balón contenida la grasa, en gramos.

H = Porcentaje de humedad

*3.10.2.4. Determinación de fibra*

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 522 establece el método para determinar el contenido de fibra cruda de una muestra libre de humedad y grasa que se digiere por medio del uso de una solución ácida y luego una solución alcalina; los restos orgánicos son recogidos y calcinados, dicha pérdida de peso presenta la cantidad de fibra cruda.

Procedimiento:

- Pesar 2 g de muestra seca y desengrasada, y colocar en vaso de precipitación.
- Añadir 250 mL de ácido sulfúrico 0,128M. Calentar hasta ebullición la muestra y conservarla por 30 minutos.
- Dejar enfriar y filtrar al vacío a través del papel filtro.
- Lavar el residuo con 250 mL de agua destilada que este caliente.
- Trasvasar el residuo a un vaso de precipitación y adicionar la solución de hidróxido de sodio al 1,25%.
- Colocar en un reverbero y calentar hasta ebullición por 30 minutos, contado a partir desde que empieza a hervir.
- Enfriar y filtrar sobre el crisol conteniendo una capa de lana de vidrio previamente tarado.
- Lavar el residuo con 250 mL de agua destilada que este caliente y posterior lavar con 15 mL de hexano o etanol.
- Colocar el crisol Gooch y su contenido en la estufa a temperatura de  $130 \pm 2^\circ\text{C}$  durante dos horas, luego enfriar en el desecador y pesar.
- Colocar el crisol en la mufla a una temperatura de  $500 \pm 5^\circ\text{C}$  por 30 minutos, enfriar en el desecador y pesar.

La fibra del producto expresada en porcentaje es igual a:

$$\%Fibra = \frac{(m_1 - m_2) - (m_3 - m_4)}{m} \times 100$$

Ecuación 3-5

**Donde:**

% Fibra= Contenido de fibra en porcentaje de masa.

m = Masa de la muestra seca y desengrasada, en gramos.

m<sub>1</sub> = Masa del crisol conteniendo asbesto y fibra seca, en gramos.

m<sub>2</sub> = Masa del crisol asbesto después de la incineración, en gramos.

m<sub>3</sub> = Masa del crisol del ensayo en blanco contenido asbestos, en gramos.

m<sub>4</sub> = Masa del crisol del ensayo después de ser incinerado, en gramos.

### 3.10.2.5. Determinación de proteína

La cuantificación de proteínas por el Método de Kjeldahl se basa en la medida del contenido de nitrógeno que se determina después de que la materia orgánica que es digerida por la acción de ácido sulfúrico concentrado reduce el nitrógeno contenido en un producto alimentario en sulfato amónico y luego se transforma en amonio. Este se destila y se recoge sobre un exceso de ácido clorhídrico, y luego se valora.

- *Etapa de digestión*
  - Pesar 0,5 g de muestra.
  - Introducir la muestra en los tubos de Kjeldahl.
  - Añadir en cada tubo 20 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado, 1,8g de sulfato de sodio, 0,2 g de sulfato de cobre.
  - Colocar los tubos en Bloc digestor del equipo Kjeldahl, asegurar las mangueras con el paso de agua, prenda el extractor de vapores y luego los calentadores individuales del equipo.
  - Dejar que se digiera la muestra hasta que tome un color verde esmeralda, esto conseguimos en aproximadamente 3 horas.
  
- *Etapa de destilación*
  - Una vez terminada la digestión sacamos los tubos y dejamos enfriando por media hora añadimos 25 mL de agua y mezclamos.

- Preparar los matraces con 50 mL de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> al 4% y tres gotas del indicador mixto.
- Colocar el tubo en la parte izquierda del destilador. En la parte derecha del destilador colocar un Erlenmeyer de 500 mL con 50 mL de ácido bórico al 4% y tres gotas de indicador mixto, se observará un color rojo.
- Cerrar herméticamente la puerta del destilador, conectar el quipo y seguir las instrucciones del POE colocado a un lado del equipo.

- *Etapa de la titulación*

- Armar el equipo de titulación que consiste en el soporte universal con los porta-buretas.
- Poner en la bureta, ácido clorhídrico 0,1N.
- Realizar la titulación hasta el apareamiento de un color rojo pálido.
- Registrar la cantidad de ácido clorhídrico 0,1N gastados en la titulación.

La proteína del producto expresada en porcentaje es igual a:

$$\%Proteína = \frac{14 * N * V * 100 * f}{m * 1000}$$

**Ecuación 3-6**

**Donde:**

% Proteína = Contenido de proteína en porcentaje de masa.

V = Mililitros de ácido clorhídrico gastados en la titulación.

N = Normalidad del ácido clorhídrico.

m = Masa de la muestra, en gramos.

f = factor para transformar el %N<sub>2</sub> en proteína, es específico para cada alimento.

**Tabla 3-6:** Factores de conversión para el cálculo de proteínas

Alimento	Factor
<b>Alimentos de origen animal</b>	
Huevos, carne, pescado y derivados	6,25
Leche y derivados	6,38
Gelatina	5,55
<b>Alimentos de origen vegetal</b>	
Arroz	5,95
Avena, cebada, maíz y centeno	5,83
Trigo (grano entero)	5,70
Harina integral	5,83

Harina y derivados	5,70
Salvado	6,31
Lino, girasol, ajonjolí	5,30
Soya	5,71
Maní	5,46 (5,41)
Almendras	5,18
Verduras y frutas	6,25
Todos los otros alimentos	6,25

**Fuente:** Gusque, 2022, p.28

**Realizado por:** Tarco W., 2023

### 3.10.2.6. Determinación del extracto libre no nitrogenado (ELnN)

Las sustancias extractables no nitrogenadas se determinan restando de cien la suma de los porcentajes que se obtuvo de humedad, ceniza, proteína, fibra y extracto etéreo. El resultado corresponde a los carbohidratos digeribles que presenta el alimento.

#### **Cálculo:**

$$ELnN = 100 - \sum (\%H + \%C + \%F + \%G + \%P)$$

**Ecuación 3-7**

### 3.10.2.7. Determinación de acidez titulable

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 521 establece el método para determinar la acidez titulable en harinas de origen de vegetal que es una medida de la cantidad de ácido presente en un alimento.

#### **Procedimiento:**

- Pesar 5 g de muestra y colocarlo en el matraz Erlenmeyer.
- Añadir 50 mL de etanol al 90% y agitar fuertemente.
- Dejar reposar por 24 horas, seguir removiendo de vez en cuando.
- Tomar 10mL del sobrenadante y transferirlo al matraz Erlenmeyer.
- Colocar en la bureta la solución de hidróxido de sodio 0,02N.
- Agregar 2 mL de solución indicadora de fenolftaleína en el matraz Erlenmeyer.
- Titular con la solución de NaOH 0,02N hasta que se produzca el viraje de color a rosado pálido y mezclar hasta que desaparezca, luego seguir titulando hasta que permanezca el color rosa pálido durante 30 segundos.

- Anotar el volumen de solución empleada.

### 3.10.3. Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos se realizan evaluando el número de UFC en cada muestra respectivamente. Estos análisis fueron efectuados de acuerdo con las Normas Técnicas Ecuatorianas respectivamente; Mohos y levaduras NTE INEN 1529-10, *Salmonella* NTE INEN 1529-15, *Staphylococcus aureus* NTE INEN 1529-14, Coliformes y *Escherichia coli* NTE INEN 1529-8, y Aerobios mesófilos NTE INEN 1 529-5.

#### 3.10.3.1. Determinación de mohos y levaduras

El método microbiológico para mohos y levaduras se basa en la unidad de propagación entre 22°C y 25°C, utilizando la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad y un medio que contenga extracto de levadura, glucosa y sales minerales.

Procedimiento:

- Colocar 20 mL de agar Agar Saboraud dextrosa fundido a 45°C y añadir el antibiótico, y dejar solidificar las placas.
- Colocar la cantidad de 5 o 10 gramos del alimento en un matraz al cual se ha añadido agua de peptona al 0,1% previamente esterilizado. Marcar dos placas por dilución, tomar las correspondientes a la más alta y sembrar 0,1 mL de la dilución del respectivo tubo.
- Extender las alícuotas de 0,1 mL sobre la superficie del medio, tan pronto como sea posible. Dejar secar las superficies de las cajas 15 minutos.
- Incubar las cajas Petri a temperatura de 20 – 24°C durante 3 a 5 días o a temperatura ambiente durante 5 a 7 días.

#### 3.10.3.2. Determinación de *Samonella*

El método de control microbiológico para *Salmonella* no es cuantitativo y solo es aplicable para determinar su presencia o ausencia en los alimentos en general.

Procedimiento:

- El uso de medios pre-enriquecidos que permitan el aislamiento, como el agua peptonada tamponada, permite la revitalización de las bacterias que se encuentran en bajas concentraciones.

Se pesa asépticamente 25 g de muestra en 225 mL de agua peptona bufferada a temperatura ambiente y luego se incuba a 37°C durante 16 – 20 horas.

- Los medios de enriquecimiento selectivo como el caldo tetratonato verde brillante y el caldo selenito cistina estimulan el crecimiento de *Salmonella* e inhiben el crecimiento de otras bacterias. El caldo de tetratonato se incuba a 42 – 43 °C / 24 – 48 horas y el selenito cistina se incuba a 37 °C / 24 – 48 horas.
- Para la inoculación en cultivos de enriquecimiento selectivo se pueden emplear: Agar verde brillante rojo fenol, Agar *Salmonella* – *Shigella*, Agar Bismuto Sulfito, deben ser incubados a 37 °C / 24 horas, para visualizar las colonias que por su aspecto característico se las considera como *Salmonella* presuntiva.
- La confirmación de presuntas *Salmonella* se utiliza simultáneamente dos medios diferenciales: Agar triple azúcar hierro (TSI) y Agar lisina hierro (LIA), estos medios deben ser incubados entre 35 – 37 °C / 24 – 48 horas ± 2 horas.

### 3.10.3.3. Determinación de *Staphylococcus aureus*

El método de control microbiológico para *Staphylococcus aureus* se fundamenta en producir coagulasa. Se utilizó el método de recuento en placa de siembra por extensión en superficie. La temperatura de incubación fue de 35 – 37 °C / 24h ± 2h con agar Baird Parker.

Procedimiento:

- A partir de la dilución 10<sup>-1</sup>, pipetear por duplicado volúmenes de 1mL de la muestra en las placas Petri. Repetir el procedimiento para otras diluciones de ser necesario.
- En el caso de productos que pueden poseer un bajo conteo de estafilococos coagulasa positivo, se debe inocular 1mL de la muestra madre o suspensión inicial.
- Invertir las placas e incubar entre 35 – 37°C durante 24 ± 2 horas.

Recuento de las colonias de *S. aureus* presuntivos.

- Elegir las placas que contengan entre 15 y 150 colonias típicas y/o atípicas, desechar las placas que presenten crecimiento invasivo en más de la mitad de la superficie. Si las placas contienen más de 150 colonias, contar en las placas inoculadas con menos cantidad de muestra.
- Escoger de cada una de las muestras seleccionadas al azar las bien aisladas, en un número equivalente a la raíz cuadrada del número de colonias contadas en la placa.
- Incubar los tubos a 43 ± 1°C durante 6 a 18 horas, para los tubos que presenten crecimiento se debe hacer un frotis y teñirlo por el método Gram.

#### 3.10.3.4. Determinación de coliformes y *Escherichia coli*

El método de control microbiológico para coliformes consiste en la producción de gas por fermentación de la lactosa y producción de aldehídos intermediarios a partir de la lactosa, aquellos reaccionan con los colorantes ocasionando la formación de colonias de color característico en agares específicos. Se utilizó la técnica del recuento en placa por siembra en profundidad. La temperatura de incubación es de 35 – 37 °C / 24 – 48 horas con agar MacConkey.

Procedimiento:

- Pipetear en las placas Petri, por duplicado alícuotas de 1 mL de las diluciones.
- Agregar 10 – 15 mL de agar fundido y templado. Mezclar con movimientos de balanceo y rotación.
- Dejar solidificar por 5 – 10 minutos sobre una superficie nivelada. A continuación, adicionar 3 – 4mL del medio.
- Incubar las placas a 35 – 37 °C durante 24 horas.
- Elegir las placas que presenten menos de 150 UFC. Calcular el recuento en placa y expresar como UFC por g o mL del producto analizado.

#### 3.10.3.5. Determinación de aerobios mesófilos

El método de control microbiológico para aerobios mesófilos es el indicador microbiano más común de calidad de los alimentos.

Procedimiento:

- Pipetear por duplicado en placas Petri estériles, alícuotas de 1 mL. de las diluciones escogidas para la siembra.
- Verter de 10 a 15 mL del medio de cultivo (PCA) fundido y templado a 45°C. Mezclar el inóculo con el medio fundido, con movimientos de vaivén: 5 veces en sentido horario y 5 veces en sentido antihorario.
- Dejar reposar por 15 minutos las placas hasta que el medio solidifique.
- Invertir las placas e incubarlas a 30° C ± 1° C, durante 72 horas ± 3 horas.
- Finalizado el período de incubación, contar todas las unidades formadoras de colonias (UFC) en las placas elegidas para el recuento.

### 3.10.4. Análisis sensorial

La evaluación sensorial a fin de evaluar el grado de aceptabilidad de las características organolépticas (olor, color, sabor, textura) obtenidas de la formulación aceptada para la elaboración de la pasta y polenta a base de harina de quinua y harina de maíz, se utilizó una escala hedónica de 5 puntos, en la que se le asigna un valor a cada atributo según la categoría reportada desde “me gusta” hasta “me disgusta”.

