



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Química

“Elaboración de un producto cárnico funcional reemplazando la proteína cárnica por proteína vegetal”

Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Ingeniero Químico

Autor:

Edwin Fabricio Shegurdy Piña

CI: 0704988104

E-mail: fabro.shegurdy@gmail.com

Director:

Ing. Servio Rodrigo Astudillo Segovia

CI: 0101488609

Cuenca – Ecuador

21 de octubre de 2021



RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es realizar la sustitución de un porcentaje del contenido cárnico por proteína vegetal en la elaboración de un producto cárnico cocido, empleando amaranto, quinua y cebada, para encontrar una dosificación óptima con la cual, las propiedades físicas, químicas y organolépticas propias de un embutido tradicional, no sean afectadas.

El incremento en peso tras la cocción, presentado por el amaranto fue del 100%, mientras que, de la quinua y cebada, fue del 200%. Se probaron dosificaciones de sustituyente vegetal de 10, 20, 30, 40, 50, 60 y 70%, de tal forma que esta última fue el límite en el cual el producto presentó fallas en su estructura. Cada dosificación fue sometida a análisis sensorial y estadístico, y se determinó que el porcentaje óptimo de sustituyente vegetal es del 40%. La textura fue el parámetro determinante en los ensayos, mientras que el sabor se pierde a medida que aumenta la cantidad de sustituyente.

Se realizó el análisis bromatológico del producto final en base al número de Feder y se determinó que este es un embutido tipo I, en el que se reduce el contenido de proteína y grasa en un 2% y 6% respectivamente, en comparación con un embutido testigo con 0% de sustitución de proteína cárnica. En base al análisis nutricional, el producto final tiene un contenido medio, tanto de grasa como de sal.

Se realizó también un análisis microbiológico con el que se determinó que el producto final con 40% de sustitución de proteína cárnica por proteína vegetal, cumple con los requisitos exigidos por la NTE INEN 1338 y por lo tanto es apto para el consumo humano. Finalmente, la ficha de estabilidad estableció que el producto tiene un tiempo de vida de 26 días.

Palabras clave: Proteína. Amaranto. Quinua. Cebada. Producto cárnico cocido. Embutido.



ABSTRACT

The objective of this job is to substitute a percentage of the meat content for vegetable protein in the elaboration of a cooked meat product, using amaranth, quinoa and barley, to find an optimal dosage with which the physical, chemical and organoleptic characteristics typical of a traditional sausage, are not affected.

The increase in weight after cooking presented by amaranth was 100%, while, for quinoa and barley, it was 200%. Vegetable substituent dosages of 10, 20, 30, 40, 50, 60 and 70% were tested, in such a way that the latter was the limit in which the product presented failures in its structure. Each dosage was subjected to sensory and statistical analysis, and it was determined that the optimum percentage of vegetable substituent is 40%. Texture was the determining parameter in the tests, while flavor is lost as the number of substituent increases.

The bromatological analysis of the final product was carried out based on the Feder number and it was determined that this is a type I sausage, in which the protein and fat content is reduced by 2% and 6% respectively, compared to a sausage control with 0% substitution of meat protein. Based on nutritional analysis, the final product has a medium content, both fat and salt.

A microbiological analysis was also carried out with which it was determined that the final product with 40% substitution of meat protein for vegetable protein, meets the requirements of the NTE INEN 1338 and therefore is suitable for human consumption. Finally, the stability sheet established that the product has a shelf life of 26 days.

Keywords: Protein. Amaranth. Quinoa. Barley. Cooked meat product. Sausage.



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 14

OBJETIVOS 15

OBJETIVO GENERAL..... 15

OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 15

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO..... 16

1.1. CEREALES 16

 1.1.1. *Composición de los Cereales..... 17*

 1.1.1.1. Proteínas 17

 1.1.1.2. Grasas..... 18

 1.1.1.3. Carbohidratos..... 19

 1.1.1.4. Vitaminas 19

 1.1.1.5. Minerales 20

 1.1.2. *Amaranto..... 22*

 1.1.3. *Quinoa 23*

 1.1.4. *Cebada..... 27*

1.2. EMBUTIDOS 29

 1.2.1. *Clasificación de los embutidos..... 29*

 1.2.1.1. Embutidos crudos 29

 1.2.1.2. Embutidos escaldados..... 29

 1.2.1.3. Embutidos cocidos 29

 1.2.2. *Emulsiones Cárnicas 29*

 1.2.2.1. Definición 29

 1.2.2.2. Objetivos de la Emulsificación..... 30

 1.2.2.3. Factores que influyen en la estabilidad de una emulsión cárnica 30

 1.2.2.3.1. Formulación 30

 1.2.2.3.2. Temperatura 30

 1.2.2.3.3. Tiempo 31

 1.2.2.3.4. Cantidad de Sal 31

 1.2.2.3.5. pH..... 31

 1.2.2.4. Capacidad emulsionante 31

 1.2.3. *Componentes de los embutidos..... 32*

 1.2.3.1. Carne 32

 1.2.3.1.1. Definición de carne 32

 1.2.3.1.2. Conversión del músculo en carne 32

 1.2.3.1.2.1. Pre-rigor 32

 1.2.3.1.2.2. Rigor-mortis 32

 1.2.3.1.2.3. Maduración..... 32

 1.2.3.1.2.4. Defectos PSE y DFD 32

 1.2.3.1.3. Composición de la carne 33

 1.2.3.1.3.1. Proteínas..... 33

 1.2.3.1.3.2. Grasa 33

 1.2.3.1.3.3. Agua 33

 1.2.3.1.3.4. Sales minerales 33

 1.2.3.1.4. Capacidad de retención de agua..... 34

 1.2.3.1.5. Capacidad emulsionante..... 34

 1.2.3.2. Grasa 34

 1.2.3.3. Agua 34



1.2.3.4.	Aditivos	34
1.2.3.4.1.	Nitritos y nitratos	34
1.2.3.4.2.	Ácido sórbico y sorbatos	35
1.2.3.4.3.	Ascorbatos y eritorbatos.....	35
1.2.3.4.4.	Polifosfatos o fosfatos.....	35
1.2.3.4.5.	Sal	35
1.2.3.4.6.	Almidones	35
1.2.3.4.7.	Potenciadores de sabor	35
1.2.3.4.8.	Colorantes.....	35
1.2.3.5.	Condimentos y especias.....	36
1.2.3.6.	Tripas.....	36
1.2.3.6.1.	Tripas naturales	36
1.2.3.6.2.	Tripas de celulosa.....	36
1.2.4.	Chorizo	36
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA		37
2.1.	LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO	37
2.2.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	37
2.3.	MATERIALES.....	37
2.3.1.	<i>Materia prima y equipos.....</i>	<i>37</i>
2.3.2.	<i>Aditivos y especias.....</i>	<i>38</i>
2.4.	ELABORACIÓN DEL EMBUTIDO	38
2.4.1.	<i>Descripción de la receta.....</i>	<i>38</i>
2.4.2.	<i>Proceso de elaboración.....</i>	<i>39</i>
2.4.2.1.	Picado.....	39
2.4.2.2.	Molido.....	39
2.4.2.3.	Mezclado.....	40
2.4.2.4.	Mezclado con cereales	40
2.4.2.5.	Embutido y porcionado	41
2.4.2.6.	Ahumado.....	41
2.4.2.7.	Escaldado	42
2.4.2.8.	Enfriado (shock térmico) y oreo	42
2.4.2.9.	Empacado.....	42
2.4.3.	<i>Diagrama de bloque del proceso de elaboración del embutido ahumado</i>	<i>43</i>
2.5.	CÁLCULOS PARA ELABORACIÓN DE PASTÓN Y EMBUTIDO.....	44
2.5.1.	<i>Cálculo de cantidad de retenedores de humedad y agua.....</i>	<i>44</i>
2.5.2.	<i>Cálculo de cantidad de pastón.....</i>	<i>44</i>
2.5.3.	<i>Cálculo de cantidad de masa final.....</i>	<i>45</i>
2.5.4.	<i>Cálculo del incremento de peso de los cereales.....</i>	<i>45</i>
2.6.	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y ESTABILIDAD	45
2.6.1.	<i>Cálculos del informe bromatológico</i>	<i>45</i>
2.6.2.	<i>Determinación del pH.....</i>	<i>47</i>
2.7.	ESTUDIO SENSORIAL Y ESTADÍSTICO	47
2.7.1.	<i>Ensayos en pastón</i>	<i>47</i>
2.7.2.	<i>Ensayos en Embutido Ahumado</i>	<i>47</i>
2.7.3.	<i>Ensayos finales.....</i>	<i>47</i>
2.7.4.	<i>Análisis sensorial de los productos elaborados.....</i>	<i>48</i>
2.7.5.	<i>Cálculo del número de degustadores.....</i>	<i>48</i>
2.7.6.	<i>Diseño de encuesta de degustación.....</i>	<i>48</i>
CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		49



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.1.	PROPIEDADES DE LOS CEREALES EMPLEADOS	49
3.1.1.	<i>Composición nutricional de los cereales empleados.....</i>	49
3.1.2.	<i>Rendimiento de cereales.....</i>	50
3.2.	ANÁLISIS SENSORIAL Y ESTADÍSTICO DE LOS ENSAYOS DE DOSIFICACIÓN	50
3.2.1.	<i>Ensayos preliminares en pastón</i>	50
3.2.2.	<i>Ensayos en embutido ahumado.....</i>	52
3.2.2.1.	Análisis de parámetros organolépticos	52
3.2.2.2.	Determinación de dosificación óptima (producto final)	53
3.3.	INFORME BROMATOLÓGICO DEL PRODUCTO FINAL	54
3.3.1.	<i>Formulación del producto final.....</i>	54
3.3.2.	<i>Evaluación de la fórmula del producto testigo y producto final</i>	54
3.3.3.	<i>Composición nutricional del producto testigo y producto final</i>	55
3.4.	INFORME NUTRICIONAL DEL PRODUCTO FINAL	56
3.5.	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PRODUCTO FINAL	59
3.6.	ESTABILIDAD DEL PRODUCTO FINAL	60
3.7.	INFORME MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO FINAL	60
	CONCLUSIONES.....	61
	RECOMENDACIONES.....	62
	BIBLIOGRAFÍA	63
	ANEXOS	67