Con la participación de jueces no entrenados en la prueba de degustación se efectuará con un panel mínimo de 10 y un máximo de 25 jueces para obtener una respuesta válida.

En la tabla 3-7, se expresa los parámetros de evaluación de la prueba hedónica.

**Tabla 3-7:** Esquema de evaluación

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta moderadamente
5	Me gusta mucho

Realizado por: Tarco W., 2023

### 3.10.5. Requisitos: etiquetado para productos alimenticios de consumo humano

A continuación, se menciona los requisitos indispensables que debe presentar la etiqueta de un producto alimenticio destinado para el consumo humano de acuerdo con las especificaciones de NTE INEN 1334-1 y Sistema Gráfico - RTE INEN 022 (2R).

- Nombre del alimento
- Lista de ingredientes ordenados de forma decreciente de proporciones utilizadas en la elaboración del alimento.
- Contenido neto y peso escurrido.
- Identificación del fabricante, envasador, importador o distribuidor.
- Ciudad y país de origen.
- Identificación del lote.
- Marcado de la fecha e instrucciones para la conservación.
- Instrucciones para el uso.
- Alimentos irradiados
- Alimentos transgénicos

- Notificación sanitaria
- El sistema gráfico “semáforo” de los envases de alimentos a través de un sistema de colores debe indicar niveles altos (rojo), medios (amarillo) o bajos (verde) de grasas, azúcares y sal presente en el comestible.

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En la investigación se realizaron determinaciones cuantitativas y cualitativas encaminadas a evaluar las características nutricionales de la pasta y polenta, para cada una se efectuaron dos réplicas para conseguir datos representativos, los mismos que ayudarán a evidenciar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el servicio ecuatoriano de normalización (NTE INEN) para elaborar la información nutricional de los productos conforme al reglamento de etiquetado de los alimentos.

#### 4.1. Análisis de la materia prima

##### 4.1.1. Análisis fisicoquímicos (harina de quinua y harina de maíz)

La harina de quinua y harina de maíz empleada presenta características fisicoquímicas y organolépticas idóneas para la elaboración de la pasta y polenta. De acuerdo con las normas NTE INEN 3042 Harina de quinua y NTE INEN 2051 Maíz molido, sémola, harina, griz. Requisitos; las harinas empleadas se encuentran en condiciones óptimas para su utilización y consumo; además de que la harina de quinua tiene un alto contenido proteico de alrededor del 14%, siendo una alta concentración de aminoácidos la que aporta la harina de este pseudocereal a la formulación de la pasta y polenta.

**Tabla 4-1:** Requisitos fisicoquímicos de la harina de quinua

Requisitos	Unidad	Valores		Resultados
		Mínimo	Máximo	
<b>Humedad</b>	%	-	13,50	9,73
<b>Proteína</b>	%	10	-	13,68
<b>Fibra cruda</b>	%	1,70	-	3,79
<b>Cenizas totales</b>	%	-	3,00	2,71
<b>Grasas</b>	%	4,00	-	3,00
<b>Acidez</b>	%	-	0,17	0,11
<b>Carbohidratos</b>	%	-	-	67,09

Fuente: NTE INEN 3042:2015.

Realizado por: Tarco W., 2023

**Tabla 4-2:** Requisitos fisicoquímicos de la harina de maíz precocida

Requisitos	Unidad	Valores		Resultados
		Mínimo	Máximo	
<b>Humedad</b>	%	-	13,50	9,90
<b>Proteína</b>	%	7,00	-	7,10
<b>Fibra cruda</b>	%	-	-	3,26
<b>Cenizas totales</b>	%	-	1,00	0,66
<b>Grasas</b>	%	-	2,00	1,80
<b>Carbohidratos</b>	%	-	-	77,28

Fuente: NTE INEN 1737: 1990.

Realizado por: Tarco W., 2023

#### 4.2. Formulación y elaboración de la pasta y polenta a base de harina de quinua y harina de maíz

Para determinar la mejor formulación se empleó diferentes proporciones de harina de quinua y harina de maíz (fase sólida) al igual que distintos ingredientes y aditivos que permitieran obtener un producto con características aceptables para el consumidor. Por lo tanto, se evaluó las propiedades funcionales de las formulaciones, sin realizar ninguna distinción. Los procesos de evaluación de diseño experimental para determinar cuál de las 3 formulaciones es la mejor, en el caso de la de la polenta los factores a considerar incluyeron las distintas proporciones de ingredientes (concentraciones de harina), el método de cocción y tiempo de cocción, obteniendo que las formulaciones de polenta presentaron una mínima diferencia en el cocimiento, en cuanto al producto final en las 3 formulaciones la consistencia fue suave y cremosa.

Sin embargo, en la evaluación de la pasta los resultados difieren en cada formulación; siendo los parámetros por considerarse los siguientes: tiempo de cocción, pérdidas por cocción y peso de cocción o capacidad de hinchamiento, según la metodología descrita por Schoenlechner et al., 2010 que define el procediendo para determinar la calidad de cocción de los fideos.

**Tabla 4-3:** Evaluación de la pasta (tipo fettuccine) a base de harina de quinua y harina de maíz

Formulación	Parámetro	Repetición	Resultado	Media
<b>F1</b> (HQ 60:40 HM)	Tiempo de cocción (min)	1	21,45	20,65
		2	20,04	
		3	20,47	
	Pérdidas de cocción (%)	1	22,80	20,13
		2	20,40	
		3	17,20	
	Hinchamiento (g)	1	1,26	1,27

		2	1,23	
		3	1,32	
<b>F2</b> (HQ 70:30 HM)	Tiempo de cocción (min)	1	21,09	21,92
		2	21,54	
		3	23,13	
	Pérdidas de cocción (%)	1	18,40	17,47
		2	20,40	
		3	23,60	
	Hinchamiento (g)	1	0,57	0,58
		2	0,55	
		3	0,63	
<b>F3</b> (HQ 80:20 HM)	Tiempo de cocción (min)	1	22,13	21,63
		2	20,37	
		3	22,39	
	Pérdidas de cocción (%)	1	20,00	22,80
		2	26,80	
		3	21,60	
	Hinchamiento (%)	1	0,30	0,35
		2	0,35	
		3	0,40	

HQ: harina de quinua

HM: harina de maíz

Realizado por: Tarco W., 2023

En torno a esto, se aplicó un diseño experimental factorial, con 2 factores y tres niveles cada uno, y 3 repeticiones cada uno. Además, se considera un total de 27 combinaciones, ya que, al tener 2 factores y 3 niveles con 3 repeticiones, se procede a realizar el diseño experimental factorial  $3^2$ . A través del software SPSS se puede distinguir una relación inter sujetos de las 3 formulaciones con 9 elementos por cada repetición de la misma manera, 9 elementos por cada variable que son el hinchamiento, la pérdida por cocción y el tiempo de cocción.

**Tabla 4-4:** Factores inter-sujetos

		N°
<b>Formulación</b>	F1	9
	F2	9
	F3	9
<b>Variable</b>	Hinchamiento	9
	Pérdida por cocción	9
	Tiempo	9

Realizado por: Tarco W., 2023

Según los estadísticos descriptivos, el rendimiento, se define como la variable dependiente que estamos midiendo en torno a las 3 variables de contraste, que se puede observar en la siguiente tabla 4-5:

**Tabla 4-5:** Estadísticos descriptivos

Formulación	Variable	Media	Desviación estándar	N°
<b>F1</b>	Hinchamiento	1,2700	0,04583	3
	Pérdida	20,1333	2,80951	3
	Tiempo	20,6533	0,72266	3
	<b>Total</b>	14,0189	9,67371	9
<b>F2</b>	Hinchamiento	0,5833	0,04163	3
	Pérdida	20,8000	2,62298	3
	Tiempo	21,9200	1,07177	3
	<b>Total</b>	14,4344	10,49573	9
<b>F3</b>	Hinchamiento	0,3500	0,05000	3
	Pérdida	22,8000	3,55528	3
	Tiempo	21,6300	1,09891	3
	<b>Total</b>	14,9267	11,10129	9
<b>Total</b>	Hinchamiento	0,7344	0,41609	9
	Pérdida	21,2444	2,88059	9
	Tiempo	21,4011	1,02466	9
	<b>Total</b>	14,4600	10,03753	27

Realizado por: Tarco W., 2023

En el análisis de los estadísticos descriptivos acorde a la variable dependiente Rendimiento, que nos ayuda a evaluar la calidad de la pasta se pueden distinguir las 3 formulaciones versus las variables de hinchamiento, pérdida por cocción y tiempo de cocción, pudiendo diferenciar que la formulación 1 presenta el menor promedio en torno al hinchamiento, presenta a un promedio de 20,13 minutos en la pérdida de cohesión y 20,65 minutos en el tiempo de cocción; que a diferencia de las formulaciones F1 y F3, presentan mayores promedios en las 3 variables.

Por lo tanto, con los estadísticos descriptivos se puede distinguir mejor rendimiento de estas variables con la formulación número 1. De todos modos, esto motiva a realizar un análisis más profundo, analizando su significancia a través de las pruebas de hipótesis para poder contrastar este resultado con los estadísticos descriptivos.

#### 4.2.1. Prueba inter-sujetos

**Tabla 4-6:** Pruebas de efectos inter-sujetos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Modelo Corregido</b>	2558,958	8	319,870	95,016	0,000
<b>Intersección</b>	5645,473	1	5645,473	1676,973	0,000
<b>Formulación</b>	3,717	2	1,859	0,552	0,585
<b>Variable</b>	2543,387	2	1271,694	377,753	0,000
<b>Formulación Variable</b>	11,853	4	2,963	0,880	0,495
<b>Error</b>	60,596	18	3,366	-	-
<b>Total</b>	8265,027	27	-	-	-
<b>Total, corregido</b>	2619,554	26	-	-	-

Variable dependiente: rendimiento

Realizado por: Tarco W., 2023

Si analizamos de forma independiente la significancia de cada formulación, se puede observar que no existe relevancia entorno a las formulaciones puesto que su valor es superior a 0.05, mientras que las variables (tiempo, pérdida e hinchamiento), son altamente significativas su p-valor tienen a cero. Si analizamos la interacción entre las formulaciones y las variables se puede observar que no existe significancia, es decir que la relación entre los dos factores no es influyente para el experimento.

#### 4.2.2. Prueba univariada

Para contrastar los resultados obtenidos se realizan pruebas univariadas, observándose el siguiente comportamiento:

**Tabla 4-7:** Prueba del efecto de formulación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Contraste</b>	3,717	2	1,859	0,552	0,585
<b>Error</b>	60,596	18	3,366	-	-

Variable dependiente: rendimiento.

F: prueba el efecto de formulación. Esta prueba se basa en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Realizado por: Tarco W., 2023

En donde se verifica que la FORMULACIÓN de forma independiente no tiene relevancia en el experimento, mientras que la VARIABLE si presenta significancia en el experimento.

**Tabla 4-8:** Prueba del efecto de variable

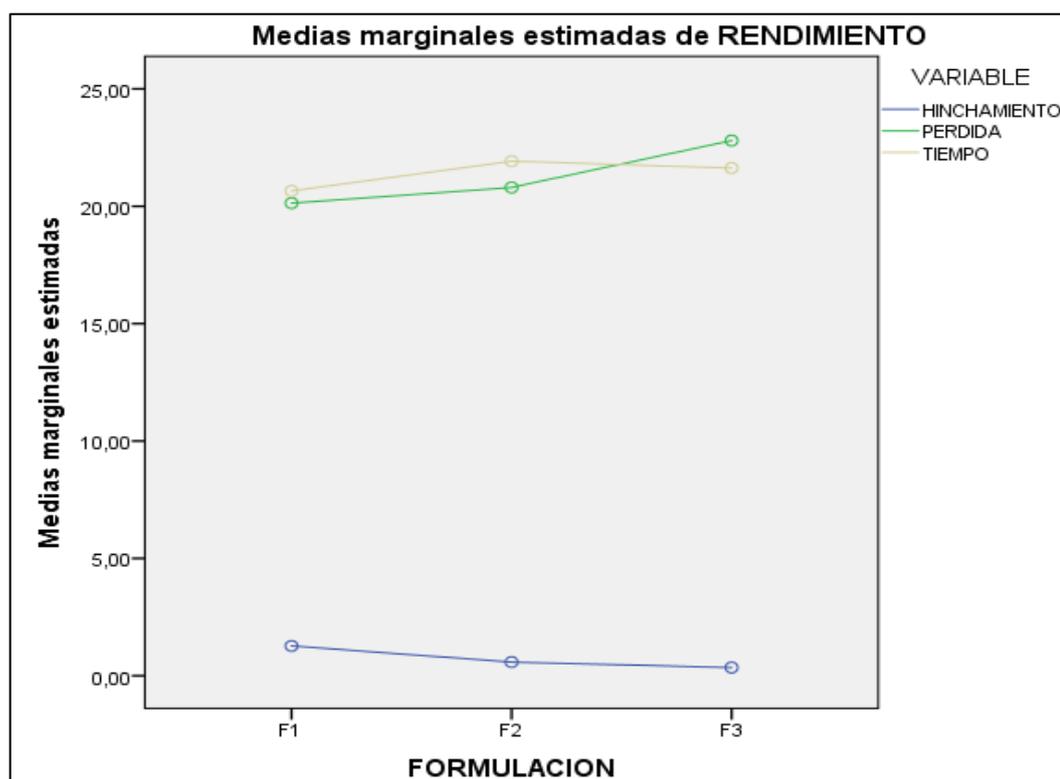
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Contraste</b>	2543,387	2	1271,694	377,753	0,000
<b>Error</b>	60,596	18	3,366	-	-

Variable dependiente: rendimiento.