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición general de los cereales.	17
Tabla 2 Fracciones de Osborne (%) en las proteínas de algunos cereales.	17
Tabla 3 Algunos ácidos grasos saturados.	18
Tabla 4 Algunos ácidos grasos insaturados.	19
Tabla 5 Contenido aproximado de vitaminas del grupo B (mg/kg) en algunos cereales en grano.	20
Tabla 6 Clasificación de los minerales esenciales.	21
Tabla 7 Contenido aproximado de minerales esenciales (mg/100g) en algunos cereales.	21
Tabla 8 Contenido de aminoácidos esenciales en la proteína del Amaranto.	23
Tabla 9 Composición proteica de la Quinua (g/100g proteína), comparada con la FAO.	25
Tabla 10 Contenido de lípidos de la Quinua frente a los del Maíz (% de fracción lipídica).	25
Tabla 11 Contenido de Vitaminas del grano de Quinua.....	26
Tabla 12 Contenido de Minerales del grano de Quinua.....	26
Tabla 13 Contenido de aminoácido en la proteína de la cebada. %N en proteína.	28
Tabla 14 Principales minerales presentes en 100g de Cebada.	28
Tabla 15 Composición promedio de la carne de res y cerdo (%).	33
Tabla 16 Materia prima y equipos utilizados.....	37
Tabla 17 Aditivos y especias utilizados en el pastón base	38
Tabla 18 Porcentaje de ingredientes del pastón base	38
Tabla 19 Composición nutricional del Amaranto.....	49
Tabla 20 Composición nutricional de la Quinua	49
Tabla 21 Composición nutricional de la Cebada	49
Tabla 22 Rendimiento en peso de los cereales.....	50
Tabla 23 Componentes del embutido con dosificación al 40%	54
Tabla 24 Evaluación de la fórmula del embutido testigo (0% dosificación)	54
Tabla 25 Evaluación de la fórmula del embutido final (40% dosificación)	55
Tabla 26 Requisitos bromatológicos para productos cárnicos cocidos	55
Tabla 27 Comparación de las composiciones nutricionales del embutido testigo y al 40%.....	56
Tabla 28 Contenido de componentes y concentraciones permitidas.....	56
Tabla 29 Informe nutricional Embutido Tipo I con 0% de dosificación.....	57
Tabla 30 Informe nutricional Embutido Tipo I con 40% de dosificación.....	58
Tabla 31 Costo de elaboración del embutido testigo y con dosificación al 40%.....	59
Tabla 32 Ficha de estabilidad del embutido al 40% de dosificación.....	60



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Nivel de aceptación en pastón al 10, 20 y 30% de sustitución	51
Gráfico 2 Nivel de aceptación por parámetro en pastón al 10, 20 y 30% de sustitución	51
Gráfico 3 Nivel de aceptación por parámetro en embutido ahumado al 0 - 70% de sustitución	52
Gráfico 4 Porcentaje óptimo de sustitución de proteína cárnica por proteína vegetal	53

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Cantidad de retenedores	44
Ecuación 2 Cantidad de agua requerida	44
Ecuación 3 Cantidad de pastón	44
Ecuación 4 Cantidad de masa final	45
Ecuación 5 Incremento en peso de cereales	45
Ecuación 6 Número de Feder	45
Ecuación 7 Porcentaje de proteína	46
Ecuación 8 Contenido de proteína en el producto final	46
Ecuación 9 Contenido de grasa en el producto final	46
Ecuación 10 Contenido de humedad en el producto final	47
Ecuación 11 Contenido de almidón en el producto final	47
Ecuación 12 Número de degustadores	48



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Estructura anatómica del grano de trigo (corte longitudinal).....	16
Ilustración 2 Estructura anatómica del grano de trigo (corte transversal).	16
Ilustración 3 Carne picada.....	39
Ilustración 4 Cuterizado de grasa	39
Ilustración 5 Molido de carne de res	39
Ilustración 6 Mezclado de materias primas, aditivos y especias	40
Ilustración 7 Amaranto cocido	40
Ilustración 8 Quinoa cocida.....	40
Ilustración 9 Cebada cocida	40
Ilustración 10 Porcionado de chorizos.....	41
Ilustración 11 Etapa de ahumado.....	41
Ilustración 12 Oreo de los chorizos	42
Ilustración 13 Producto final	42
Ilustración 14 Semáforo nutricional Embutido Tipo I con 0% de dosificación	57
Ilustración 15 Semáforo nutricional Embutido Tipo I con 40% de dosificación	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha de degustación de embutidos a diferentes dosificaciones.....	67
Anexo 2 Informe microbiológico del producto final	68
Anexo 3 Etiqueta	68
Anexo 4 Pruebas de degustación	68
Anexo 5 Aspecto de los cereales en la estructura del producto	68
Anexo 6 Producto final listo para ser comercializado	68



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Cláusula de Propiedad Intelectual

Edwin Fabricio Shegurdy Piña, autor del trabajo de titulación “Elaboración de un producto cárnico funcional reemplazando la proteína cárnica por proteína vegetal”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 21 de octubre de 2021

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

Edwin Fabricio Shegurdy Piña

C.I.: 0704988104



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Edwin Fabricio Shegurdy Piña, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Elaboración de un producto cárnico funcional reemplazando la proteína cárnica por proteína vegetal", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 21 de octubre de 2021



Edwin Fabricio Shegurdy Piña
C.I: 0704988104



UNIVERSIDAD DE CUENCA

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme lograr esta meta a pesar de todas las adversidades de la vida; por ser mi guía, compañía y fortaleza durante este largo camino.

Extiendo mi sincero agradecimiento al Ingeniero Servio Astudillo, por todo el apoyo, predisposición y paciencia durante la realización de este trabajo.

De igual manera, agradezco a la Universidad de Cuenca y a los docentes de la Facultad de Ciencias Químicas por haber sido partícipes de mi formación académica.

Finalmente, quiero decir que me resulta difícil expresar toda mi gratitud hacia tantas personas que debería incluir en este espacio, afortunadamente la vida me ha puesto en el camino a personas maravillosas, en mi círculo familiar y social, que han sido apoyo e impulso a lo largo de mi vida y piezas clave en mi formación personal y académica, de diversas maneras. No me queda más que decir, gracias familia, por todo el apoyo moral, emocional y económico; gracias amigos verdaderos, por tanta comprensión y motivación.



DEDICATORIA

Le dedico este logro a mi madre, Teresita Piña, mi más grande tesoro e inspiración, mi ejemplo de amor, devoción y sacrificio. Quien me ha dado siempre lo suficiente para ser feliz y por quien, hoy estoy aquí.

De igual manera a mi tía Blanca Piña, que ha sido como mi segunda madre, siempre esforzándose por que no me falte nada y haciéndome sentir siempre querido.

A mi padre, Edwin Shegurdy Russo (+), quien, a pesar de sus errores, supo corregir mi camino, escucharme y guiarme cuando fue necesario. Sé que, si estuviera aquí, estaría muy orgulloso de mí.

Con mucho cariño, a mi familia y amigos cercanos, aquellas personas que no dejaron de creer en mí a pesar de mis tropiezos y, por el contrario, siempre estuvieron presentes para todo lo que necesitara.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, comer deja de ser solo una necesidad biológica para sobrevivir, y se convierte en un acto placentero en el que se combina alimento, salud y sabor. Una alimentación adecuada debe consistir en nutrir y aportar bienestar tanto físico, como mental (Díaz et al., 2014).

Debido a su composición nutricional, la carne es uno de los alimentos más importantes en la dieta, principalmente por su aporte energético y proteínico, fundamentales para un sinnúmero de procesos en el organismo. Sin embargo, las carnes rojas y sus derivados aportan significativamente grasas saturadas y colesterol a la dieta, por ello su consumo excesivo resulta ser perjudicial en los hábitos alimenticios (Fundación Española de nutrición, 2005).

Los cereales y sus derivados, junto con la proteína de soya, son los sustituyentes o extensores cárnicos más destacados. Aunque, nutricionalmente hablando, si bien el uso de ellos aporta con proteínas de importante valor biológico, no sustituye completamente a la proteína cárnica y los nutrientes que provienen de ella (Blanno, 2006).

Se conoce que el contenido de proteína en los cereales es modesto, lo cual puede ser compensado con el correcto racionamiento. Los cereales más destacados son el amaranto y la quinua, con un contenido proteínico aproximado de 15%. Además, estos cuentan con todos los aminoácidos esenciales que deben ser aportados al organismo por la dieta (Huamanchumo, 2020).

Ortega et al. (2015) en su investigación sugieren que los cereales, al igual que verduras y hortalizas, son alimentos básicos en una dieta adecuada y deben ser consumidos en raciones de 6-10/día. No obstante, este aporte recomendado ha tenido un descenso paulatino y actualmente se encuentra muy por debajo del deseado.

Es por esto que, mediante esta investigación, se plantea desarrollar un producto cárnico funcional, cuya formulación incluya la parte cárnica y la vegetal, buscando hallar un equilibrio óptimo entre estos ingredientes para obtener un embutido que no altere las características propias de uno tradicional. De esta manera, se trata de que la adición del sustituyente mejore la calidad del producto, moderando el consumo de carne y grasa, y a partir de la misma cantidad de materia prima cárnica, se logre que se consuma además una cantidad adicional de proteína vegetal.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un producto cárnico funcional en el que se sustituya una parte de proteína cárnica por proteína vegetal

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las propiedades de las principales materias primas a emplear.
- Establecer las variaciones respectivas en la receta y tipo de pastón a emplear como base del producto.
- Determinar el porcentaje óptimo de dosificación de proteína vegetal mediante análisis estadístico
- Evaluar las características físicas, químicas, microbiológicas y organolépticas del producto final, mediante análisis sensorial y análisis de laboratorio.
- Elaborar un producto que cumpla con propiedades organolépticas y especificaciones establecidas por la norma NTE INEN 1338.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1. Cereales

Los cereales son el grupo conformado por las semillas de las plantas gramíneas, que por sus propiedades y características son una parte fundamental en nuestra alimentación. Los cereales en grano tienen un bajo contenido de grasas, pero que resultan importantes debido a que son constituidas por ácidos grasos insaturados y ácidos grasos esenciales. Además, aproximadamente un 10% del peso está representado por proteínas ricas en aminoácidos esenciales pero pobres en lisina; entre un 60-75% del peso está constituido por almidones, por lo que los cereales representan un importante aporte energético a nuestra dieta (Lozano et al., 2012).

Todos los granos de cereales varían en tamaño y forma, sin embargo, su estructura anatómica es muy similar. En las *ilustraciones 1 y 2* se muestra la estructura del grano de trigo, que está formado por dos partes diferentes: el pericarpio, que a su vez se divide en cubierta externa e interna; y semilla, dividida en endospermo y germen. En el endospermo se puede reconocer la aleurona y el núcleo amiláceo (Cervera et al., 2004; García & Guerra, 2017).

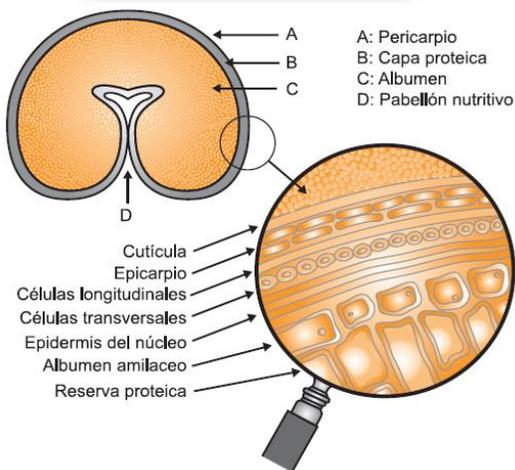


Ilustración 2 Estructura anatómica del grano de trigo (corte transversal).

Fuente: (García-Villanova & Guerra Hernández, 2017)

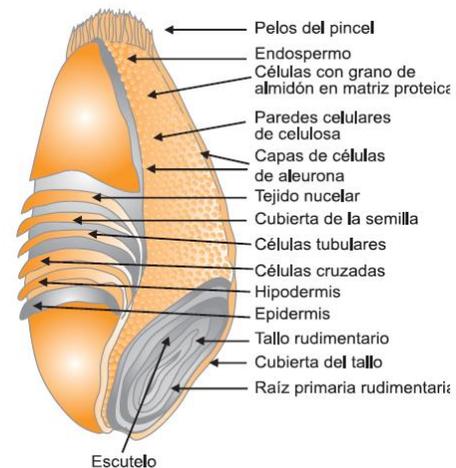


Ilustración 1 Estructura anatómica del grano de trigo (corte longitudinal).

Fuente: (García-Villanova & Guerra Hernández, 2017)

La cáscara y el pericarpio son ricos en celulosa, pentosas y cenizas; el germen es rico en proteínas, lípidos, azúcares y componentes de cenizas. El endospermo contiene casi todo el almidón presente en el grano y contiene bajas cantidades de proteínas en comparación con el germen; también es bajo en componentes de cenizas y grasas. En definitiva, los cereales son una fuente primaria y diversificada de nutrientes (Pomeranz, 2000).



1.1.1. Composición de los Cereales

La cantidad de nutrientes presentes en cada cereal varía en función del tipo de cereal y de factores externos como: técnicas de cultivo aplicadas, tipo de suelo y condiciones climáticas.

Componente	Porcentaje
Proteína	7-12
Grasa	1-6
Carbohidratos	63-73
Fibra	4-8
Humedad	10-14
Cenizas	1,5-2,5
Vitaminas y Minerales	1

Tabla 1 Composición general de los cereales.

Fuente: (Hernández Alarcón, 2006)

1.1.1.1. Proteínas

Desde el punto de vista nutricional, las proteínas juegan un papel fundamental en el aporte de aminoácidos que permiten la síntesis de proteínas estructurales y funcionales en el organismo (Vega & Iñarritu, 2010).

En 1907, Osborne clasificó a las proteínas según su solubilidad, como se muestra en la *Tabla 2*. De esta manera, las proteínas de los cereales se dividen en 4 grupos: albúminas, solubles en agua; globulinas, solubles en solución salina diluida; prolamina, soluble en etanol acuoso; y glutelinas, solubles o dispersables en ácido o álcali diluido (Seibel et al., 2006).

Fracción	Trigo	Arroz	Maíz	Avena	Centeno	Cebada	Mijo
Albúminas	14,7	10,8	4,0	20,2	44,4	12,1	18,2
Globulinas	7,0	9,7	2,8	11,9	10,2	8,4	6,1
Prolaminas	32,6	2,2	47,9	14,0	20,9	25,0	33,9
Glutelinas	45,7	77,3	45,3	53,9	24,5	54,5	41,8

Tabla 2 Fracciones de Osborne (%) en las proteínas de algunos cereales.

Fuente: (García & Guerra, 2017)



Las moléculas de proteína están compuestas por unidades monoméricas llamadas aminoácidos, a los cuales se le atribuyen sus características y propiedades. Algunos de estos aminoácidos pueden ser sintetizados en el hígado gracias a su capacidad enzimática, pero otros no pueden ser producidos. A estos se los conoce como aminoácidos esenciales y su aporte se realiza con la ingesta de alimentos. Estos son: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina (Cervera et al., 2004).

Los cereales contienen todos los aminoácidos esenciales, pero son deficientes en lisina y metionina, por lo que no pueden ser considerados como única fuente de proteínas en la alimentación del ser humano (García & Guerra, 2017).

1.1.1.2. Grasas

Las grasas son un grupo de compuestos químicos que se caracterizan por ser insolubles en sustancias polares como el agua, y liposolubles en disolventes orgánicos apolares como cloroformo, hexano y éter. En el campo alimentario, los lípidos influyen en características organolépticas de los alimentos, ya que estos actúan como vehículo de aromas, permiten la formación y estabilización de emulsiones, y se absorben lentamente brindando sensación de saciedad (Klukinski, 2003).

Los cereales tienen un bajo y muy variable contenido de grasas, por lo general de entre 1,5 y 4%, pero de gran importancia, ya que contienen ácido grasos insaturados y ácidos grasos esenciales. Estas grasas están concentradas en el germen y en menos cantidad en la capa de aleurona (Klukinski, 2003; Villanueva, 2012).

Los ácidos grasos saturados poseen enlaces sencillos entre los átomos de carbono (*Tabla 3*) y constituyen del 11 al 26%; los insaturados poseen uno o varios dobles enlaces en la cadena principal (*Tabla 4*), y constituyen del 72 al 85% del total.

Ácido Graso	Carbonos	Ácido Graso	Carbonos
Ácido butírico	4	Ácido mirístico	14
Ácido caproico	6	Ácido palmítico	16
Ácido caprílico	8	Ácido esteárico	18
Ácido cáprico	10	Ácido araquídico	20
Ácido láurico	12		

Tabla 3 Algunos ácidos grasos saturados.

Fuente: (Klukinski, 2003)



Ácido Graso	Carbonos	Dobles enlaces
Ácido oleico	18	1
Ácido linoleico	18	2
Ácido linolénico	18	3
Ácido araquidónico	20	4
Ácido eicosapentanoico	20	5
Ácido docosahexanoico	22	6

Tabla 4 Algunos ácidos grasos insaturados.

Fuente: (Klukinski, 2003)

En términos de nutrición, los ácidos grasos saturados que destacan son el ácido palmítico y el ácido esteárico, presentes en alimentos de origen animal y en ciertos vegetales como los cereales. En cuanto a los ácidos grasos insaturados, los más importantes son los ácidos linoleico y linolénico, considerados ácidos grasos esenciales, indispensables para el funcionamiento del organismo, pero que deben ser aportados en la alimentación debido a este no puede sintetizarlos (Akram et al., 2020).

1.1.1.3. Carbohidratos

Los carbohidratos son sustancias importantes para el organismo ya que son los que proveen la mayor cantidad de energía en la alimentación humana. Es muy común encontrarlos como componentes de los vegetales, aunque también existen en bajas cantidades en el reino animal (Cervera et al., 2004).

El carbohidrato más abundante en los cereales es el almidón, compuesto por la mezcla del polímero lineal, amilosa, y el muy ramificado, amilopectina. Las propiedades físicas del almidón, como capacidad de retención de agua, compactación y gelatinización, se fundamentan en la longitud de la cadena del mismo (Seibel et al., 2006).

1.1.1.4. Vitaminas

Las vitaminas son sustancias esenciales para el desarrollo y funcionamiento normal del cuerpo. Existen dos clases de vitaminas, las liposolubles, dentro de las cuales se encuentran las vitaminas a, d, e y k; las hidrosolubles, que son la vitamina c y las pertenecientes al grupo b: tiamina (b₁), riboflavina (b₂), niacina (b₃), ácido pantoténico (b₅), piridoxina (b₆), biotina (b₇), ácido fólico (b₉) y cianocobalamina (b₁₂) (Akram et al., 2020).

Estas sustancias son necesarias para una serie de procesos bioquímicos que se llevan a cabo en el organismo, como por ejemplo la liberación de energía de los carbohidratos y la síntesis



de aminoácidos. Nuestro organismo tiene la capacidad de sintetizar únicamente la vitamina D, el resto no son producidas o algunas se producen, pero de manera insuficiente para cubrir las necesidades diarias. Por esta razón es indispensable que estas vitaminas sean aportadas al organismo en la alimentación (Vega & Iñarritu, 2010).

Todos los cereales contienen los dos grupos de vitaminas, especialmente las hidrosolubles del grupo b, como se muestra en algunos ejemplos en la *Tabla 5*. Sin embargo, dado que los cereales tienen bajos niveles de grasa, también cuentan con bajos niveles de vitaminas liposolubles, además, carecen por completo de vitamina c (a menos que el grano haya germinado) y vitamina d. Por eso se recomienda consumir productos cereales integrales en lugar de molidos, porque las vitaminas y otros buenos nutrientes se conservan en el germen y el salvado (Seibel et al., 2006).

Vitaminas	Trigo	Maíz	Centeno	Cebada
Niacina	48,3	23,0	16,0	64,5
A. Pantoténico	13,6	5,0	7,7	7,3
Tiamina	5,5	4,4	4,4	5,7
Piridoxina	5,3	5,7	3,3	3,3
Riboflavina	1,3	1,3	1,8	2,2
A. Fólico	0,56	0,20	0,70	0,60
Biotina	0,06	0,06	0,07	0,20

Tabla 5 Contenido aproximado de vitaminas del grupo B (mg/kg) en algunos cereales en grano.

Fuente: (García & Guerra, 2017)

1.1.1.5. **Minerales**

Los minerales son elementos inorgánicos que no pueden ser sintetizados por el organismo, por lo que deben ser aportados mediante la dieta en pequeñas cantidades, a comparación de glúcidos, lípidos y proteínas. Algunos de estos elementos son esenciales para organismos vivos, mientras que otros resultan tóxicos. Desde la perspectiva nutricional, los minerales son componentes clave en el cuerpo, ya que en ocasiones la deficiencia de estos puede resultar fatal. Aunque los minerales no son una fuente de energía para el cuerpo, son necesarios para la acumulación y función de biomoléculas importantes y para el mantenimiento de procesos bioquímicos normales en el organismo (Akram et al., 2020).

Los minerales esenciales se clasifican en función de la cantidad requerida por el organismo para satisfacer sus necesidades diarias, como se describe en la *Tabla 6*.



	Macro elementos	Micro elementos	Elementos traza
Ingesta diaria	> 100mg/día	< 100mg/día	< 1mg/día
Minerales	Ca, P, Na, K, Cl, Mg, S	Fe, F, Zn, Cu, Mn	I, Cr, Mo, Se, Co, Ni

Tabla 6 Clasificación de los minerales esenciales.

Fuente: (Klukinski, 2003)

Los minerales en los granos de cereales representan del 1 al 3% de su peso. Los macro elementos de mayor contenido en los cereales son potasio y fósforo, seguidos de magnesio y calcio. Por otro lado, el micro elemento más abundante es el hierro. En la *Tabla 7* se presentan los minerales esenciales contenidos en algunos cereales (García & Guerra, 2017).

Elementos	Trigo	Maíz	Centeno	Cebada
Potasio	580	350	520	630
Fósforo	410	320	380	280
Magnesio	180	170	130	140
Calcio	40	30	37	69
Sodio	3	1	2	2
Hierro	4,4	3	9,0	6,0
Manganeso	3,8	0,6	1,9	1,8
Zinc	2,4	1,0	3,4	3,4
Cobre	0,51	0,2	0,88	0,86

Tabla 7 Contenido aproximado de minerales esenciales (mg/100g) en algunos cereales.