F: prueba el efecto de variable. Esta prueba se basa en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Realizado por: Tarco W., 2023

Las medidas marginales nos permiten hacer una discriminación de variables, y factores, en la figura se puede observar la interacción entre los parámetros medidos versus las formulaciones utilizadas, esto con la finalidad de poder determinar cuál es la mejor formulación.



**Ilustración 4-1:** Gráfica de líneas de las medias marginales estimadas de rendimiento

Realizado por: Tarco W., 2023

Desde este punto de vista, se observa que el mejor rendimiento lo ofrece la formulación F1, con menor pérdida por cocción, menor tiempo de cocción, pero con mayor hinchamiento, mientras

que la formulación 2, tiene mayor tiempo de cocción, ligeramente más alta la pérdida de cocción y menor hinchamiento, la última formulación presenta un menor hinchamiento a diferencia de las otras dos, mayor pérdida por cocción y tiempo de cocción.

### 4.3. Análisis bromatológico del producto

#### 4.3.1. Análisis bromatológico de la pasta alimenticia

A continuación, se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos de la formulación F1 (HQ 60:40 HM), comparadas con el valor óptimo dado por la NTE INEN 1375-2:2014.

**Tabla 4-9:** Caracterización fisicoquímica de pasta a base de harina de quinua y harina de maíz

Muestra	Parámetro	Repetición	Resultados	Promedio	INEN 1375-2
Pasta alimenticia HQ60:HM40	Humedad (%)	1	10,974	10,864	Máximo 14,00
		2	10,753		
	Cenizas (%)	1	2,552	2,552	Máximo 1,20
		2	2,553		
	Grasa (%)	1	0,272	0,273	No reporta
		2	0,273		
	Fibra (%)	1	5,88	5,885	No reporta
		2	5,89		
	Proteína (%)	1	12,98	12,98	Mínimo 12,50
		2	12,98		
	ELnN (%)	1	67,342	67,466	No reporta
		2	67,550		
	Acidez (%)	1	0,33	0,33	Máximo 0,45
		2	0,33		

Realizado por: Tarco W., 2023

##### 4.3.1.1. Contenido de humedad

En la Tabla 4-9 se aprecia que el porcentaje de humedad obtenido no excede el valor máximo establecido en la NTE INEN, lo que indica que la pasta tipo fettuccine a base del 60% harina de quinua y 40% harina maíz presenta una actividad de agua moderada que contribuye a la inhibición del crecimiento de microorganismos garantizando un mayor tiempo de vida útil. Al comparar los resultados con (Espinales, 2020 p.15) reportan que en la elaboración de pastas alimenticias con la incorporación de harinas de cultivos andinos y la adición de goma xantana, los valores de humedad son superiores al 10%, sin embargo, no superan el valor óptimo determinado en la

normativa. El uso de hidrocoloides en la elaboración de pastas libres de gluten proporciona una mejor textura y retención de la humedad evitando que se formen grietas o líneas de fractura en el producto (Gao et al., 2018).

#### *4.3.1.2. Contenido de cenizas*

El valor de cenizas de acuerdo con la NTE INEN establece diferentes valores según los ingredientes que contenga la pasta, como valor de referencia para pastas o fideos secos que contienen huevos en su formulación se reporta un máximo de 1,20%, teniendo como resultado que la pasta a base del 60% harina de quinua y 40% harina maíz se encuentra fuera del rango permitido por la normativa. Esto se debe al aporte de minerales de las materias primas, especialmente la harina de quinua que es una rica fuente de minerales, considerando la bibliografía se evidencia que este pseudocereal presenta una mayor concentración de materia inorgánica principalmente: fósforo, magnesio, potasio y hierro, siendo una razón favorable para el consumo de alimentos elaborados a partir de harinas de granos andinos.

#### *4.3.1.3. Contenido de grasa*

El contenido de extracto etéreo (grasa) en la pasta alimenticia muestra un valor del 0,274%, que puede ser atribuido a que tanto en la harina de quinua y la harina de maíz, la presencia de este macronutriente se encuentra en bajas proporciones.

Las grasas constituyen una reserva energética importante del organismo, aportan 9 kilocalorías por gramo (kcal/g), transportan vitaminas liposolubles que contribuyen al desarrollo de diversas funciones fisiológicas; sin embargo, el consumo excesivo de alimentos altos en grasa y un estilo de vida sedentario afecta el peso corporal, por lo cual la pasta formulada podría ser una alternativa de consumo saludable (Cabezas 2019, p.6).

#### *4.3.1.4. Contenido de fibra*

Referente al contenido de fibra la Norma Técnica Peruana NTP 206.010:1981, establece que el valor de fibra en fideos que contienen huevos es de 3,3/100g, lo que significa que el valor de referencia es menor a los resultados obtenidos; esto se debe a los ingredientes utilizados para la elaboración de la pasta, que con un contenido de 5,885% sería considerada una buena fuente de fibra dietética en comparación con otras pastas convencionales.

El consumo de alimentos ricos en fibra presenta diversos beneficios para el organismo, como: reducir el riesgo de enfermedades cardíacas, regular del tránsito intestinal y proporcionar una sensación de saciedad que puede ayudar en el control del peso.

#### *4.3.1.5. Contenido de proteína*

El contenido de proteína de la pasta alimenticia tipo fettuccine presenta una cantidad moderada de proteínas de acuerdo con la NTE INEN, determinándose que la pasta elaborada con el 60% de harina de quinua y 40% harina de maíz puede contribuir considerablemente al aporte proteico total de la dieta de un adulto. Al respecto, se puede mencionar que la utilización de harina de quinua tiene un efecto significativo en la pasta, es decir, a mayor cantidad de harina de quinua utilizada, mayor contenido de proteína. La quinua aporta un alto valor proteico (14-18%) y aminoácidos esenciales (lisina, isoleucina, leucina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, y valina) que son necesarios para el desarrollo de las células cerebrales y son fundamentales en el crecimiento de los niños. Todos estos aminoácidos esenciales se encuentran en el núcleo del grano, por lo que la harina de quinua se considera un producto alternativo por ser más saludable y nutritivo.

#### *4.3.1.6. Contenido de ELnN*

El contenido de extracto libre de nitrógeno que presentó la pasta alimenticia es una medida de su valor nutricional, lo que significa que la concentración de polisacáridos principalmente el almidón aportado por las materias primas utilizadas en la elaboración de la pasta proporciona una fuente de energía sostenida para el organismo.

#### *4.3.1.7. Contenido de acidez*

El contenido de acidez que presentó la formulación se encuentra dentro del rango permitido según la norma INEN, que establece que el nivel máximo de acidez en pastas secas debe ser del 0,45%. En general, las pastas suelen presentar un pH ligeramente ácido debido a la presencia de ácido láctico producido durante la fermentación natural de la masa; con un valor de 0,33%, la pasta elaborada es apta para el consumo humano. De acuerdo con la investigación de (García Rodríguez, 2020 p.44), manifiesta que una baja acidez permite que la pasta conserve mejor su sabor, en la Tabla 4-9 el valor reportado, es un indicador de que el producto puede mantener un mayor tiempo de vida útil, sin que su sabor tienda a ser agrio o rancio.

### 4.3.2. Análisis bromatológico de la polenta

A continuación, se presenta la caracterización fisicoquímica que cumple la formulación F1.

**Tabla 4-10:** Caracterización fisicoquímica de polenta a base de harina de quinua y de maíz

Muestra	Parámetro	Repetición	Resultados	Promedio
Polenta HQ60:HM40	Humedad (%)	1	71,741	71,770
		2	71,798	
	Cenizas (%)	1	2,330	2,262
		2	2,193	
	Grasa (%)	1	0,246	0,247
		2	0,247	
	Fibra (%)	1	4,21	4,21
		2	4,21	
	Proteína (%)	1	10,97	10,98
		2	10,99	
	ELnN (%)	1	10,503	10,533
		2	10,562	

Realizado por: Tarco W., 2023

#### 4.3.2.1. Contenido de humedad

La polenta con un valor de humedad del 71,770% indica que la proporción de líquido utilizado en la preparación del producto es mayor en relación con la cantidad de harina en la formulación. El alto contenido de humedad en la polenta influye en su textura y consistencia final, dando como resultado un producto suave y cremoso, debido a que el agua ayuda a que los gránulos de almidón de la harina de quinua y maíz se hidraten y cocinen adecuadamente. Sin embargo, cuanto mayor sea el contenido de humedad en la polenta se dificulta su almacenamiento, dado que puede estar propensa al crecimiento de hongos, lo que resultará en una vida útil inferior.

#### 4.3.2.2. Contenido de cenizas

Como indica la Tabla 4-10, el resultado del análisis de la determinación de cenizas en la polenta a base de harina de quinua y maíz fue de 2,262%; lo que refleja que el producto elaborado tiene una cantidad considerable de minerales, en comparación al valor de 1,3% que establece la normativa peruana para la polenta de maíz. La adición de harina de quinua es una variante a la polenta tradicional elaborada en su totalidad de harina de maíz. En este caso, es posible que el

contenido de cenizas proceda de la harina de quinua y otros ingredientes, utilizados en la elaboración de la polenta.

#### *4.3.2.3. Contenido de grasa*

En la Tabla 4-10 se establece el porcentaje de grasa que contine la polenta, que al ser comparada con la Norma Técnica Peruana NTP HARINA Y SÉMOLA DE MAÍZ SIN GERMEN que establece un valor de 0,3%; los resultados del contenido de grasa se mantienen por debajo de la norma, y considerando el aporte mínimo de este macronutriente, la polenta es una alternativa saludable para las personas que buscan mantener una dieta equilibrada y controlar su ingesta de grasas.

#### *4.3.2.4. Contenido de fibra*

El contenido de fibra de la polenta de quinua y maíz es relativamente alto en contraste con el valor de 0,2 g que establece la normativa peruana para la polenta, por lo que el producto elaborado puede ayudar a la salud digestiva y aumentar la sensación de saciedad. La adición de quinua, un pseudocereal con una cantidad significativa de fibra dietética convierte a la polenta en un alimento nutricionalmente beneficioso que puede contribuir a alcanzar el requerimiento diario de 25 gramos de fibra para adultos.

#### *4.3.2.5. Contenido de proteína*

En cuanto al porcentaje de proteína la resolución N° 302/2007 para la harina de maíz o sémola de maíz argentina de cocción rápida para preparar polenta, establece un 7% como valor mínimo de proteína; en relación con la polenta de quinua y maíz excede el valor fijado en la normativa. La combinación de harina de quinua y harina de maíz aportan diferentes nutrientes a la polenta, la quinua es buena fuente de proteínas de alta calidad y minerales como el hierro y magnesio, mientras que el maíz proporciona carbohidratos, vitamina C y antioxidantes.

#### *4.3.2.6. Contenido de ELnN*

El extracto libre no nitrogenado se encuentra en porcentajes bajos, lo cual se debe a la proporción entre los de ingredientes líquidos y secos que se utilizó en la elaboración de la polenta, dado que el valor del 10,533% indicaría que, del peso total del alimento el resultado obtenido representa principalmente a los carbohidratos disponibles como fuente de energía.

#### 4.4. Análisis microbiológico

##### 4.4.1. Análisis microbiológico para la pasta alimenticia

El análisis microbiológico de la pasta alimenticia se rigió a los límites permitidos según bibliografía, la cual se detalla en la Tabla 4-11.

**Tabla 4-11:** Límites microbiológicos en la elaboración de pastas alimenticias o fideos secos

Requisitos	Unidad	Límite de aceptación	Límite de rechazo	Resultado
Mohos y levaduras	UFC/g	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$	Ausencia
<i>Salmonella</i>	en 25 g	ausencia	ausencia	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	Negativo

Fuente: NTE INEN 1375, 2014

Realizado por: Tarco W., 2023

Como se puede observar en la evaluación microbiológica de la pasta alimenticia tipo fettuccine no existe la presencia de mohos y levaduras, ni *Salmonella* y *S. aureus*. De acuerdo con la normativa NTE INEN para pastas y fideos secos, se puede verificar que los resultados obtenidos están dentro del límite de aceptación exigido en la normativa, debido a que se aplicó buenas prácticas de manipulación y almacenado en un ambiente con condiciones ambientales óptimas.

Sin embargo, se debe tener presente que la ausencia de crecimiento microbiano no significa que la pasta sea un producto estéril, debido a que los microorganismos tienen la capacidad de desarrollarse en diferentes ambientes; en este caso la pasta alimenticia a base del 60% de harina de quinua y 40% harina de maíz muestra niveles microbiológicos bajos que no representan un riesgo para la salud del posible consumidor.

##### 4.4.2. Análisis microbiológico para la polenta

En el Ecuador, no existe una normativa específica sobre los requisitos microbiológicos obligatorios para la polenta, que generalmente es un producto elaborado en su totalidad de maíz; sin embargo, la harina de maíz precocida utilizada para su preparación, debe cumplir con ciertos requisitos establecidos por la NTE INEN 1737, con el fin de verificar que el proceso de elaboración se realizó bajo los lineamientos de buenas prácticas de higiene se analizaron los indicadores establecidos en dicha normativa.