Fuente: (García & Guerra, 2017)

El contenido de minerales varía en función del tipo de cereal y tamaño del grano. Los granos pequeños son más ricos en minerales a diferencia de los granos más grandes que están llenos de almidón. Además, la distribución de los minerales dentro los granos, no es uniforme, el mayor contenido se encuentra en el pericarpio, mientras que el menor contenido está dentro del endospermo. (Seibel et al., 2006)



1.1.2. Amaranto

El amaranto, más conocido en Ecuador como ataco, es una planta de la familia de las amaranthaceae dicotiledóneas que produce una semilla considerada pseudocereal, ya que es rica en almidón, muy similar a los cereales. El amaranto es una planta de hojas anchas que crece anualmente, su altura difiere entre especies variando entre 0,5 y 3m de altura. Las flores, que pueden alcanzar los 90cm de longitud, están formadas por varios racimos de flores pequeños. Las semillas tienen forma de lenteja y miden alrededor de 1mm de diámetro (Berghofer & Schoenlechner, 2002).

En la época precolombina, el amaranto, era uno de los principales alimentos del nuevo mundo, junto con el maíz y los frijoles. Sin embargo, con la llegada de los conquistadores españoles, su consumo se prohibió ya que se lo asociaba con rituales paganos y sacrificios humanos. Desde hace unos 30 años el amaranto ha vuelto a ser un cultivo atractivo, pero aún no ha recuperado la popularidad e importancia que tenía en sus inicios (Berghofer & Schoenlechner, 2002; Seibel et al., 2006).

El amaranto se caracteriza por contar con una excelente composición nutricional, lo que le atribuye un alto valor nutricional y su contenido de nutrientes varía en función de la especie, la variedad y el método de cultivo.

El almidón es el principal constituyente de los carbohidratos en el grano de amaranto (50-60%), compuesto de fracciones glutinosas y no glutinosas. Una propiedad única del amaranto, es que el tamaño del granulo de almidón en él, es de entre 1 y 3 μ m, que resulta ser mucho más pequeño que el que se encuentra en otros granos de cereales. Debido a estas propiedades, se cree que el almidón del amaranto puede tener características únicas de gelatinización y congelación/descongelación, que resultarían de gran beneficio para la industria alimentaria (Stallknecht & Schulz-Schaeffer, 1993).

El contenido de proteínas es generalmente más alto que el trigo, considerando las diferentes especies, este valor se encuentra en un rango de entre 11,7 y 18,4%. Con un perfil equilibrado de aminoácidos y un alto contenido de lisina, de entre 0,73 y 0,84% del contenido total de proteínas. El amaranto no contiene gluten, por lo que puede ser incluido en las dietas de personas con celiaquía (reacción inmunológica ante el gluten) y diabetes. La proteína del amaranto según la clasificación de Osborne, está compuesta aproximadamente de: 40% de albúminas, 25-30% de glutelinas, 20% de globulinas y 2-3% de prolaminas. Pudiéndose observar el predominio de las albúminas y glutelinas, mientras que se encuentran solo pequeñas cantidades de prolaminas. Las globulinas, a más de darle alto valor nutricional al amaranto, también contribuyen con buenas propiedades funcionales, pues el aislado de esta proteína es más funcional que la proteína aislada de Soya, principalmente como emulsionante (Berghofer & Schoenlechner, 2002).



Aminoácido esencial	Contenido (mg/g proteína)	Requisito (FAO/OMS)
Isoleucina	35-38,5	28
Leucina	55-63	66
Lisina	54-69,5	58
Aminoácidos de Azufre	44-46	25
Aminoácidos aromáticos	67,2-94	63
Treonina	33-42	34
Triptófano	10,6	11
Valina	32-37	35

Tabla 8 Contenido de aminoácidos esenciales en la proteína del Amaranto.

Fuente: (Villarreal & Iturriaga, 2016)

La *Tabla 8* describe la composición de aminoácidos esenciales del amaranto en comparación con los requerimientos establecidos por la FAO y OMS. En ella se corrobora que el contenido de lisina de esta semilla es más alto que en la mayoría de cereales. Por otro lado, la leucina, valina y treonina, resultan ser aminoácidos limitantes en estos granos. Aun así, el perfil de aminoácidos del amaranto tiende a ser más equilibrado que el de las proteínas de los cereales más consumidos (Villarreal & Iturriaga, 2016).

El grano de amaranto contiene aproximadamente entre 6 y 10% de aceite, de donde el 76% son grasas insaturadas, siendo predominante el ácido linoleico. Dentro de esta fracción lipídica también están presentes los tocotrienoles, que son oxidantes similares a la vitamina E, e importantes en la inhibición de la peroxidación lipídica y todas sus consecuencias (Gonçalves & Almeida, 2009).

Generalmente, el amaranto no suele ser considerado una fuente importante de vitaminas. Lo que se puede rescatar es la presencia de riboflavina (vitamina b₂), ácido ascórbico (vitamina c) y vitamina e, cuyo contenido es mayor que el de los cereales comunes. Además, tiene un alto contenido de calcio, magnesio, hierro, potasio y zinc en comparación con los granos de cereales (Berghofer & Schoenlechner, 2002; Stallknecht & Schulz-Schaeffer, 1993).

1.1.3. Quinua

La quinua es un pseudocereal de la familia chenopodiaceae, nativo de la región andina de américa del sur, cultivada desde la época de los incas. Es una planta rústica que puede crecer muy fácilmente en cualquier tipo de terreno, incluso en suelo seco, ya que no necesita de mucha agua (Güemes Vera, 2007; Taylor & Parker, 2002).



La quinua cuenta con un contenido de proteínas más elevado y un mejor equilibrio de aminoácidos en comparación con las propiedades de la mayoría de cereales. Pero tiene una cualidad adversa, el alto contenido de saponinas, las cuales reducen su uso como alimento ya que pueden impartir un sabor amargo a los alimentos elaborados con quinua y repercuten sustancialmente en la nutrición y procesamiento de granos. Sin embargo, existe la posibilidad de eliminar las saponinas mediante lavado o abrasión física. Técnicas basadas en ambos procesos han demostrado ser eficaces, pues minimizan la pérdida de nutrientes (Seibel et al., 2006; Taylor & Parker, 2002).

La quinua es recomendada por la FAO debido a su alto contenido de histidina y lisina, similar a la caseína de la leche. Tiene un alto contenido de vitaminas, especialmente vitamina E; rica en minerales de hierro y calcio, además de ácidos grasos ricos en ácido linoleico y linolénico. La composición aproximada de la quinua está constituida por 10-18% de proteína, 4,5-8,75% de lípidos, 54,1-64,2% de carbohidratos, 2,8-3,4% de cenizas y 2,1-4,9% de Fibra total (Gonçalves & Almeida, 2009).

La sacarosa es el carbohidrato presente en cantidades significativas en la quinua, con una porción aproximada de 2,79g/100g de quinua. El almidón de esta semilla se encuentra principalmente en el perispermo, aunque también se lo puede encontrar en pequeñas cantidades en la cubierta y el embrión. Este almidón cuenta con un bajo contenido de amilosa en comparación con el almidón normal, pero es rico en amilopectina, lo que le confiere mejor capacidad de gelatinización a bajas temperaturas y una excelente estabilidad de congelación-descongelación (Taylor & Parker, 2002).

Las proteínas de la quinua se encuentran concentradas en el embrión, son principalmente del tipo globulina (rica en cisteína, arginina e histidina) y albúmina. En la *Tabla 9* se describe la composición de aminoácidos de la proteína de la quinua. Aquí se observa la diferencia con la composición proteica de los cereales, ya que la quinua es rica en lisina, aminoácido esencial limitante en la mayoría de cereales. La composición proteica de esta semilla es similar a la del amaranto (Taylor & Parker, 2002).

Aminoácido	(Taylor & Parker, 2002)	FAO
Histidina	2,6	2,4
Isoleucina	3,7	3,6
Leucina	5,9	6,0
Lisina	5,6	5,6
Metionina + cistina	3,8	3,7
Fenilalanina + tirosina	6,6	6,9



Treonina	3,5	3,5
Triptófano	0,9-1,1	0,9-1,1
Valina	4,9	4,5

Tabla 9 Composición proteica de la Quinua (g/100g proteína), comparada con la FAO.

Fuente: (Taylor & Parker, 2002)

El contenido de lípidos de la quinua es muy superior al de los cereales, la mayor concentración de estos se encuentra en el embrión. Nutricionalmente, el nivel de ácidos grasos insaturados es excelente, pues esta fracción lipídica es rica en ácido oleico, linoleico y linolénico. Debido al alto grado de insaturación, la fracción lipídica de la quinua parecería ser propensa a la rancidez oxidativa. Sin embargo, se ha llegado a conocer que es rica en antioxidantes naturales. En la *Tabla 10* se muestra el contenido de ácidos grasos presentes en la quinua en comparación con los del maíz (Taylor & Parker, 2002).

Ácidos Grasos	Quinua	Maíz
Mirístico	0,1-0,2	0,2
Palmítico	9,7-9,9	11,2
Palmitoleico	0,1-0,2	0,1
Estearico	0,6-0,8	2,1
Oleico	24,5-24,8	29,8
Linoleico	50,2-52,3	55,0
Linolénico	3,9-5,4	0,9
Araquídico	0,4-0,7	0,4

Tabla 10 Contenido de lípidos de la Quinua frente a los del Maíz (% de fracción lipídica).

Fuente: (Taylor & Parker, 2002)

La quinua tiene una composición vitamínica también similar a la de los cereales, es rica en vitaminas del grupo b, con un contenido significativo de ácido fólico. Además de ser una buena fuente de vitamina e, y a diferencia de los cereales, tiene un alto contenido de vitamina c. En la *Tabla 11* se describe el contenido de vitaminas del grano de quinua (Taylor & Parker, 2002).



Vitaminas	Contenido (mg/100g grano)
Vitamina E	2,6
Ácido fólico (B ₉)	0,08
Niacina (B ₃)	1,5
Riboflavina (B ₂)	0,2
Tiamina (B ₁)	0,4
Vitamina A	0,02
Vitamina C	16

Tabla 11 Contenido de Vitaminas del grano de Quinua.

Fuente: (Taylor & Parker, 2002)

Como sucede con los cereales, las capas externas de salvado son las que concentran los minerales en la quinua, siendo este contenido 3 veces mayor que en el grano descascarado. El contenido mineral es rico en calcio, magnesio y fósforo, muy similar a lo que sucede en los cereales. El contenido de hierro es muy superior al de los cereales comunes. Por ello, la quinua se puede clasificar como una fuente alta de magnesio, fósforo y de hierro (Taylor & Parker, 2002).

Minerales	Contenido (mg/100g grano)
Calcio	110
Cobre	1
Hierro	9
Magnesio	500
Manganeso	4
Fósforo	360
Potasio	900
Zinc	0,8

Tabla 12 Contenido de Minerales del grano de Quinua.

Fuente: (Taylor & Parker, 2002)



1.1.4. Cebada

La hordeum vulgare, comúnmente conocida como cebada, es un miembro de la familia de las gramíneas poaceae. Es una planta anual que destaca por su capacidad para crecer en áreas en las que otros cereales no pueden hacerlo, como ambientes más fríos, salados o secos. Se puede cultivar en muchas regiones tropicales a pesar de ser de cultivo originario de climas templados. Existen dos tipos de cultivos principales de cebada en todo el mundo, la cebada de dos y la de seis hileras, y también como cebada de invierno y primavera (Arias & Bhatia, 2015; Harwood, 2019).