**Tabla 4-12:** Límites microbiológicos permitidos en la elaboración de polenta

Requisitos	Unidad	Límite de aceptación	Límite de rechazo	Resultado
Aerobios mesófilos	UFC/g	$1 \times 10^5$	$3 \times 10^5$	$1,2 \times 10^2$
Mohos y levaduras	UFC/g	$1 \times 10^2$	$5 \times 10^2$	$1,8 \times 10^1$
<i>Salmonella</i>	en 25 g	ausencia	ausencia	Ausencia
Coliformes y <i>E. coli</i>	UFC/g	0	$1 \times 10^1$	Ausencia

Realizado por: Tarco W., 2023

En la Tabla 4-12 se reporta los resultados del análisis microbiológico de la polenta, obteniéndose resultados dentro de los niveles de aceptación según las normas NTE INEN establecidas para cada microorganismo, los resultados son reportados en base a las diluciones  $10^{-1}$  y  $10^{-2}$ . La ausencia de *Salmonella*, Coliformes y *E. coli* es un indicador de que el alimento ha sido sometido a un proceso de producción y manipulación adecuados para asegurar que está libre de contaminación microbiológica.

En lo que respecta al recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras no representan un riesgo significativo para la salud y se puede señalar que el producto está dentro del límite de aceptación.

El alto contenido de humedad en la polenta juega un papel importante en el desarrollo de microorganismos como los hongos, por lo que es importante seguir las practicas adecuadas de manipulación de alimentos, como el almacenamiento adecuado a temperatura de  $5^{\circ}\text{C}$  y consumirla dentro de tres días.

#### 4.5. Análisis sensorial

Para el análisis sensorial de la pasta tipo fettuccine y polenta a base del 60% de harina de quinua y 40% harina de maíz se valoraron diferentes atributos como: color, olor, sabor, textura y apariencia, mediante una escala hedónica de 5 puntos (1= me disgusta mucho, 2=me disgusta moderadamente, 3= no me gusta ni me disgusta, 4= me gusta moderadamente, 5= me gusta mucho). La captación se realizó a 20 personas de un rango de edad de entre 18-25 años, quiénes a través del uso de los sentidos diferenciaron los atributos presentes en cada alimento.

Como se muestra en la Tabla 4-13, se puede observar la tabulación de los datos, la cual se ejecutó con el fin de determinar la aceptabilidad de los productos.

**Tabla 4-13:** Resultado de las encuestas de aceptabilidad mediante la escala hedónica

Categoría	Pasta Cruda			
	Color	Olor	Textura	Apariencia
Me disgusta mucho	0%	0%	0%	0%
Me disgusta moderadamente	5%	10%	0%	0%
No me gusta ni me disgusta	80%	60%	70%	90%
Me gusta moderadamente	15%	25%	30%	10%
Me gusta mucho	0%	5%	0%	0%

Categoría	Pasta Cocida			
	Color	Olor	Sabor	Textura/Apariencia
Me disgusta mucho	5%	0%	5%	0%
Me disgusta moderadamente	15%	15%	15%	25%
No me gusta ni me disgusta	15%	50%	50%	60%
Me gusta moderadamente	55%	25%	25%	15%
Me gusta mucho	5%	10%	5%	0%

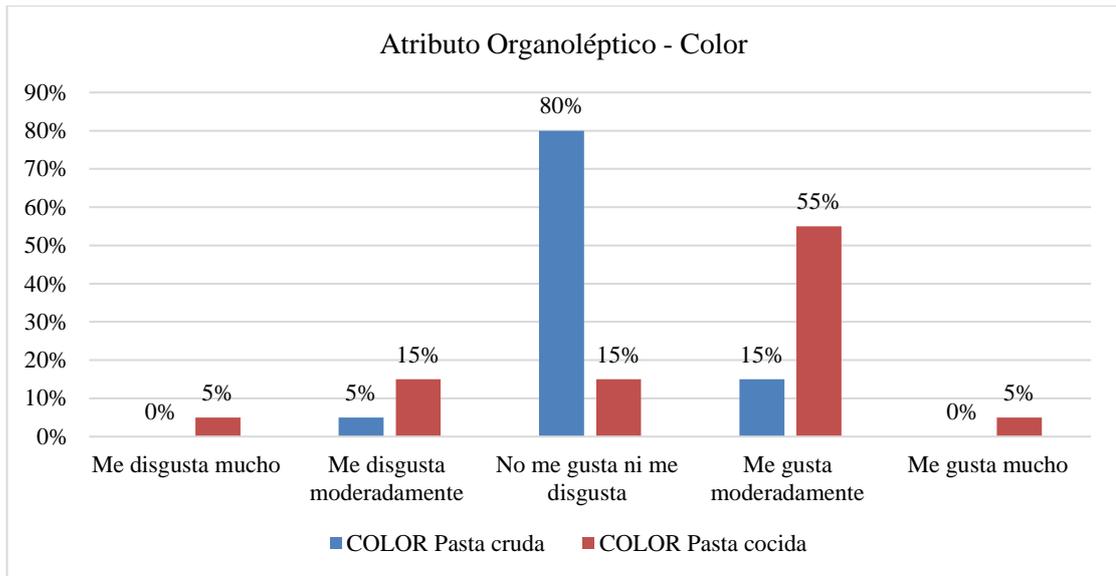
Categoría	Polenta			
	Color	Olor	Sabor	Textura/Apariencia
Me disgusta mucho	0%	0%	0%	0%
Me disgusta moderadamente	15%	0%	5%	10%
No me gusta ni me disgusta	25%	20%	15%	5%
Me gusta moderadamente	50%	60%	65%	85%
Me gusta mucho	10%	20%	15%	0%

Realizado por: Tarco W., 2023

#### 4.5.1. Evaluación sensorial y determinación de la aceptabilidad de la pasta cruda y cocida

##### 4.5.1.1. Color

El color de la pasta larga cruda y cocida presenta una tonalidad entre beige a marrón, este atributo influye en la percepción de los consumidores sobre la calidad y frescura del producto. En los resultados se observa que la apreciación que tienen los catadores con respecto a la pasta presentó diferencias significativas, la formulación HQ60:40HM obtuvo una calificación general de no me gusta ni me disgusta, posiblemente porque el color oscuro atribuido a la proporción de materias primas que se utilizaron.

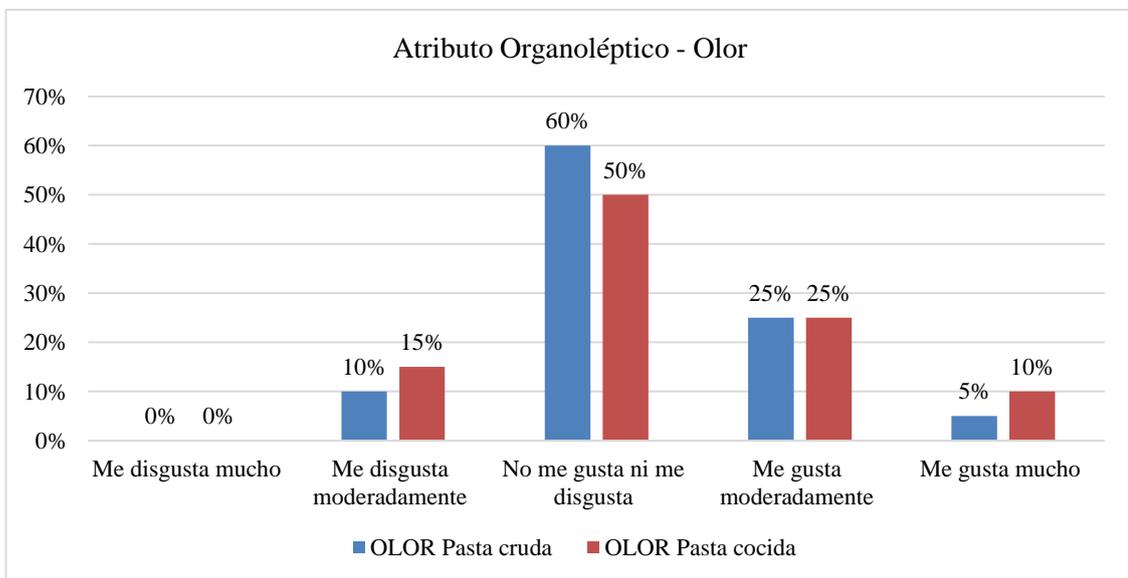


**Ilustración 4-2:** Análisis del color de la pasta cruda y cocida (60% H.Q y 40% H.M)

Realizado por: Tarco W., 2023

#### 4.5.1.2. Olor

En el análisis del olor del producto, se observa que alrededor del 50% de los catadores señalaron que no les gusta ni gusta la pasta, debido a que, al utilizar una mayor cantidad de harina de quinua en la formulación, la pasta larga presente un aroma fuerte y terroso, similar al olor de la quinua.

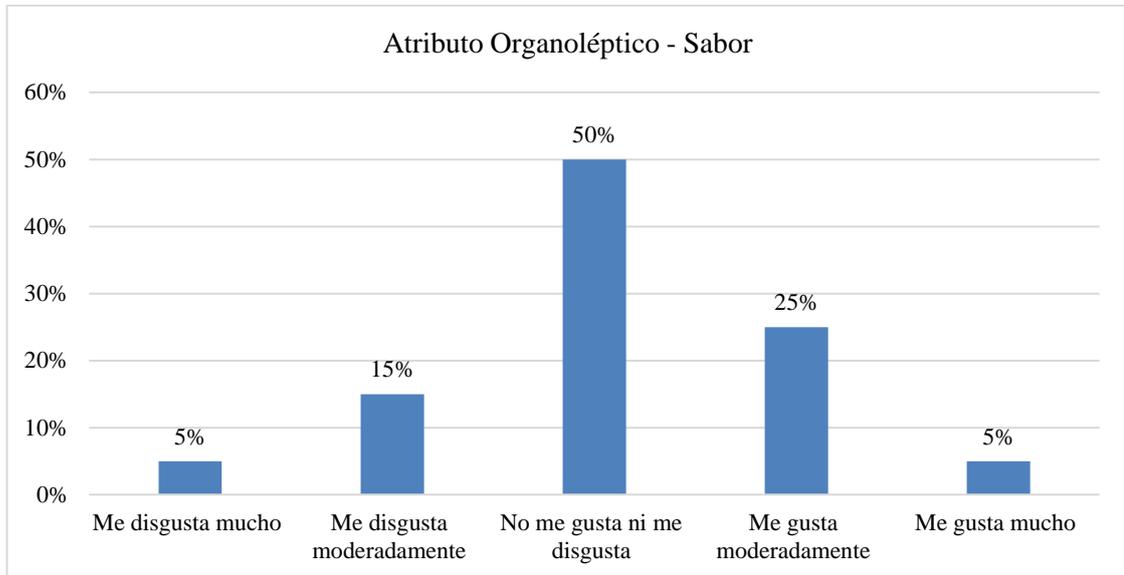


**Ilustración 4-3:** Análisis del olor de la pasta cruda y cocida (60% H.Q y 40% H.M)

Realizado por: Tarco W., 2023

#### 4.5.1.3. Sabor

En el indicador de sabor, la pasta presentó un sabor ligeramente dulce que de acuerdo con los catadores la combinación de estos productos de cultivos andinos aporta un perfil de sabor único y distinto a las pastas convencionales.



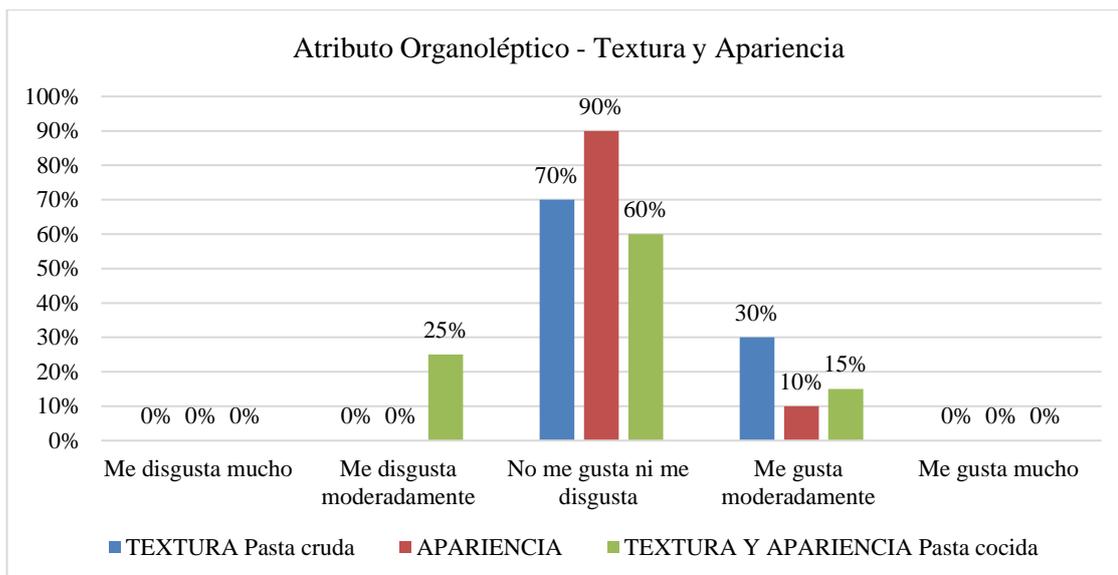
**Ilustración 4-4:** Análisis del sabor de pasta alimenticia cocida (60% H.Q y 40% H.M)

**Realizado por:** Tarco W., 2023

#### 4.5.1.4. Textura y apariencia

La textura y apariencia a base de quinua y maíz presenta características diferentes a las de la pasta de trigo convencional. La combinación de estos dos ingredientes resulta en una textura ligeramente más granulada y la apariencia en función de los colores naturales de las harinas de quinua y maíz es más oscura.

En general estos atributos pueden proporcionar una opción nutritiva para aquellos que buscan alternativas de consumo más saludables.



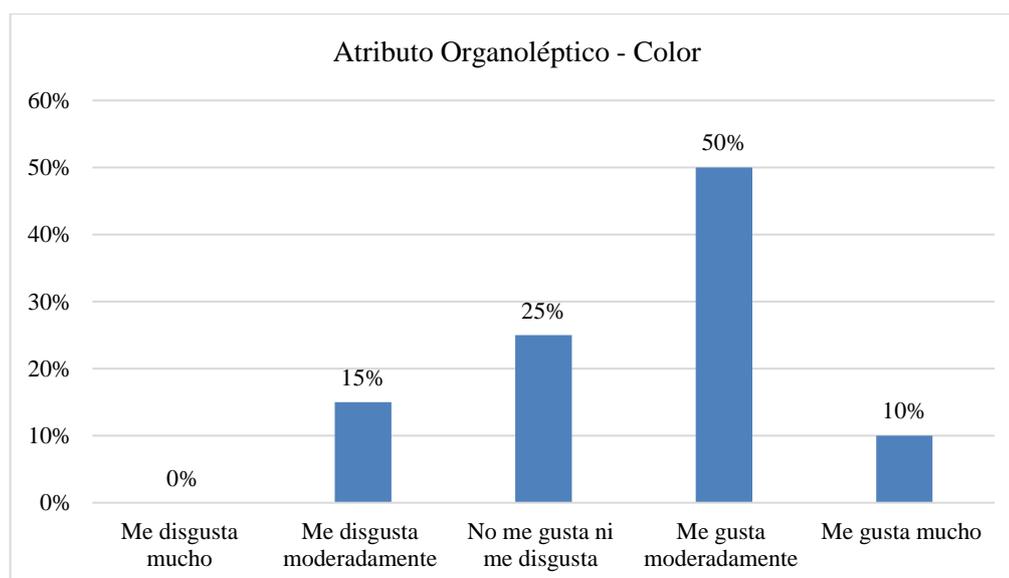
**Ilustración 4-5:** Análisis de textura y apariencia en pasta (60% H.Q-40% H.M)

Realizado por: Tarco W., 2023

#### 4.5.2. Evaluación sensorial y determinación de la aceptabilidad de la polenta

##### 4.5.2.1. Color

El color es un atributo visual que influye en la percepción y experiencia sensorial de la polenta, donde la formulación del 60% de quinua y 40% harina de maíz presento un porcentaje de aceptabilidad del 60%.

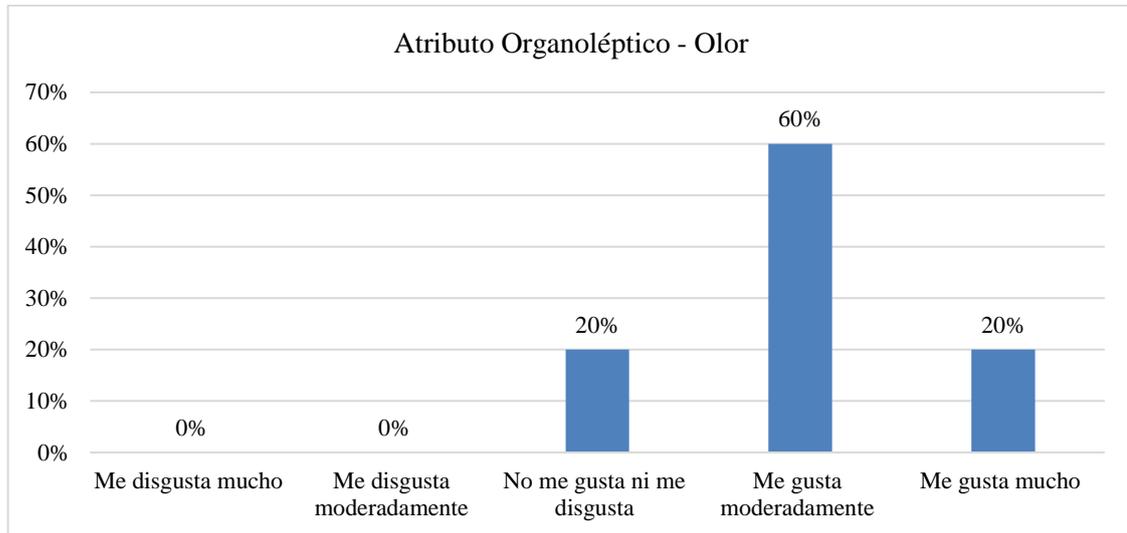


**Ilustración 4-6:** Análisis sensorial del color de la polenta (60% H.Q y 40% H.M)

Realizado por: Tarco W., 2023

#### 4.5.2.2. Olor

La combinación de aromas de las materias primas crea una sinergia en los aromas que resulta ser agradable para los catadores, quienes calificaron a la polenta como un plato que gusto moderadamente.

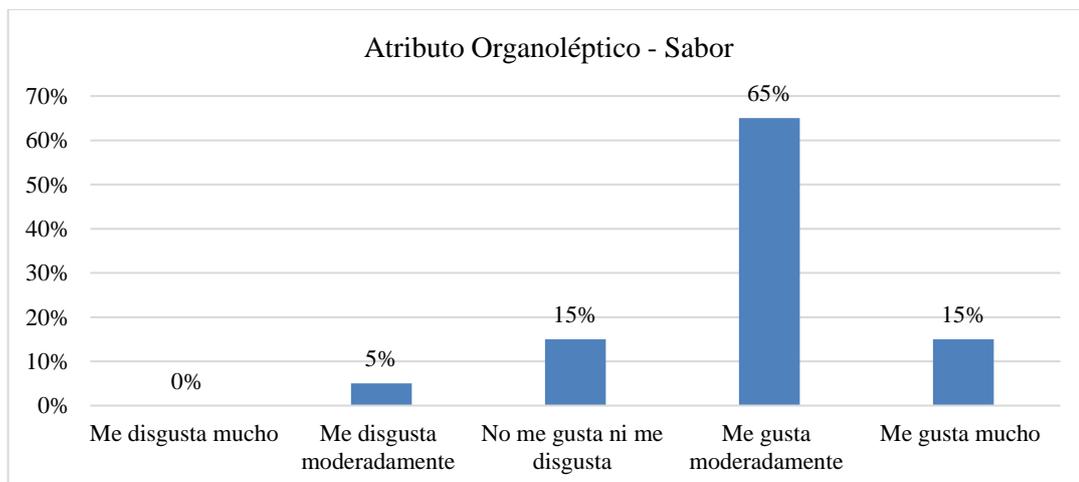


**Ilustración 4-7:** Análisis sensorial del olor de la polenta (60% H.Q y 40% H.M)

Realizado por: Tarco W., 2023

#### 4.5.2.3. Sabor

El atributo del sabor polenta a base de quinua y maíz se puede realzar utilizando ingredientes frescos y especias que contribuyen a lograr un sabor satisfactorio y apetitoso para el plato final.



**Ilustración 4-8:** Análisis sensorial del sabor de la polenta (60% H.Q-40% H.M)

Realizado por: Tarco W., 2023

#### 4.5.2.4. Textura y apariencia

La textura y apariencia de la polenta varía dependiendo de la formulación y método de preparación. La textura suave y cremosa, y la apariencia ligeramente amarilla y uniforme por la adición de ingredientes como la mantequilla, canela y sabor a vainilla, resulta más agradable para el 85% de los catadores.



**Ilustración 4-9:** Análisis sensorial del textura y apariencia de la polenta (60% H.Q-40% H.M)

Realizado por: Tarco W., 2023

#### 4.6. Etiquetado nutricional

Para establecer el etiquetado nutricional de los productos alimenticios a base de harina de quinua y harina de maíz, se determinó las cantidades nutrimentales para un tamaño de porción de 55 g de pasta y 55 g de polenta. Mediante análisis fisicoquímicos y revisión de la composición de los alimentos se ha reportado los valores para las grasas totales, colesterol, sodio, carbohidratos totales, fibra dietaria y proteína para un porcentaje diario requerido en base a una dieta de 2000 calorías.

**Tabla 4-14:** Etiquetado nutricional de la pasta alimenticia

Información Nutricional	
Tamaño por porción:	55g
Porción por envase:	aprox. 9
Cantidad por porción	
Energía (calorías):	733 kJ (175 kcal)

	<b>% VDR*</b>
<b>Grasa Total 4 g</b>	<b>5%</b>
Ácidos Grasos saturados 1g	5%
Ácidos grasos trans 0g	
Ácidos grasos monoinsaturados 0g	
Ácidos grasos poliinsaturados 0g	
<b>Colesterol 54 mg</b>	<b>18%</b>
<b>Sodio 30 mg</b>	<b>1%</b>
<b>Carbohidratos Totales 27 g</b>	<b>10%</b>
Fibra Dietética 2 g	7%
<b>Proteína 7 g</b>	<b>14%</b>
Calcio 42mg	<b>3%</b>
Hierro 4mg	<b>23%</b>
Potasio 280mg	<b>6%</b>
*Los porcentajes de los Valores Diarios Recomendados (VDR) están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal). Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas.	

Realizado por: Tarco W., 2023

**Tabla 4-15:** Etiquetado nutricional de la polenta

<b>Información Nutricional</b>	
Tamaño por porción: 55g	
Porción por envase: apróx. 16	
Cantidad por porción	
Energía (calorías):	377 kJ (90 kcal)
	<b>% VDR*</b>
<b>Grasa Total 1g</b>	<b>2%</b>
Ácidos Grasos saturados 0g	0%
Ácidos Grasos trans 0g	
Ácidos Grasos monoinsaturados 0g	
Ácidos Grasos poliinsaturados 0g	
<b>Colesterol 0 mg</b>	<b>0%</b>
<b>Sodio 0 mg</b>	<b>0%</b>
<b>Carbohidratos Totales 18 g</b>	<b>7%</b>
Fibra Dietética 1 g	4%
<b>Proteína 2 g</b>	<b>4%</b>
Calcio 14mg	1%
Hierro 2mg	8%
Potasio 100mg	2%

\*Los porcentajes de los Valores Diarios Recomendados (VDR) están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal). Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas.

Realizado por: Tarco W., 2023

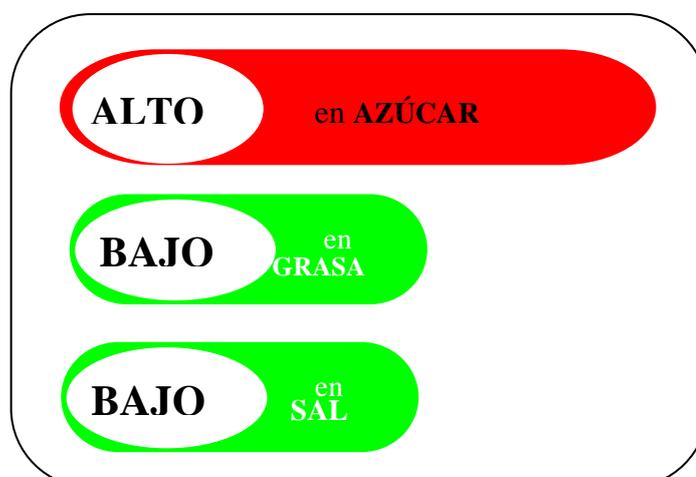
#### 4.7. Etiqueta semáforo

El etiquetado semafórico es una herramienta gráfica que pretende informar a los consumidores sobre las propiedades nutricionales de los productos; haciendo que esta información se más visible y accesible al consumidor a través de un código de colores intuitivo para indicar los niveles de nutrientes presentes en un alimento y tomar decisiones más saludables.



**Ilustración 4-10:** Etiqueta semáforo para la Pasta Alimenticia

Realizado por: Tarco W., 2023



**Ilustración 4-11:** Etiqueta semáforo para la Polenta

Realizado por: Tarco W., 2023

La representación del contenido nutrimental mediante la etiqueta semáforo que se presenta en la Ilustración 4-10 muestra que la pasta alimenticia presenta un contenido medio en grasa, bajo en azúcar y bajo en sal, por lo que se puede considerar que el producto elaborado a base de harina de quinua y harina de maíz es una opción saludable de consumo en una dieta equilibrada y variada.

Mientras que en la Ilustración 4-11, el contenido alto de azúcar en la polenta nos indica que el producto tiene un sabor dulce pronunciado, lo que puede hacer más atractiva para aquellos que buscan opciones más dulces.