La cebada es probablemente el cereal más antiguo y más cultivado del mundo. Se cree que fue domesticada por primera vez hace unos 10.000 años a partir de una variedad silvestre llamada hordeum spontaneum.

Desde la perspectiva nutricional, el grano entero de cebada tiene variados beneficios para la salud: reducción de la presión arterial, reducción de colesterol malo, mejor control de peso, control de niveles de azúcar en la sangre y reducción de niveles de glucosa (Arias & Bhatia, 2015).

En sus investigaciones, Osborne encontró que los granos de cebada contenían 4 tipos de proteína: prolaminas de la cebada (hordeína), glutelinas de la cebada (hordenina), globulinas y albúminas, en la *Tabla 13* se describe el contenido de aminoácidos de la cebada en función de la clasificación de Osborne (Folkes & Yemm, 1956).

Aminoácido	Hordeínas	Hordeninas	Globulinas	Albúminas
Ácido aspártico	1.2	4.7	5.6	8
Ácido glutámico	23.6	11.8	7.1	8.7
Prolina	15.3	6.6	2.7	4.2
Glicina	1.7	5.2	10.7	6.7
Alanina	2.2	6.6	0.65	7.2
Valina	3.5	4.9	4.1	5.8
Leucina	4.6	5.8	4.5	5.7
Isoleucina	3.6	3.5	2.2	4.1
Fenilalanina	3.6	2.7	2.1	3
Tirosina	1.6	1.9	1.5	2.7
Triptófano	0.7	1.1	0.65	1.3
Serina	3.2	4.2	3.9	4.1



Treonina	1.9	3.1	2.4	3.4
Cistina + cisteína	1.5	0.9	2.6	1.5
Metionina	0.75	1.1	0.9	1.4
Lisina	0.8	4.8	6.3	7.9
Histidina	2.2	4.3	3.1	4.3
Arginina	6	12	22	13

Tabla 13 Contenido de aminoácido en la proteína de la cebada. %N en proteína.

Fuente: (Folkes & Yemm, 1956)

El grano de cebada completo está compuesto por aproximadamente 65 a 68% de almidón, 10 a 17% de proteína, 4 a 9% de β -glucano, 2 a 3% de lípidos libres, de 1,5 a 2,5% de minerales (descritos en la *Tabla 13*) y 11 a 34% de fibra dietética total, además de algunas vitaminas principalmente la a, c y las del grupo b, a excepción de la b₃ y b₁₂. El grano sin cáscara tiene menos cantidad de fibra insoluble, proteína, minerales y lípidos libres, pero cuenta con mayor cantidad de almidón y β -glucano al eliminar la cáscara, pericarpio y germen, que son más ricos en estas sustancias en comparación con el endospermo. Las proteínas más abundantes en el endospermo son las prolaminas (Baik & Ullrich, 2008; Coello, 2010).

Minerales	%
Potasio	0,364
Sodio	0,028
Calcio	0,040
Fósforo	0,395
Magnesio	0,120
Hierro	0,047
Azufre	0,094
Cloro	0,123

Tabla 14 Principales minerales presentes en 100g de Cebada.

Fuente: (Coello, 2010)



1.2. Embutidos

La NTE INEN 1217:2013 define a los Productos cárnicos como aquellos “elaborados esencialmente con carnes, en piezas, troceadas o picadas o grasa/tocino o sangre o menudencias comestibles de las especies de abasto, aves y caza autorizadas, que se han sometido en su proceso de elaboración a diferentes tratamientos tales como tratamientos por calor, secado-maduración, oreo, adobo, marinado, adobado. En su elaboración pueden incorporarse opcionalmente otros ingredientes, condimentos, especias y aditivos autorizados.”

Jimenez & Carballo (1989) plantean que los embutidos son “aquellos productos y derivados cárnicos preparados a partir de una mezcla de carne picada, grasas, sal, condimentos, especias y aditivos, e introducidos en tripas naturales o artificiales. Las tripas naturales son las procedentes de los intestinos, delgado y grueso, de las especies bovina, ovina, caprina, porcina y equina. Las artificiales pueden ser de celulosa, colágeno (comestible o no) o de plástico.”

1.2.1. Clasificación de los embutidos

1.2.1.1. Embutidos crudos

(Fornias & Díaz, 1999) definen a este tipo de embutidos como “aquellos sometidos a un proceso tecnológico que no incluye un tratamiento térmico.”

Estos embutidos están constituidos de carne cruda, grasa de cerdo o tocino, sal común, sustancias curantes, algunos aditivos y coadyuvantes, todos introducidos en una tripa natural o artificial. Algunos ejemplos de embutidos crudos son: chorizos, salchicha desayuno, salami (Matovelle, 2016).

1.2.1.2. Embutidos escaldados

Estos embutidos son sometidos a un tratamiento térmico, elevando la temperatura de su punto frío hasta 68-72°C, con el propósito de reducir la presencia de microorganismos y favorecer el consumo y la conservación. El proceso es equivalente a la pasteurización (Gil Santa, 2009).

1.2.1.3. Embutidos cocidos

Estos embutidos se tratan a temperaturas superiores a las del escaldado, elevando la temperatura de su punto frío a valores de entre 75 y 78°C, empleando agua a temperatura superior a 85°C (Gil Santa, 2009).

1.2.2. Emulsiones Cárnicas

1.2.2.1. Definición

Una emulsión se define como un sistema de dos fases, que consiste en una dispersión gruesa de un sólido en un líquido, en el que el sólido no es miscible. La dispersión se prepara con una determinada cantidad de fuerza de cizallamiento y es necesaria la intervención de un agente emulsionante para dar estabilidad a la emulsión. En las emulsiones cárnicas, la fase dispersa o discontinua es la grasa; la fase continua es agua, que también contiene sales, condimentos y diversos componentes solubles en agua; el agente emulsionante o tensoactivo son las proteínas solubles, especialmente las miofibrilares (actina y miosina), que son solubles en sales (Saffle, 1968).



En la elaboración de una emulsión cárnica, el agua y las proteínas solubilizadas forman una matriz que encapsula a los glóbulos de grasa. Es necesario que las proteínas se encuentren disueltas para que la emulsión formada sea estable, lo cual se logra mediante el tratamiento de las carnes magras con salmuera diluida con el fin de solubilizar las proteínas miofibrilares y por acción del corte de las cuchillas de un cutter. Cuando las proteínas se han solubilizado, los glóbulos de grasa se dispersan para ser encapsulados por la proteína de la fase continua (Matovelle, 2016).

1.2.2.2. Objetivos de la Emulsificación

La emulsificación tiene tres objetivos específicos:

- a) **Asegura la estabilidad fisicoquímica del producto.** La emulsificación determina la estructura característica del rebozado, que influye en gran medida en la separación de grasa y humedad del producto durante la cocción.
- b) **Crea propiedades sensoriales** típicas como apariencia, textura o sabor. Por ejemplo, los productos finamente molidos se definen por su superficie lisa.
- c) **Crea carne con valor agregado.** Es un medio en que se puede utilizar recortes de carnes de valor relativamente bajo, recortes o partes del animal poco aceptables debido a su alto contenido de tejido conectivo o grasa.

A más de lo mencionado, la emulsificación también mejora la conservación y la seguridad ya que su proceso implica el uso de ingredientes como sal y tratamiento térmico (Allais, 2010).

1.2.2.3. Factores que influyen en la estabilidad de una emulsión cárnica

Un sistema sin un mínimo de estabilidad no puede ser considerado como emulsión, es por ello que esta propiedad es de vital importancia.

Entre los principales factores que afectan la estabilidad de las emulsiones cárnicas están:

1.2.2.3.1. Formulación

Es importante tener en consideración la proporción de los ingredientes de la mezcla para obtener una buena emulsión.

- En emulsiones con un 30% de contenido de grasa, se requiere que el contenido de agua no sea menor del 16% al emplear carne fresca, y del 21% al emplear carnes congeladas.
- Se puede emplear otras proteínas tanto de origen animal como vegetal en caso de que la proteína cárnica sea insuficiente para la formación de la emulsión, como el caseinato de sodio y proteína de soya.

1.2.2.3.2. Temperatura

La estabilidad de la emulsión disminuye frente al aumento de temperatura causado por la fricción entre las carnes y las cuchillas en el proceso de emulsificación. La temperatura límite es de 14°C y puede ser controlada mediante la adición de hielo en forma de escarcha en medio del proceso.



Si la temperatura durante el tratamiento térmico sobrepasa los 75-80°C, la emulsión se separa y se rompe, ya que la proteína pierde la capacidad protectora sobre la emulsión, pues esta se desnaturaliza y se encoge.

1.2.2.3.3. Tiempo

Se han identificado dos tiempos que repercuten en la estabilidad de la emulsión:

- Tiempo de emulsificado. Mientras más se exceda el tiempo de corte necesario en el cutter, más pequeñas son las partículas de grasa, de manera que se necesita una mayor cantidad de proteína para encapsular esta grasa; la grasa que no alcanza a ser cubierta da paso a la formación de emulsiones inestables y aparece como grasa suelta en el producto, lo que afecta drásticamente la calidad del mismo. El tiempo adecuado de formación de la emulsión es de 4-5 minutos.
- Tiempo de tratamiento térmico. Cada tipo de embutido tiene su tiempo óptimo de cocción o escaldado, en función del diámetro y tamaño del embutido. Si se sobrepasa este tiempo, se produce una pérdida de agua y reducción de la proteína, lo que genera inestabilidad en la emulsión.

1.2.2.3.4. Cantidad de sal

Este parámetro afecta a la solubilidad de la proteína. Con soluciones de salmuera al 10% de concentración se logra la máxima extracción de proteína, sin embargo, una salmuera tan concentrada causaría un impacto negativo en el sabor del producto, es por esto que se recomienda utilizar una concentración de entre 2 y 2,8%.

1.2.2.3.5. pH

El rango adecuado para emulsiones cárnicas se encuentra entre 5,8 y 6,4; un pH menor al rango indicado provocaría una caída en la calidad y rendimiento de la emulsión (Montañez & Perez, 2007).

1.2.2.4. Capacidad emulsionante

Esta propiedad funcional se define como el volumen de aceite en mililitros que se puede emulsionar por gramo de proteína, antes de que se llegue a la ruptura de la emulsión, llamada también “Inversión” (Angarita, 2005).

Para que la formación de la emulsión sea óptima, la carne debe poseer un elevado contenido de proteínas contráctiles, las cuales envuelven a los glóbulos de grasa y al someter la emulsión a la acción del calor coagulan formando una especie de matriz que atrapa cada partícula de grasa. Cuando las emulsiones son pobres en proteínas contráctiles, los glóbulos de grasa no son cubiertos en su totalidad, lo que provoca que dichos glóbulos se separen de la emulsión y esta se rompa, al ser sometida a calentamiento (Schmidt et al., 1984).