## CONCLUSIONES

- Se desarrolló una formulación óptima para la elaboración de pasta y polenta con la combinación de dos harinas de cultivos andinos de quinua y de maíz; siendo la formulación F1 (60% HQ, 40% HM) la que presentó un mejor rendimiento, con una mejor tolerancia de cocción y baja pérdida de sólidos. A partir de los análisis bromatológicos y microbiológicos se determinó que la calidad de la formulación F1 incrementa el valor nutritivo en comparación con pastas convencionales de trigo y de polenta tradicional de maíz, convirtiéndose en una alternativa de consumo para personas con requerimientos nutricionales particulares como los celíacos que requieren de una dieta libre de gluten.
- En el análisis sensorial (escala hedónica) de la pasta y polenta elaborada con 60% de harina de quinua y 40% harina de maíz, se determinó que los productos tuvieron una aceptación del 55% por parte de los jueces no entrenados. Las características de sabor y aroma de ambos productos fueron calificadas como bueno, por otro lado; el atributo de la textura que fue granulada y apariencia de la pasta cocida resulto poco apreciada, mientras que para la polenta fue una opción más atractiva para quienes buscan una experiencia culinaria única.
- En el análisis fisicoquímico de la formulación que presentó el mejor rendimiento, se determinó que la pasta con harina de quinua y maíz posee un valor promedio de humedad de 10,864% que se encuentra dentro del nivel máximo de 14%, cenizas de 2,552% que esta sobre el nivel permisible reportado en la NTE INEN, las grasas se reportó 0,273%, proteína 12,98%, cantidad de hidratos de carbono de 67,466%, acidez de 0,33% estableciéndose dentro de los valores indicados en la normativa ecuatoriana y para el valor de fibra de 5,885% se comparó con la normativa peruana NTP 206.010:1981. Para la polenta con un contenido de humedad del 71,770% lo hace un alimento fácil de digerir, el valor de cenizas de 2,262% y fibra de 4,21% que al compararlos con la normativa peruana la polenta muestra un mayor aporte de minerales esenciales y fibra dietética, al igual la grasa de 0,247% se encuentra dentro del valor mínimo de acuerdo con la norma y para la proteína la Resolución Argentina N° 302/2007 establece un valor de 7,0% pero se encuentra que el porcentaje de 10,98% superando el valor reportado en la normativa argentina. En conjunto, la pasta y polenta son alimentos que presenta una composición nutricional equilibrada para incluir en la dieta.
- En la determinación microbiológica la pasta alimenticia y polenta se reportan en los análisis mínima de presencia de Mohos y levaduras, y Aerobios mesófilos y ausencia de *Salmonella*,

*Staphylococcus aureus*, Coliformes y *E. coli* demostrando ser productos que cumplen con los estándares de calidad e inocuidad.

- Se estableció el sistema gráfico o semáforo nutricional para la pasta, la cual presenta un valor medio en grasa, bajo en azúcar, y bajo de sal; en cambio la polenta muestra un contenido alto en azúcar, bajo en grasa y bajo en sal; el perfil nutricional de ambos productos sugiere que la cantidad de nutrientes que se ingieren en una porción es una opción favorable para una alimentación equilibrada.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda para mejorar la aceptación de productos a base de harina de quinua y harina de maíz, como la pasta y polenta experimentar con ingredientes complementarios y aditivos con el fin de mejorar el sabor y textura, y ofrecer mayores opciones que se adapten a las preferencias de los distintos consumidores.
- Promover investigaciones que se enfoquen al uso de materias primas no tradicionales, como harinas libres de gluten, posibilitando que en la industria alimentaria ecuatoriana exista una gama más amplia de productos para personas con requerimientos nutricionales específicos.
- Elaborar alimentos a base de harinas de cultivos andinos como la quinua y maíz que proporcionan grandes beneficios nutricionales a los consumidores.
- Dar conocer los beneficios y valor nutricional de las harinas de productos autóctonos, como la quinua y amaranto que tienen un alto perfil de aminoácidos esenciales.

## BIBLIOGRAFÍA

**APAZA, V et al.** *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú* [en línea]. 2013. Disponible en: <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/76/1/Apaza.quinua.pdf>

**AMANCHA, C.** *Elaboración de relleno de pie de maracuyá con el empleo de 10, 20, 30% de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*), soya (*Glycine max*) y chocho (*Lupinus mutabilis*) como sustitutos parciales de la maicena* [en línea] 2020. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14184/1/84T00656.pdf>

**BAASH, A.** *International market of corn still tense with US crop* [en línea] 2018. Disponible en: <https://safra.com.br/eng/international-market-of-corn-still-tense-with-us-crop/>

**BACA, L.** *La producción de maíz amarillo en el Ecuador y su relación con la soberanía alimentaria* [en línea] 2016. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/12652>

**BEGUM, J.** *Health Benefits of Polenta* [en línea] 2023. Disponible en: <https://www.webmd.com/diet/health-benefits-polenta>

**BORUNDA, A.** *¿Por qué se está multiplicando realmente la producción mundial de maíz?* [en línea] 2023. Disponible en: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2022/01/por-que-se-esta-multiplicando-realmente-la-produccion-mundial-de-maiz>

**CAMPOS, J et al.** *Quinua (*Chenopodium quinoa*): Composición nutricional y Componentes bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y de la germinación.* *Scientia Agropecuaria* [en línea] 2022. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/4186>

**CEREALES ANDINOS.** *Cereales andinos reinventa la quinua* [en línea]. 2023. Disponible en: <https://www.cerealesandinos.com/>

**CEREZAL, P et al.** *Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; I: Formulación y aceptabilidad.* *Nutrición hospitalaria* [en línea], 2011. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3092/309226769018.pdf>

**COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD.** *Razas de maíz de México* [en línea] 2020. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz>

**CUADRADO, S.** *La quinua en el Ecuador situación actual y su industrialización* [en línea] 2012. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5221>

**DELGADO, D.** *Elaboración de pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli (Brassica oleraceae var. 2iogéne)* [en línea] 2020. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6504/1/ELABORACI%C3%93N%20DE%20PASTA%20ALIMENTICIA%20CON%20SUSTITUCI%C3%93N%20PARCIAL%20DE%20HARINA%20DE%20BR%C3%93COLI%20%28Brassica%20oleraceae%20var.%20italica%29.pdf>

**ENRÍQUEZ, C.** *La quinua perdió protagonismo por baja en el mercado mundial. Revista Líderes* [en línea], 2018. Disponible en: <https://www.revistalideres.ec/lideres/quinua-menorprotagonismo-mercado-ecuador-produccion.html>

**ERENSTEIN, O et al.** *Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications. Food Security* [en línea], 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>

**ESPINALES, E.** *Caracterización físico-química y tecnofuncional de pasta tipo spaghetti elaborado a partir de harinas de cultivos andinos infrutilizados y residuos agroindustriales* [en línea] 2020. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31411/1/AL%20749.pdf>

**FAO.** *La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial* [en línea]. 2011. Disponible en: <https://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>

**FIELDS, T.** *Comida italiana* [en línea] 2020. Disponible en: <https://www.istockphoto.com/es/foto/comida-italiana-gm452635759-30697206>

**FUCHS, L.** *Polenta, el alimento “de pobres” del norte Italia que gana a la pasta: qué es y cómo cocinarla* [en línea] 2020. Disponible en: <https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/polenta-alimento-pobres-norte-italia-que-gana-a-pasta-que-como-cocinarla>

**GANDARILLAS, H et al.** *Razas de quinua en Ecuador* [en línea] 1989. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/438>

**GARCÍA, S et al.** *Development and Structure of the Corn Kernel* [en línea]. 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00006-1>

**GARCÍA, E.** *Elaboración de fideo blanco tipo tornillo a partir de una formulación de harina integral de Trigo y Quinua en Industrias Catedral S.A. UTA.* [en línea] 2020. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30826/1/AL%20745.pdf>

**GAO, Y et al.** *Gluten-free bakery and pasta products: prevalence and quality improvement.* International Journal of Food Science and Technology. 2018.

**GÓMEZ, J.** *Influencia del maíz amarillo (Zea mays) y avena (Avena sativa) en el contenido nutricional de una bebida de malta refrescante* [en línea] 2020. Disponible en: [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GOMEZ%20GUANANGA%20JHON%20CRISTHIAN\\_compressed.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GOMEZ%20GUANANGA%20JHON%20CRISTHIAN_compressed.pdf)

**GRANANDINO.** *Productores de quinua* [en línea]. 2021. Disponible en: <https://gusvillegas.com/granandino/>

**GUACHO, E.** *Caracterización agro-morfológica del maíz (Zea mays L.) de la localidad San José de Chazo* [en línea] 2014. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/234574936.pdf>

**GUSQUE, N.** *Utilización de harina de camote toquecita (Ipomoea batatas l.) para la elaboración de pasta larga* [en línea] 2022. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17807/1/27T00552.pdf>

**HERNÁNDEZ, J.** *La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus". Revista Cubana de Endocrinología* [en línea], 2015. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-29532015000300010](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532015000300010)

**IBARRA, A.** *Estudio de mercado de quinua para su exportación a la Unión Europea.* Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana [en línea], 2019. Disponible en: [https://www.eumed.net/rev/oel/2019/07/estudio-mercado-quinua.html#google\\_vignette](https://www.eumed.net/rev/oel/2019/07/estudio-mercado-quinua.html#google_vignette)

**IICA.** *El mercado y la producción de quinua en el Perú* [en línea]. 2015. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2652/BVE17038730e.pdf>

**JARAMILLO, M.** *Desarrollo de un sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) para garantizar la inocuidad alimentaria en una industria molinera de trigo* [en línea] 2015. Disponible en: <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/1429/1/75860.pdf>

**KATO, T et al.** *El origen y diversificación del maíz en México* [en línea]. 2009. Disponible en: [https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones\\_digitaes/Origen\\_deMaiz.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitaes/Origen_deMaiz.pdf)

**LAGUNA, P.** *Competitividad de la Quinua Ecuatoriana en el Mercado Global de la Quinua* [en línea] 2004. Disponible en: [https://www.academia.edu/603568/Competitividad\\_de\\_la\\_Quinua\\_Ecuatoriana\\_en\\_el\\_Mercado\\_Global\\_de\\_la\\_Quinua](https://www.academia.edu/603568/Competitividad_de_la_Quinua_Ecuatoriana_en_el_Mercado_Global_de_la_Quinua)

**LASCANO, A.** *Estudio reológico de mezclas de harinas de cereales: cebada (*Hordeum vulgare*), maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*), trigo (*Triticum vulgare*) y tubérculo: papa (*Solanum tuberosum*) nacionales con trigo (*Triticum vulgare*) importado para orientar su uso en la elaboración de pan y pastas alimenticias* [en línea] 2010. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/867/1/AL425%20Ref.%203271.pdf>

**LEHMAN, S.** *Spaghetti Nutrition Facts and Health Benefits* [en línea]. 2020. Disponible en: <https://www.verywellfit.com/is-pasta-bad-for-your-health-2506879>

**LEÓN, A.** *Desarrollo de formulaciones de masa para pizza con la inclusión de harina de quinua y diferentes aglutinantes* [en línea] 2022. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18819/1/27T00606.pdf>

**LEÓN, J.** *Evaluación de la concentración de lúpulo y miel de abeja en la elaboración de cerveza artesanal a base de malta de quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus*)* [en línea] 2019. Disponible en: <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/879>

**LUNA, P.** *Barras energéticas a base de cereales* [en línea] 2021. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15527>

**LLUMIQUINGA, N.** *Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos de panificación y pastelería* [en línea] 2022. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34932/1/AL%20823.pdf>

**MAGAP.** *Bolívar declarada la tierra del maíz* [en línea] 2020. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/bolivar-declarada-la-tierra-del-maiz/>

**MALIRO, M et al.** *Prospects for quinoa adaptation and utilization in Eastern and Southern Africa. Technological, institutional and policy considerations* [en línea]. 2021. Disponible en: <https://www.fao.org/3/cb2351en/CB2351EN.pdf>

**MARTÍNEZ, Y.** *Siluet ingresa al mercado nuevas pastas* [en línea] 2020. Disponible en: <https://www.elcentinelatv.ec/index.php/clasificados/item/3707-siluet-ingresa-al-mercado-nuevas-pastas-multicereales>

**MONYAKOVA, S.** *Polenta cocida tradicional en un tazón blanco sobre una mesa de hormigón gris* [[en línea] 2023. Disponible en: <https://www.istockphoto.com/es/foto/polenta-cocida-tradicional-en-un-taz%C3%B3n-blanco-sobre-una-mesa-de-hormig%C3%B3n-gris-gm1219196143-356543257?phrase=Polenta>

**MUCHO MEJOR ECUADOR.** *Los certificados de calidad ecuatorianos* [en línea] 2023. Disponible en: <https://muchomejorecuador.org.ec/tag/normas-inen/#:~:text=Las%20Normas%20INEN%20son%20normativas,las%20empresas%2C%20incrementando%20su%20competitividad>

**NAVARRO, Y.** *Desarrollo de galletas a base de harina de maíz (Zea mays) y quínoa (Chenopodium quinoa) con adición de cáscara de huevo en polvo* [en línea] 2016. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c1749be9-9e74-439a-8f86-fd6635141cd9/content>

**NTE INEN 518.** *Harinas de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento.* 2020.

**NTE INEN 520:2013.** *Primera revisión 2013-09. Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza.* 2022.

**NTE INEN 521:2013.** *Harinas de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable.* 2013.

**NTE INEN 522:2013.** *Harinas de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda.* 2023.

**NTE INEN 523.** *Harinas de origen vegetal. Determinación de grasa.*2015.

**NTE INEN 1334-1.** *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos.* 2014.

**NTE INEN 1375.** *Pastas alimenticias o fideos secos. Requisitos.* 2014.

**NTE INEN 1529-8.** *Control microbiológico de los alimentos. Detección y recuento de Escherichia coli presuntiva por la técnica del número más probable.*2016.

**NTE INEN 1529-14:2013.** *Control microbiológico de los alimentos. Staphylococcus aureus. Recuento en placa de siembra por extensión en superficie.* 2013.

**NTE INEN 1529-15:2013.** *Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección.* 2013.

**NTE INEN 2051:2013.** *Cereales y leguminosas. Maíz molido, sémola, harina, gritz. Requisitos.* 2013.

**NTE INEN 3042:2015.** *Harina de quinua. Requisitos.* 2015.

**PACHECO, G.** *Evaluación nutricional de hojuelas de papa china (Colasia esculenta) enriquecido con quinua (Chenopodium quinoa)* [en línea] 2021. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PACHECO%20BATALLAS%20GENESIS%20BELEN.pdf>

**PÉREZ, P.** *Los tres tipos de quinoa ¿los conoces?* [en línea] 2020. Disponible en: <https://www.mentta.com/blog/tres-tipos-de-quinoa/>

**PORTILLA, A.** *Lka quinua* [en línea], [en línea] 2015. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/article/view/25466/25969>

**RAMOS, J et al.** *Physical and sensory characteristics of corn-based extruded snacks containing amaranth, quinoa and kaniwa flour.* *LWT – Food Science and Technology* [en línea], 2015. Disponible en: [10.1016/j.lwt.2015.07.011](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.011)

**RODRÍGUEZ, J.** *Oportunidad en mercados internacionales para la comercialización de quinua orgánica, desde el cantón bolívar de la provincia del Carchi-Ecuador* [en línea] 2019. Disponible en: <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/850>

**ROJAS, W et al.** *Diversidad Genética de la quinua: Uso potencial para su uso en la agroindustria.* *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* 2016.

**ROSENTRATER, K. y EVERS, A.** *Introduction to cereals and pseudocereals and their production.* 2018.

**SÁNCHEZ, J.** *Evaluación técnica-económica para la producción de una bebida a partir de morocho blanco (Zea mays variedad morochon) y leche* [en línea] 2009. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1694/1/CD-2312.pdf>

**SATÁN, E.** *Elaboración de pasta alimenticia con incorporación parcial de harina de quinua* [en línea] 2022. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/18110>

**SIYUAN S et al.** *Corn phytochemicals and their health benefits.* *Food Science and Human Wellness.* 2018.

**SILVA, B.** *Análisis del potencial de exportación de la quinua orgánica ecuatoriana al mercado internacional* [en línea] 2022. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/19013>

**TALBOT, A.** *What is polenta? Is polenta healthy?* [en línea] 2020. Disponible en: <https://www.hollandandbarrett.com/the-health-hub/food-drink/nutrition/health-benefits-of-polenta/>

**TANWAR, B et al.** *Quinoa.* En J., Johnson, T., Wallace (Eds.), *Whole Grains and their Bioactives: Composition and Health.* 2019.

**TORRES, O et al.** *Effect of Using Quinoa Flour (Chenopodium quinoa Willd.) on the Physicochemical Characteristics of an Extruded Pasta.* 2021.

**URANGO, L.** *Componentes del maíz en la nutrición humana* [en línea]. 2018. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/8iogénesis/article/view/336229/20791758>

**URBINA, S.** *Menú Internacional presentado a la venta en el Restaurante Marcus Apicius* [en línea] 2013. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2565/1/106904.pdf>

**VILLA, D.** *Diseño del proceso industrial para la elaboración de tres variedades de extruido de quinua (Chenopodium quinoa) en COPROBICH* [en línea] 2020. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/14869>

**VILLARREAL, A et al.** *Desarrollo de alimento funcional a partir de productos promisorios andinos. Alimentos Hoy* [en línea] 2017. Disponible en: <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/406>

**ZAMBRANO, C y ANDRADE, M.** *Productividad y precios de maíz duro pre y post Covid-19 en el Ecuador. Revista Universidad y Sociedad* [en línea], 2021. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202021000400143](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000400143)



## ANEXOS

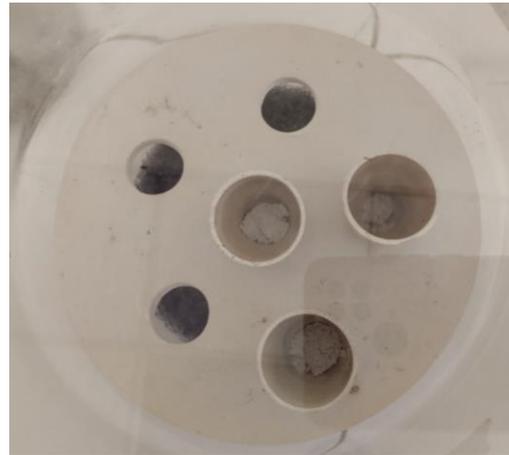
### ANEXO A: ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO

#### PASTA ALIMENTICIA

##### Determinación de humedad



##### Determinación de cenizas



##### Determinación de grasa

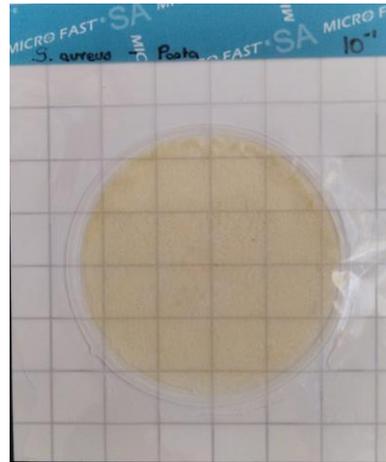


##### Determinación de acidez



##### Recuento de Mohos y levaduras

##### Recuento de *Staphylococcus aureus*





**saqmic**

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS  
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

## EXAMEN BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO: 72-23

CLIENTE: Wendy Tarco

TIPO DE MUESTRA: Pasta alimenticia

FECHA DE RECEPCIÓN: 24 de julio del 2023

FECHA DE MUESTREO: 24 de julio del 2023

### EXAMEN FISICO

COLOR: Característico

OLOR: Característico

ASPECTO: Normal, libre de material extraño

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Proteína	%	INEN 519	12.98
Fibra	%	INEN 522	5.89
Acidez expresada como ácido láctico	%	-	0.33
Mohos y levaduras	UFC/ g	SIEMBRA EN MASA	AUSENCIA
Salmonella	UFC/ 25 g	REVEAL 2.0	NEGATIVO
Staphylococcus Aureus	UFC/ g	SIEMBRA EN MASA	AUSENCIA

RESPONSABLE:

Dra. Gina Álvarez R.

**saqmic**

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS



El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

\*La muestra es receptada en laboratorio.

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid  
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322  
Saqmic Laboratorio  
Riobamba - Ecuador

**saqmic**

# POLENTA

## Determinación de humedad



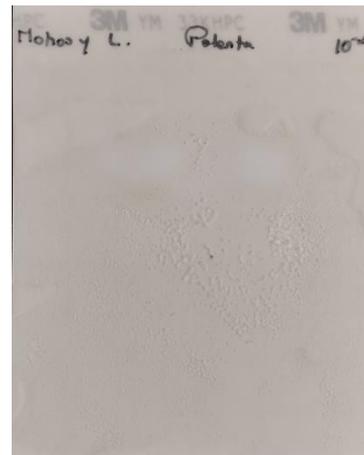
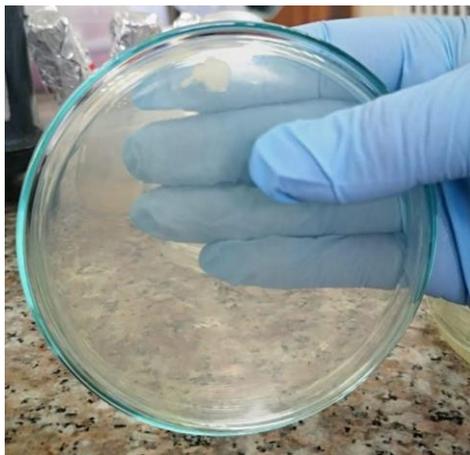
## Determinación de cenizas



## Determinación de grasa

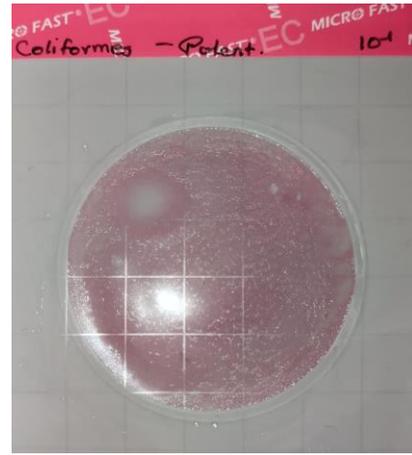
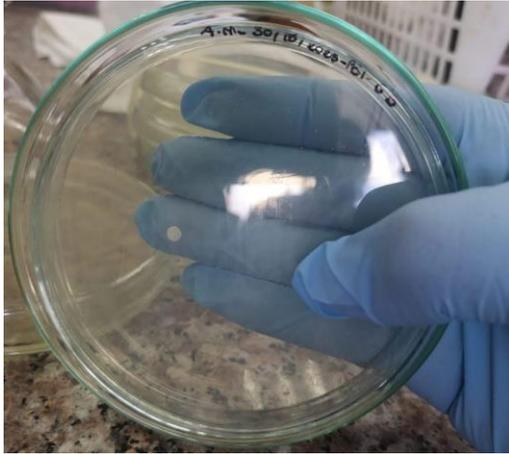


## Recuento de Mohos y levaduras



## Recuento de Aerobios mesófilos

## Recuento de Coliformes y *E. coli*



## ANEXO B: TEST DE DEGUSTACIÓN DE LA PASTA ALIMENTICIA CRUDA



### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

#### ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD

<b>Tema:</b> “Formulación y elaboración de pasta y polenta a base de harina de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) y maíz ( <i>Zea mays</i> )”				
<b>Objetivo:</b> Evaluar el grado de aceptabilidad de la pasta y polenta a base de harina de quinua y maíz.				
Prueba sensorial de aceptación del producto (pasta alimenticia)				
<b>PASTA CRUDA</b>				
Frente a usted se presenta una porción (25g) de pasta alimenticia cruda, observe y evalúe sus características. Indique su nivel de agrado de acuerdo con el puntaje que se presenta a continuación.				
<b>Nombre:</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Categoría</b>		
	1	Me disgusta mucho		
<b>Edad:</b>	2	Me disgusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
<b>Fecha:</b>	4	Me gusta moderadamente		
	5	Me gusta mucho		
<b>Código</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Textura</b>	<b>Apariencia</b>
<b>Observación</b> (Puede colocar el porqué de las valoraciones del producto alimenticio)				

**¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**

**ANEXO C: TEST DE DEGUSTACIÓN DE LA PASTA ALIMENTICIA COCIDA**



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD**

<b>Tema:</b> “Formulación y elaboración de pasta y polenta a base de harina de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) y maíz ( <i>Zea mays</i> )”				
<b>Objetivo:</b> Evaluar el grado de aceptabilidad de la pasta y polenta a base de harina de quinua y maíz.				
Prueba sensorial de aceptación del producto (pasta alimenticia) <b>PASTA COCIDA</b>				
Frente a usted se presenta una porción (55g) de pasta alimenticia cocida, por favor observe las características y sírvase a degustar el producto. Indique señalando con un número entre 1-5 el puntaje para cada una de las características de la pasta alimenticia. Para la prueba correspondiente cada carita señala su nivel de agrado.				
<b>Nombre:</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Categoría</b>		
	1	Me disgusta mucho		
<b>Edad:</b>	2	Me disgusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
<b>Fecha:</b>	4	Me gusta moderadamente		
	5	Me gusta mucho		
<b>Código</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura/Apariencia</b>
<b>Observación</b> (Puede colocar el porqué de las valoraciones del producto alimenticio)				

**¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**

## ANEXO D: TEST DE DEGUSTACIÓN DE LA POLENTA



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

### ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD

<b>Tema:</b> “Formulación y elaboración de pasta y polenta a base de harina de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) y maíz ( <i>Zea mays</i> )”				
<b>Objetivo:</b> Evaluar el grado de aceptabilidad de la pasta y polenta a base de harina de quinua y maíz.				
Prueba sensorial de aceptación del producto <b>POLENTA</b>				
Frente a usted se presenta una porción (55g) de polenta, por favor observe sus características y sírvase degustar el producto. Indique señalando con un número entre 1-5 el puntaje para cada una de las características del producto. Para la prueba correspondiente cada carita señala su nivel de agrado				
<b>Nombre:</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Categoría</b>		
	1	Me disgusta mucho		
<b>Edad:</b>	2	Me disgusta moderadamente		
	3	No me gusta ni me disgusta		
<b>Fecha:</b>	4	Me gusta moderadamente		
	5	Me gusta mucho		
<b>Código</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura/Apariencia</b>
<b>Observación</b> (Puede colocar el porqué de las valoraciones del producto alimenticio)				

**¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**

## ANEXO E: VALORES PARA ETIQUETADO NUTRICIONAL (PASTA ALIMENTICIA)

### CONTENIDO NUTRICIONAL DE CADA INGREDIENTE

Producto o ingrediente por 100g	Calorías (kcal)	Proteínas (g)	Grasa (g)	G. Saturadas (g)	G. Monoinsaturadas (g)	G. Poliinsaturadas (g)	Colesterol (mg)	Hidratos de Carbono (g)	Fibra (g)	Sodio (mg)
Harina de quinua	400	18,67	6,67	1,67	0,00	1,67	0,00	66,67	3,33	16,67
Harina de maíz	360	8,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	76,00	7,00	0,00
Huevo	147	12,58	9,94	3,10	3,81	1,36	423,00	0,77	0,00	140,00
Aceite de oliva	867	0,00	100,00	13,81	72,90	10,52	0,00	0,00	0,00	0,00
Goma xantana	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3800,00
Albaca	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pimienta	251	10,00	3,26	0,98	1,00	1,13	0,00	44,81	26,50	44,00
Agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