1.2.3. Componentes de los embutidos

1.2.3.1. Carne

1.2.3.1.1. Definición de carne

El Codex Alimentarius define la carne como “todas las partes de un animal que han sido dictaminadas como inocuas y aptas para el consumo humano o se destinan para este fin”.

Por otro lado, la NTE INEN 1338:2012 define a la carne como “tejido muscular estriado en fase posterior a su rigidez cadavérica (post rigor), comestible, sano y limpio, de animales de abasto que mediante la inspección veterinaria oficial antes y después del faenamiento son declarados aptos para consumo humano. Además, se considera carne el diafragma y músculos maceteros de cerdo, no así los demás subproductos de origen animal”.

1.2.3.1.2. Conversión del músculo en carne

Los cambios bioquímicos que se llevan a cabo en la carne durante primeras horas post-mortem, son cruciales para entender sus características y su aptitud desde el punto de vista tecnológico. Las fases que ocurren en este proceso son:

1.2.3.1.2.1. Pre-rigor

Esta fase se presenta en cuanto se realiza el sacrificio del animal, en ella el músculo es flexible, flácido y blando, con un pH cercano a 7 (Castro Ríos, 2011).

1.2.3.1.2.2. Rigor-mortis

Con el desangrado del animal las reservas de adenosín trifosfato (ATP) del músculo se agotan, y con ello se produce la unión irreversible de las proteínas actina y miosina para formar actomiosina (Gartz, 1989), además, el glucógeno -principal reserva energética- se transforma en ácido láctico, lo que produce un descenso del pH entre 5,4 y 6. Las características principales de este fenómeno son rigidez y encogido del músculo (Castro Ríos, 2011).

1.2.3.1.2.3. Maduración

Las características físicas iniciales se recuperan parcialmente mediante refrigeración y estimulación eléctrica, obteniendo un músculo blando y jugoso, que alcanza un pH aproximado de 6,4 posterior a las 72 horas, este se denomina “carne”.

1.2.3.1.2.4. Defectos PSE y DFD

Cuando no se aplican técnicas adecuadas antes y durante el sacrificio del animal, se pueden producir en la carne los defectos conocidos como PSE y DFD por sus siglas en inglés. La carne PSE se genera por una caída acelerada en el pH y se caracteriza por ser blanda, suave y exudativa. Por otro lado, la carne DFD es el resultado del descenso insuficiente del pH, lo que evita que las proteínas se desnaturalicen y el agua sea retenida en el músculo, esta carne se caracteriza por ser oscura, firme y seca (Castro Ríos, 2011).



1.2.3.1.3. Composición de la carne

Las características que definen la composición de las carnes rojas son su alto contenido de grasa y proteínas, y contenido prácticamente nulo de carbohidratos. Dicha composición es variable en función de la raza, sexo, edad, alimentación y actividad física.

	Agua	Proteína	Grasa	Minerales
Res	71	21	7	1
Cerdo	68	13	18	1

Tabla 15 Composición promedio de la carne de res y cerdo (%).

Fuente: (Badui Dergal, 2013)

1.2.3.1.3.1. Proteínas

La proteína es el componente más importante de la carne desde el punto de vista nutricional, ya que es rica en aminoácidos esenciales. Estas se dividen en dos grupos: proteínas contráctiles presentes en un 75%, conformadas por miosina (53%) y actina (22%); y las proteínas reguladoras de la contracción, con 25%.

Las proteínas contráctiles se caracterizan por su solubilidad en soluciones salinas, y son de gran importancia en la elaboración de productos cárnicos, ya que intervienen directamente en la emulsificación de la grasa y agua. La más importante de estas es la miosina, que cuenta con mejor capacidad de retención de agua, emulsificación y gelificación (Madrid, 2014; Maya, 2010).

1.2.3.1.3.2. Grasa

La fracción lipídica está compuesta en su mayoría por triglicéridos, además de esteroides, fosfolípidos, ésteres de esteroles, y cantidades apreciables de ácido oleico, palmítico y esteárico.

Los lípidos se distribuyen en la carne de 3 maneras:

- Grasa subcutánea: Ubicada debajo de la piel.
- Grasa intermuscular: Presente entre los músculos.
- Grasa intramuscular: Situada dentro de los músculos (Matovelle, 2016; Maya, 2010).

1.2.3.1.3.3. Agua

Se pueden distinguir 2 tipos de agua en la composición de la carne: el agua de hidratación, que conforma sólo el 4-5% del agua total (70-75%), se encuentra fuertemente unida a las proteínas hidrosolubles. Este tipo de agua se ve afectada cuando el músculo entra en el rigor mortis y al ser sometido a cocción. Por otro lado, está el agua libre, que es la más abundante pero también la primera en desprenderse durante los tratamientos térmicos (Schmidt et al., 1984).

1.2.3.1.3.4. Sales minerales

El potasio es el mineral de mayor abundancia en la carne, seguido de calcio, magnesio, sodio, fósforo y otros elementos como hierro y cobre. Pero si comparamos la carne de cerdo con la de res, esta última es más rica en hierro (Maya, 2010).



1.2.3.1.4. Capacidad de retención de agua

Es el porcentaje de agua que puede retener la carne cuando se aplican fuerzas externas como trituración, cortes, etc. Para el caso específico de la industria cárnica, es la capacidad de retención del agua estructural o agregada, de manera que no se pierda durante las etapas de procesamiento. Las proteínas miofibrilares son las encargadas de la fijación del 70% del agua, las sarcoplasmáticas del 20% y el tejido conectivo del 10%.

Este parámetro es muy importante en todo producto cárnico ya que permite determinar pérdidas de peso durante el proceso de elaboración y la calidad del producto final (Angarita, 2005; Schmidt et al., 1984).

1.2.3.1.5. Capacidad emulsionante

Es la capacidad que tiene la carne de atrapar la grasa y producir emulsiones estables. Para lograr esto, es necesario que las carnes empleadas posean un alto contenido de proteínas contráctiles. Estas proteínas encapsulan los glóbulos de grasa que coagulan al someter la emulsión al calor, formando una matriz compacta (Schmidt et al., 1984).

1.2.3.2. Grasa

Está comprendida por el tejido adiposo de los animales de abasto, sin embargo, la más utilizada es la de cerdo. Su papel principal es el de aportar aroma, sabor, color y jugosidad a los productos cárnicos. La grasa que debe ser utilizada es la dorsal, ya que la grasa de otras zonas del animal tiene una consistencia blanda fácilmente oxidable y resistente al corte (Lago, 1997; Montañez & Perez, 2007).

1.2.3.3. Agua

Es uno de los componentes más importantes de los productos cárnicos, ya que representa el 45-55% del peso del producto. Contribuye con las propiedades sensoriales aportando blandura y jugosidad. Es recomendable emplear una buena porción del agua en forma de hielo, dado que las proteínas cárnicas se descomponen sobre los 15°C (Matovelle, 2016).

1.2.3.4. Aditivos

1.2.3.4.1. Nitritos y nitratos

Estos componentes cumplen 2 papeles fundamentales en la elaboración de productos cárnicos: Por un lado, desarrollan el color característico de las carnes curadas y, por el otro, actúan como agentes antibacterianos, específicamente inhiben la proliferación de *clostridium botulinum*. Adicionalmente, contribuyen con la estabilización del sabor gracias a sus propiedades antioxidantes.

Constituyen, junto con el cloruro de sodio, eritorbato de sodio (o ascorbatos), fosfatos y otros, las llamadas sales de curación, indispensables en la elaboración de embutidos.



1.2.3.4.2. Ácido sórbico y sorbatos

El ácido sórbico y sus sales de sodio y potasio son empleados con el fin de inhibir la proliferación de hongos y levaduras en alimentos cuyo pH sea no mayor a 6,5. Estos componentes se metabolizan como cualquier otro ácido graso, por lo que no representan un riesgo para el hombre en términos de toxicidad.

Debido a su solubilidad, el Sorbato de potasio es la sal más utilizada para controlar hongos. Sin embargo, diversos estudios respaldan su efectividad contra *salmonella*, *staphylococcus aureus*, *vibrio parahaemolyticus* y *clostridium botulinum*, razón por la que ha sido postulado como sustituyente de nitritos y nitratos empleados en la curación de productos cárnicos (Badui Dergal, 2013).

1.2.3.4.3. Ascorbato y eritorbato

Son empleados principalmente como agentes antioxidantes, cuya función es la de evitar la rancidez de las grasas. Además, son de gran aporte a la estabilización del color.

1.2.3.4.4. Polifosfatos o fosfatos

Tienen como función principal la de incrementar la capacidad de retención de agua (hasta en un 10%); también previene la pérdida de color en los embutidos.

1.2.3.4.5. Sal

Interviene directamente en la solubilización de las proteínas contráctiles, actúa también como conservante y además mejora el sabor.

1.2.3.4.6. Almidones

Encargados de retener importantes cantidades de agua; y del aumento de la viscosidad de las emulsiones cárnicas (Castro Ríos, 2011).

1.2.3.4.7. Potenciadores de sabor

Los potenciadores de sabor son sustancias que no tienen efecto por sí solas, pero que en un medio adecuado refuerzan el sabor propio del producto, por su efecto sobre las papilas gustativas. El potenciador más utilizado en la elaboración de embutidos es el glutamato monosódico (Essien, 2003).

1.2.3.4.8. Colorantes

Los colorantes pueden ser de origen natural (animal o vegetal) o sintético, pero en la industria alimentaria se utiliza preferentemente colorantes naturales. Estos se emplean con el fin de lograr uniformidad en el color, pero, sobre todo para recuperar el color que se ha perdido durante el procesamiento (Klukinski, 2003).



1.2.3.5. Condimentos y especias

Son ingredientes aromáticos de origen vegetal cuya función es la de aportar sabores y olores particulares a los productos cárnicos (Apango Ortíz, 2002).

1.2.3.6. Tripas

Se encargan de dar a los embutidos su forma característica y los protegen durante el almacenamiento.

1.2.3.6.1. Tripas naturales

Son obtenidas del tracto digestivo de ovinos, vacunos y porcinos. Permeables al vapor y humo, son resistentes y comestibles.

1.2.3.6.2. Tripas de celulosa

Son obtenidas como derivado de plantas. Muy permeables al vapor y humo, carecen de mucha resistencia y no son comestibles ya que la celulosa no se digiere (Castro Ríos, 2011).

1.2.4. Chorizo

Se define como chorizo a la mezcla de carnes picadas de cerdo y vacuno, y grasa de cerdo, acompañadas de aditivos, especias y condimentos autorizados. Amasados y embutidos en tripas de origen natural o artificial, que se han sometido a un proceso de curado y/o ahumado (Morán, 2016).



CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

2.1. Localización del trabajo

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca.

Los análisis microbiológicos fueron realizados en el laboratorio MSV, el cual cuenta con acreditación para verificar el cumplimiento de los parámetros microbiológicos establecidos en la norma NTE INEN 1338 para carne y productos cárnicos.

2.2. Descripción del Trabajo

La investigación se realizó en 3 etapas, en las cuales se llevó a cabo varios ensayos con diferentes dosificaciones, ingredientes y tipos de pasta, hasta encontrar una mezcla con la que se logre tener características organolépticas óptimas en el producto.