### VALORES EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD DE INGREDIENTE

Producto o ingrediente por RECETA	Peso por ingredientes (g)	Calorías kcal	Proteínas (g)	Grasa (g)	G.Saturadas (g)	G.Monoinsaturadas (g)	G.Poliinsaturadas (g)	Colesterol (mg)	Hidratos de Carbono (g)	Fibra (g)	Sodio (mg)
Harina de quinua	210	840,00	39,20	14,00	3,50	0,00	3,50	0,00	140,00	7,00	35,00
Harina de maíz	140	504,00	11,20	2,10	0,00	0,00	0,00	0,00	106,40	9,80	0,00
Huevo	115	169,05	14,47	11,43	3,57	4,38	1,56	486,45	0,89	0,00	161,00
Aceite de oliva	9	78,03	0,00	9,00	1,24	6,56	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00
Goma xantana	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	76,00
Albaca	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pimienta	0,5	1,26	0,05	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,22	0,13	0,22
Agua	19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SUMA PESO POR RECETA	500	1592,34	64,92	36,55	8,31	10,95	6,02	486,45	247,51	16,93	272,22

### INFORMACIÓN NUTRICIONAL POR PORCIÓN

Información Nutricional Pasta Alimenticia					
Tamaño por porción: 55g					
Porción por empaque: apróx. 9					
	500g	100g	1 porción (55g)	Redondeo	%VD
Energía (kcal)	1592,34	318,47	175,16	175	8,75
Proteínas (g)	64,92	12,98	7,14	7	14
Grasa total (g)	36,55	7,31	4,02	4	5
Grasas saturadas (g)	8,31	1,66	0,91	1	5
G. monoinsaturadas (g)	10,95	2,19	1,20	0	
G. Poliinsaturadas (g)	6,02	1,20	0,66	0	
Colesterol (mg)	486,45	97,29	53,51	54	18
Hidratos de carbono (g)	247,51	49,50	27,23	27	10
Fibra (g)	16,93	3,39	1,86	2	7
Sodio (mg)	272,22	54,44	29,94	30	1

## ANEXO F: VALORES PARA EL ETIQUETADO NUTRICIONAL (POLENTA)

### CONTENIDO NUTRICIONAL DE CADA INGREDIENTE

Producto o ingrediente por 100g	Calorías (kcal)	Proteínas (g)	Grasa (g)	G. Saturadas (g)	G. Monoinsaturadas (g)	G. Poliinsaturadas (g)	Colesterol (mg)	Hidratos de Carbono (g)	Fibra Diet (g)	Sodio (mg)
Harina de quinua	400	18,67	6,67	1,67	0,00	1,67	0,00	66,67	3,33	16,67
Harina de maíz	360	8,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	76,00	7,00	0,00
Azúcar	384	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,10	0,00	0,00
Mantequilla	464	0,00	50,71	18,57	10,00	22,14	0,00	0,00	0,00	80,00
Esencia de vainilla	288	0,06	0,06	0,01	0,01	0,00	0,00	12,65	0,00	9,00
Canela en polvo	261	3,89	3,19	0,65	0,48	0,53	0,00	79,85	54,30	26,00
Agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

### VALORES EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD DE INGREDIENTE

Producto o ingrediente por RECETA	Peso por ingredientes (g)	Calorías Kcal	Proteínas (g)	Grasa (g)	G.Saturadas (g)	G.Monoinsaturadas (g)	G.Poliinsaturadas (g)	Colesterol (mg)	Hidratos de Carbono (g)	Fibra (g)	Sodio (mg)
Harina de quinua	150,00	600,00	28,00	10,00	2,50	0,00	2,50	0,00	100,00	5,00	25,00
Harina de maíz	100,00	360,00	8,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	76,00	7,00	0,00
Azúcar	100,00	384,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,10	0,00	0,00
Mantequilla	10,00	46,40	0,00	5,07	1,86	1,00	2,21	0,00	0,00	0,00	8,00
Esencia de vainilla	5,00	14,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,45
Canela en polvo	3,00	7,83	0,12	0,10	0,02	0,01	0,02	0,00	2,40	1,63	0,78
Agua	500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SUMA PESO POR RECETA</b>	<b>868,00</b>	<b>1412,63</b>	<b>36,12</b>	<b>16,67</b>	<b>4,38</b>	<b>1,01</b>	<b>4,73</b>	<b>0,00</b>	<b>278,13</b>	<b>13,63</b>	<b>34,23</b>

### INFORMACIÓN NUTRICIONAL POR PORCIÓN

Información Nutricional Polenta					
Tamaño por porción: 55g					
Porción por empaque: apróx. 16					
	868g	100g	1 porción (55g)	Redondeo	%VD
Energía (kcal)	1412,63	162,75	89,51	90	4,5
Proteínas (g)	36,12	4,16	2,29	2	4
Grasa total (g)	16,67	1,92	1,06	1	1
Grasas saturadas (g)	4,38	0,50	0,28	0	0
G. monoinsaturadas (g)	1,01	0,12	0,06	0	
G. Poliinsaturadas (g)	4,73	0,54	0,30	0	
Colesterol (mg)	0,00	0,00	0,00	0	0
Hidratos de carbono (g)	278,13	32,04	17,62	18	7
Fibra (g)	13,63	1,57	0,86	1	4
Sodio (mg)	34,23	3,94	2,17	0	0

## ANEXO G: NORMA INEN



Quito – Ecuador

NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA

**NTE INEN 1375**  
Segunda revisión  
2014-12

### PASTAS ALIMENTICIAS O FIDEOS SECOS. REQUISITOS

PASTAS AND NOODLES. REQUIREMENTS

---

Correspondencia:

---

DESCRIPTORES: Productos alimenticios, cereales, productos derivados, pastas alimenticias, fideos, requisitos  
ICS: 67.060

6 Páginas
--------------

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	<b>PASTAS ALIMENTICIAS O FIDEOS SECOS REQUISITOS</b>	NTE INEN 1375:2014 Segunda revisión 2014-12
---	--	--

## 1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las pastas alimenticias o fideos secos destinados al consumo humano.

## 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 520, *Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza*

NTE INEN 521, *Harinas de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable*

NTE INEN 616, *Harina de trigo. Requisitos*

NTE INEN 2008, *Sémola de trigo. Requisitos*

NTE INEN 1334-1, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos*

NTE INEN 1334-2, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos*

NTE INEN 1334-3, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 3. Requisitos para declaraciones nutricionales y declaraciones saludables*

NTE INEN 1529-10, *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad*

NTE INEN 1529-14, *Control microbiológico de los alimentos. Staphylococcus aureus. Recuento en placa de siembra por extensión en superficie*

NTE INEN 1529-15, *Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección*

NTE INEN-ISO 712, *Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad Método de referencia*

NTE INEN-ISO 2171, *Cereales, leguminosas y subproductos. Determinación del rendimiento de cenizas por incineración*

NTE INEN-ISO 2859-1, *Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote*

NTE INEN-ISO 20483, *Cereales y leguminosas - Determinación del contenido de nitrógeno y cálculo del contenido de proteína bruta - Método de Kjeldahl*

NTE INEN-ISO 24333, *Cereales y productos derivados. Toma de muestras*

NTE INEN CODEX 192, *Norma General del Codex para aditivos alimentarios*

NTE INEN CODEX 193, *Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y piensos*

RecTE INEN OIML R 87, *Cantidad de producto en paquetes*

AOAC 994.10, *Cholesterol in Foods, Direct Saponification. Gas Chromatographic Method*

### 3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:

**3.1 Pastas alimenticias o fideos secos.** Productos no fermentados, obtenidos por la mezcla de agua potable con harina de trigo o sémola de trigo duro o mezcla de ambas, sometidos a un proceso de laminación y/o extrusión y a un posterior proceso de secado.

**3.2 Pastas alimenticias o fideos compuestos.** Productos definidos en el numeral 3.1 a los que se les ha incorporado en el proceso de elaboración uno o varios de los siguientes ingredientes: gluten, soya, huevos frescos o deshidratados, productos lácteos u fuentes de proteína; hortalizas frescas, desecadas, en conserva, jugos o extractos; o cualquier otro ingrediente alimenticio.

**3.3 Pastas alimenticias o fideos rellenos.** Productos definidos en los numerales 3.1 y 3.2 que contienen en su interior uno o varios de los siguientes ingredientes: carne, grasas de animales y vegetales, productos de la pesca, verduras, huevos, derivados lácteos, especias, condimentos u otros ingredientes alimenticios.

**3.4 Pastas o fideos especiales.** Productos obtenidos por la mezcla de derivados de trigo y otras farináceas aptas para el consumo humano.

### 4. CLASIFICACIÓN

#### 4.1 Por su forma:

- a) Pastas alimenticias o fideos largos. Spaghetti, tallarines fettuccine, cabello de ángel y otros.
- b) Pastas alimenticias o fideos cortos. Lazos, codito, caracoles, conchitas, tornillo, macarrón, letras, números, animalitos, penne rigate, fusilli y otros.
- c) Pastas alimenticias o fideos enroscados. Son las pastas alimenticias o fideos largos que se presentan en forma de madejas, nidos, espiral y otros.
- d) Pastas rellenas. Ravioli, cappelletti, tortellini y otros.
- e) Pastas en láminas. Lasañas, canelones y otros.

#### 4.2 Por su composición

- a) Pastas alimenticias o fideos de sémola de trigo duro.
- b) Pastas alimenticias o fideos de harina de trigo.
- c) Pastas alimenticias o fideos de la mezcla de sémola de trigo duro y harina de trigo.
- d) Pastas alimenticias o fideos de sémola integral de trigo duro o harina integral de trigo.
- e) Pastas alimenticias o fideos compuestos.

f) Pastas alimenticias o fideos rellenos.

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Generalidades

La harina de trigo o la sémola de trigo duro empleada para la elaboración de las pastas alimenticias debe cumplir con lo establecido en la NTE INEN 616 y la NTE INEN 2008, respectivamente.

### 5.2 Requisitos físicos y químicos

Las pastas alimenticias o fideos secos deben cumplir con los requisitos físicos y químicos indicados en la Tabla 1.

**TABLA 1. Requisitos físicos y químicos para pastas alimenticias o fideos secos**

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Humedad	%	-	14,0	NTE INEN-ISO 712
Cenizas*				
Sémola de trigo duro		-	1,30	
Harina de trigo		-	0,85	
Mezcla de sémola de trigo duro y harina de trigo		-	0,98	
Sémola integral de trigo duro o harina integral de trigo	%	-	2,10	NTE INEN-ISO 2171
Compuestos				
Con huevo		-	1,20	
Con vegetales		-	1,50	
Con gluten u otra fuente proteica		-	1,10	
Rellenos		-	2,60	
Proteína*				
Sémola de trigo duro y harina de trigo		10,5	-	
Mezcla de sémola de trigo duro y harina de trigo		10,5	-	
Sémola integral de trigo duro o harina integral de trigo	%	11,5	-	NTE INEN-ISO 20483
Compuestos				
Con huevo		12,5	-	
Con vegetales		10,0	-	
Con gluten u otra fuente proteica		18,0	-	
Rellenos		12,0	-	
Acidez, expresada como ácido sulfúrico	%	-	0,45	NTE INEN 521
Colesterol**, en base seca	mg/kg	150	-	AOAC 994.10***

\* Expresado en fracción de masa en base seca, en porcentaje.  
 \*\* Requisito solo para pastas alimenticias o fideos en los que durante el proceso se han incorporado huevos frescos, enteros, congelados o deshidratados.  
 \*\*\* Los métodos AOAC pueden ser utilizados para fines de control de calidad.

### 5.3 Requisitos microbiológicos

Las pastas alimenticias o fideos secos deben cumplir con los requisitos microbiológicos indicados en la Tabla 2.

**TABLA 2. Requisitos microbiológicos para pastas alimenticias o fideos secos**

Requisito	Unidad	n	c	m	M	Método de ensayo
Mohos y levaduras	UFC/g	5	2	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$	NTE INEN 1529-10
<i>Salmonella</i> *	en 25 g	5	0	ausencia	ausencia	NTE INEN 1529-15
<i>Staphylococcus aureus</i> **	UFC/g	5	0	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	NTE INEN 1529-14

\* Requisito solo para pastas alimenticias o fideos con adición de huevo o derivados lácteos.  
 \*\* Requisito solo para pastas alimenticias o fideos rellenos.

donde

- n Número de muestras del lote que deben analizarse,
- c Número de muestras defectuosas aceptables,
- m Límite de aceptación,
- M Límite de rechazo.

### 5.4 Aditivos

La utilización de uno o varios aditivos alimentarios, así como la presencia de uno o varios aditivos alimentarios transferidos de los ingredientes, deben cumplir el nivel máximo permitido por la NTE INEN CODEX 192.

### 5.5 Contaminantes

El producto que comprende esta norma debe ser elaborado con trigo que cumpla los niveles máximos establecidos en la NTE INEN-CODEX 193.

### 5.6 Requisitos organolépticos

Las pastas alimenticias o fideos secos deben ser aceptables en lo que se refiere a su aspecto, textura, aroma, sabor y color.

5.7 Las pastas alimenticias o fideos secos deben almacenarse en lugares secos, bien ventilados y sobre paletas que garanticen una buena circulación de aire. Estas mismas condiciones deben cumplirse durante el transporte.

## 6. INSPECCIÓN

### 6.1 Muestreo

Las muestras que se tomen para el ensayo pueden realizarse de acuerdo a la NTE INEN ISO 24333 y para la determinación de la cantidad de muestras puede realizarse de acuerdo a la NTE INEN ISO 2859-1.

### 6.2 Aceptación o rechazo

Si el producto cumple con los requisitos especificados en esta norma el lote es aceptado.



esPOCH

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 19 / 01 / 2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Wendy Mishell Tarco Mullo
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Bioquímica y Farmacia
<b>Título a optar:</b> Bioquímica Farmacéutica
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo



0005-DBRA-UPT-2024