El producto desarrollado en la investigación fue un producto cárnico cocido, cuya principal característica es que se lo elabora con pasta gruesa. Sin embargo, fue sometido a variaciones parciales en el grosor del molido de la carne.

Se empleó como parte vegetal sustituyente, quinua, amaranto y cebada, ya que se determinó mediante investigación bibliográfica que estos cereales cuentan con el mayor contenido de proteína. Las materias primas cárnicas y vegetales fueron adquiridas por medio de distribuidores locales, mientras que los aditivos y especias fueron adquiridos en comercios locales especializados.

En cada etapa de la investigación se realizó un análisis sensorial del producto que se obtuvo, para elaborar un registro que permitió ir observando el nivel de aceptación a medida que se fue desarrollando el producto, y con ello realizar las modificaciones respectivas.

2.3. Materiales

2.3.1. Materia prima y equipos

En la *Tabla 15* se detalla la materia prima y equipos empleados en el procesamiento del embutido.

Materia prima	Equipos
Carne de res	Molino de carne
Grasa de cerdo	Mezclador
Amaranto	Cutter
Quinua	Embutidor
Cebada	Horno ahumador
	Marmita

Tabla 16 Materia prima y equipos utilizados



2.3.2. Aditivos y especias

En la *Tabla 16* se detallan los aditivos y condimentos empleados en el pastón base

Aditivos	Especias
Sales curantes	Pimienta
Tripolifosfato de sodio	Ajo
Sorbato de potasio	Cebolla
Eritorbato de sodio	Jengibre
Glutamato monosódico	Cúrcuma
Humo líquido	Condimentos
Retenedores de humedad	Comino
Proteína aislada soya	Orégano
Carragenato	Paprika
Almidón	

Tabla 17 Aditivos y especias utilizados en el pastón base

Fuente: Autor

2.4. Elaboración del embutido

2.4.1. Descripción de la receta

En la *Tabla 17* se describen los ingredientes del pastón base y sus respectivos porcentajes

Ingredientes	Cantidad %
Carne	52
Grasa	26
Agua	12
Retenedores de humedad	6
Aditivos	2
Condimentos y especias	2

Tabla 18 Porcentaje de ingredientes del pastón base

Fuente: Autor

2.4.2. Proceso de elaboración

2.4.2.1. Picado

La carne y grasa de cerdo congeladas se cortaron en trozos pequeños de aproximadamente 7 cm³ para que quepan en el molino.



Ilustración 3 Carne picada

Fuente: Autor

2.4.2.2. Molido

Se realizó el molido de la carne utilizando un disco de 3 mm, mientras que la grasa se procesó en el cutter.



Ilustración 5 Molido de carne de res

Fuente: Autor



Ilustración 4 Cuterizado de grasa

Fuente: Autor

2.4.2.3. Mezclado

En esta etapa se colocó la carne molida en la mezcladora junto con la grasa y se añadió paso a paso la sal, condimentos, especias y retenedores de humedad. Se mezcló hasta tener una emulsión homogénea.



Ilustración 6 Mezclado de materias primas, aditivos y especias

Fuente: Autor

2.4.2.4. Mezclado con cereales

Una vez determinada la dosificación a emplear, se calcularon y pesaron las respectivas cantidades de amaranto, quinua y cebada, y se mezclaron con la emulsión cárnica, para dejar reposar por 12 horas.



Ilustración 8 Quinua cocida

Fuente: Autor



Ilustración 9 Cebada cocida

Fuente: Autor



Ilustración 7 Amaranto cocido

Fuente: Autor



2.4.2.5. Embutido y porcionado

Tras el tiempo de maduración de la masa, esta se cargó en la embutidora y se la introdujo en una tripa natural de cerdo. El porcionado se realizó mediante amarrado en secciones de aproximadamente 10 cm.



Ilustración 10 Porcionado de chorizos

Fuente: Autor

2.4.2.6. Ahumado

Los embutidos fueron trasladados al horno ahumador pre calentado, el ahumado se llevó a cabo a una temperatura de 90°C durante 30 minutos. En esta etapa los embutidos adquieren la coloración y aroma característicos.



Ilustración 11 Etapa de ahumado

Fuente: Autor



2.4.2.7. Escaldado

Luego del ahumado, los embutidos se retiraron del horno y se colocaron en agua, a una temperatura no mayor a 76°C durante aproximadamente 15 minutos. Sin embargo, el final de la etapa de escaldado ocurrió cuando el punto frío del producto alcanzó una temperatura de 72°C.

2.4.2.8. Enfriado (shock térmico) y oreo

Al comprobar que se alcanzó la temperatura requerida en el punto frío, inmediatamente se sumergió el producto en agua a temperatura ambiente durante 5 minutos, para asegurar la inocuidad del producto. Seguidamente se dejó los embutidos en reposo al oreo durante aproximadamente 10 minutos.



Ilustración 12 Oreo de los chorizos

Fuente: Autor

2.4.2.9. Empacado

El producto se empacó al vacío en fundas de polietileno de baja densidad y finalmente se almacenaron a temperatura de 4°C.



Ilustración 13 Producto final

Fuente: Autor



2.4.3. Diagrama de bloque del proceso de elaboración del embutido ahumado

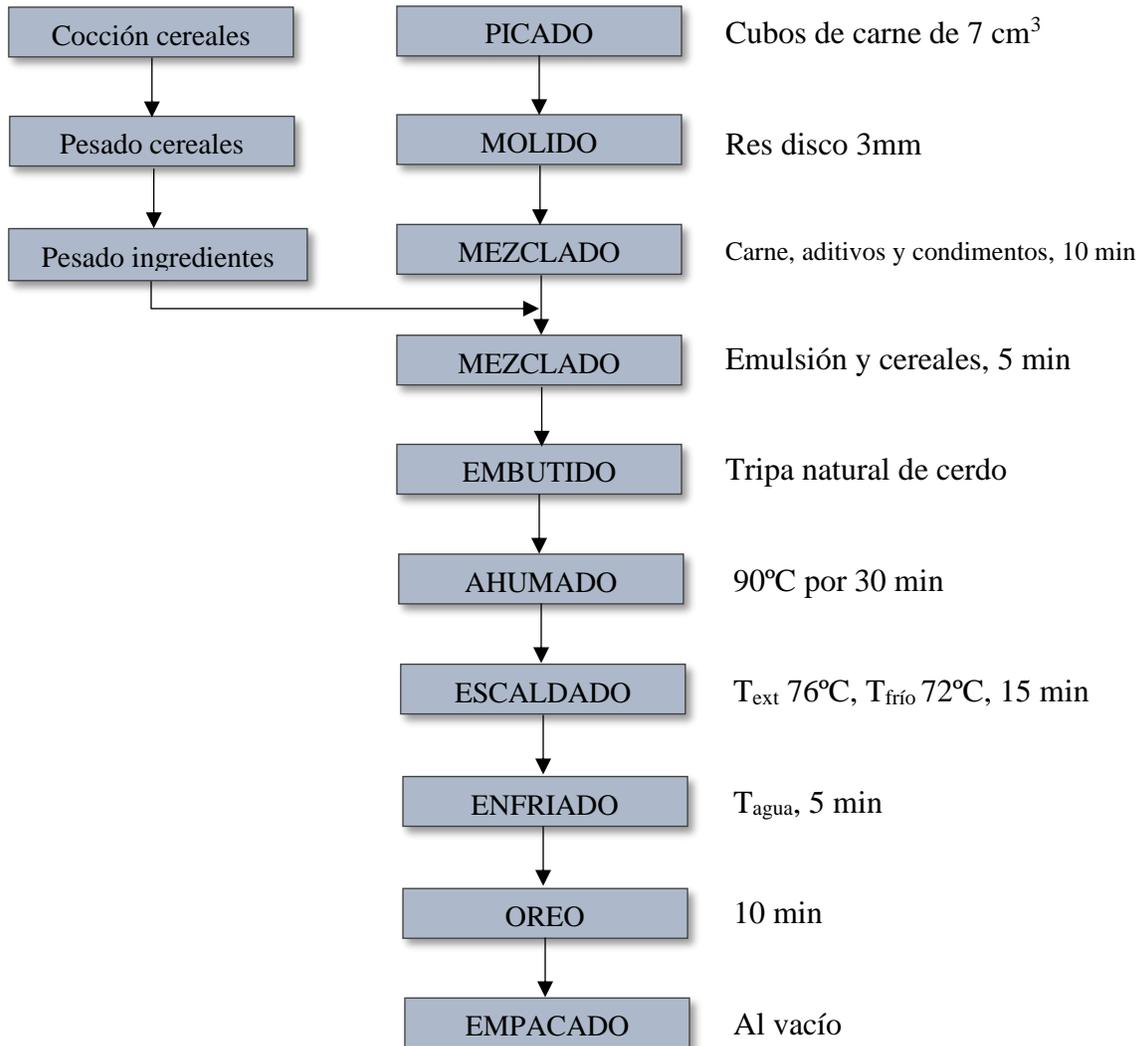


Diagrama 1 Proceso de elaboración el embutido ahumado dosificado

Fuente: Autor



2.5. Cálculos para elaboración de pastón y embutido

2.5.1. Cálculo de cantidad de retenedores de humedad y agua

$$C = \frac{(A * 15) + (A * 15) + (A * 80)}{1000}$$

Ecuación 1 Cantidad de retenedores

$$D = (C_1 * 2) + (C_2 * 8) + (C_3 * 1)$$

Ecuación 2 Cantidad de agua requerida

Dónde:

C= Cantidad total de retenedores de humedad (kg)

A= Cantidad de carne a emplear en el producto (kg)

C₁, C₂ y C₃= Cantidades de retenedores de humedad (kg)

D= Cantidad de agua a añadir (kg)

2.5.2. Cálculo de cantidad de pastón

$$\text{kg de Pastón} = A + B + C + D$$

Ecuación 3 Cantidad de pastón

Dónde:

A= Cantidad de carne a emplear en el producto (kg)

B= Cantidad de grasa a añadir (kg)

C= Cantidad total de retenedores de humedad (kg)

D= Cantidad de agua a añadir (kg)



2.5.3. Cálculo de cantidad de masa final

$$Pf = \text{kg de pastón} + E$$

Ecuación 4 Cantidad de masa final

Dónde:

E= Sumatoria de las cantidades de aditivos y condimentos añadidos al producto (sin considerar los retenedores de humedad) (kg)

2.5.4. Cálculo del incremento de peso de los cereales

$$\frac{\text{Peso}_{\text{Cereal cocido}} - \text{Peso}_{\text{Cereal crudo}}}{\text{Peso}_{\text{Cereal crudo}}} * 100$$

Ecuación 5 Incremento en peso de cereales

2.6. Análisis bromatológico y estabilidad

2.6.1. Cálculos del informe bromatológico

Para realizar estos cálculos es necesario tener en consideración el peso de los principales componentes empleados en la elaboración del chorizo.

El cálculo teórico de la composición química de la carne se lleva a cabo empleando una formulación desarrollada mediante investigaciones, denominada número de Feder. La cual está expresada en función de la capacidad de retención de agua de las proteínas miofibrilares de la carne.

De esta manera, conociendo que la capacidad de retención de agua de la proteína cárnica es de 3,58 veces su peso, tenemos que:

$$\%H = 3,58 * \%P$$

Ecuación 6 Número de Feder

Dónde:

%H= Porcentaje de humedad (agua)

%P= Porcentaje de proteína



Pero la carne no está compuesta solamente de agua y proteína, sino también de grasa, vitaminas y minerales. Según varios estudios realizados, el porcentaje de minerales es constante e igual a 1%; el porcentaje de vitaminas es mínimo, por lo que resulta despreciable para el resto de cálculos. Teniendo todo esto en consideración, resulta la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \text{Composición de la carne} &= \text{proteína} + \text{grasa} + \text{agua} + \text{minerales} \\ 100\% &= \%P + \%G + \%H + 1\% \end{aligned}$$

Remplazando el número de Feder tendríamos que:

$$100\% = \%P + \%G + (3,58 * \%P) + 1\%$$

Y despejando el porcentaje de proteína nos queda:

$$\%P = \frac{99 - \%G}{4,58}$$

Ecuación 7 Porcentaje de proteína

Dónde:

%G= Porcentaje de grasa

%P= Porcentaje de proteína

Con esta ecuación podemos calcular el porcentaje de proteína presente en la carne, en función de su contenido de grasa. Partiendo de esto y con los datos de formulación de cada ensayo, podemos determinar la composición porcentual del producto terminado empleando las siguientes ecuaciones:

$$\%P = \frac{\text{Kg Proteína}}{\text{Kg total de producto}} * 100$$

Ecuación 8 Contenido de proteína en el producto final

$$\%G = \frac{\text{Kg Grasa}}{\text{Kg total de producto}} * 100$$

Ecuación 9 Contenido de grasa en el producto final



$$\%H = \frac{Kg \text{ Humedad}}{Kg \text{ total de producto}} * 100$$

Ecuación 10 Contenido de humedad en el producto final

$$\%Al = \frac{Kg \text{ Almidón}}{Kg \text{ total de producto}} * 100$$

Ecuación 11 Contenido de almidón en el producto final

2.6.2. Determinación del pH

La determinación del pH del producto final se realiza según lo que establece la norma NTE INEN 783:1985, actualmente remplazada por la NTE INEN ISO 2917 “CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. DETERMINACIÓN DE pH.”

2.7. Estudio sensorial y estadístico

2.7.1. Ensayos en pastón

En esta etapa se realizó la dosificación en pastón, es decir, no se llevó a cabo las etapas posteriores que permiten darle a este las propiedades de un embutido. Se realizaron las primeras experimentaciones con dosificaciones de 10, 20 y 30% de cereales en pastón, con la finalidad de analizar las características iniciales del pastón, especialmente la consistencia, al ser mezclado con la parte vegetal.

2.7.2. Ensayos en embutido ahumado

En esta etapa se realizó ensayos ya no en pastón sino en un embutido ahumado precocido, se empleó porcentajes de 0, 10, 20, 30, 40 y 50% de mezcla de cereales, teniendo el primero como testigo. Se analizó la capacidad de retención de agua de los cereales cocidos de manera convencional, con el propósito de ir realizando modificaciones en la cantidad de agua que se añade al pastón en el momento de su preparación. Además, se analizó el grado de pérdida de ingredientes frente al aumento de la cantidad de sustituyente, de esta manera se procedió a compensar en la receta la cantidad correspondiente de aditivos y/o especias con el fin de mantener sabor, textura, color y aroma del producto a medida que se aumente el porcentaje del sustituyente.

2.7.3. Ensayos finales

En esta etapa se empleó porcentajes de 50, 60 y 70% de cereales y se evaluó el grado de compactación en el producto frente al alto porcentaje de sustituyente empleado, en base a esto se realizó variaciones parciales en el grosor del pastón y se estableció un límite máximo de sustituyente en el cual el chorizo empieza a presentar fallas en sus características, principalmente en su textura.



2.7.4. Análisis sensorial de los productos elaborados

Todos los productos elaborados a cada dosificación fueron sometidos a evaluación sensorial por parte de un panel de degustación, los parámetros evaluados fueron sabor, aroma y textura.

2.7.5. Cálculo del número de degustadores

El número de evaluadores se determinó mediante la aplicación de la fórmula de tamaño de la muestra:

$$n = \frac{NZ^2pq}{E^2(N-1) + Z^2pq}$$

Ecuación 12 Número de degustadores

Dónde:

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población

Z= Distribución normalizada (1,96)

p= Proporción de aceptación

q= Proporción de rechazo

E= Porcentaje deseado de error

Para definir una población estratificada se consideró a los estudiantes de últimos semestres de la carrera de ingeniería química de la Universidad de Cuenca, ya que cuentan con un conocimiento más definido acerca de tecnología de alimentos, y con ello, parámetros de aceptación y criterios de calidad en alimentos procesados. En base a esto, la población estuvo formada por 40 personas. Se empleó un nivel de confianza de 95%, a lo que le corresponde una distribución normalizada de 1,96, con un error del 5%.

2.7.6. Diseño de encuesta de degustación

Para llevar a cabo el análisis sensorial se elaboró una encuesta en la que se evaluó los parámetros de mayor importancia para esta investigación, que son sabor, aroma y textura; misma que se puede observar en el *Anexo 1*.



Capítulo 3: Resultados y discusión

3.1. Propiedades de los cereales empleados

3.1.1. Composición nutricional de los cereales empleados

En la *Tablas 18, 19 y 20*, se detalla las composiciones nutricionales del amaranto, quinua y cebada, respectivamente. Los datos fueron proporcionados por proveedores locales y se compara con los valores revisados en la bibliografía.

Componentes	Gramolino	(Berghofer & Schoenlechner, 2002)
Proteína	14	11,7 – 18,4
Carbohidratos	70	68,8 – 70,3
Grasa	6	6 - 10

Tabla 19 Composición nutricional del Amaranto

Componentes	Verde Pamba	(Gonçalves & Almeida, 2009)
Proteína	13	10 – 18
Carbohidratos	60	54,1 – 64,2
Grasa	6	4,5 – 8,75

Tabla 20 Composición nutricional de la Quinua

Componentes	La Pradera	(Baik & Ullrich, 2008)
Proteína	10	10 – 17
Carbohidratos	77	69 – 77
Grasa	2	2 - 3

Tabla 21 Composición nutricional de la Cebada



3.1.2. Rendimiento de cereales

Como se observa en la *Tabla 21*, el incremento en peso del amaranto es del 100%, mientras que, en el caso de la quinua y la cebada, el peso se incrementa en un 200%. Lo cual permite realizar modificaciones en la receta, principalmente en la cantidad de agua a añadir, ya que la mayor parte del contenido del grano cocido es precisamente agua, que puede ser aprovechada en la estructura del producto elaborado.

Amaranto			
Peso inicial	Peso final	Incremento	Promedio
400	820	105%	104%
250	490	96%	
400	810	103%	
Quinua			
Peso inicial	Peso final	Incremento	Promedio
800	2500	213%	210%
650	2020	211%	
880	2700	207%	
Cebada			
Peso inicial	Peso final	Incremento	Promedio
1556	4414	184%	190%
930	2700	190%	
880	2600	195%	

Tabla 22 Rendimiento en peso de los cereales

Fuente: Autor

3.2. Análisis sensorial y estadístico de los ensayos de dosificación

3.2.1. Ensayos preliminares en pastón

En la etapa preliminar en pastón se empleó porcentajes de sustitución de proteína vegetal del 10, 20 y 30%, lo que permite realizar modificaciones con el propósito de obtener parámetros de consistencia y adaptabilidad de la masa sobre los granos de cereal. Como se muestra el *Gráfico 1*, el nivel de aceptación por distribución de frecuencia, de las 3 dosificaciones es bastante parejo y muy aceptable en un enfoque general, tomando en consideración todos los parámetros de evaluación.



Gráfico 1 Nivel de aceptación en pastón al 10, 20 y 30% de sustitución

Fuente: Autor

Por otra parte, analizando cada parámetro de cada dosificación, como se muestra en el *Gráfico 2*, se observa que el parámetro determinante en este ensayo, la textura, tiene una aceptación alta y constante, lo cual demuestra que la adición de los cereales a la masa no ha causado fallas en su textura y permite emplearse dosificaciones más altas. Por otro lado, los parámetros sabor y aroma sí se ven afectados frente al incremento de sustituyente, por lo que se reformuló las cantidades de aditivos y condimentos, para que se compensen proporcionalmente al porcentaje de dosificación empleado.

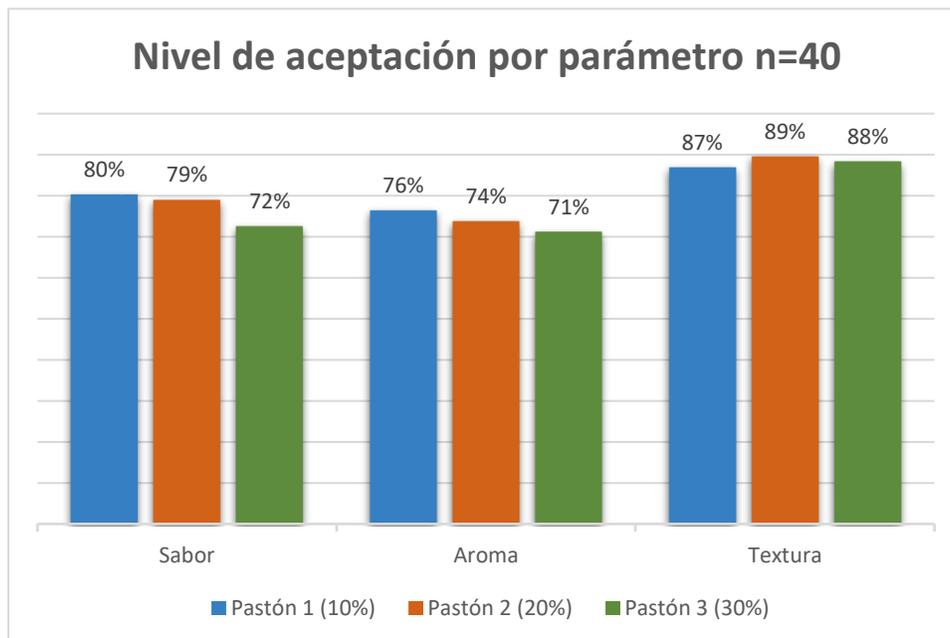


Gráfico 2 Nivel de aceptación por parámetro en pastón al 10, 20 y 30% de sustitución

Fuente: Autor



3.2.2. Ensayos en embutido ahumado

3.2.2.1. Análisis de parámetros organolépticos

En las etapas posteriores se realizaron ensayos con el 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 y 70 % de dosificación. En el *Gráfico 3* se analiza el nivel de aceptación de cada parámetro organoléptico por parte del panel de degustación.

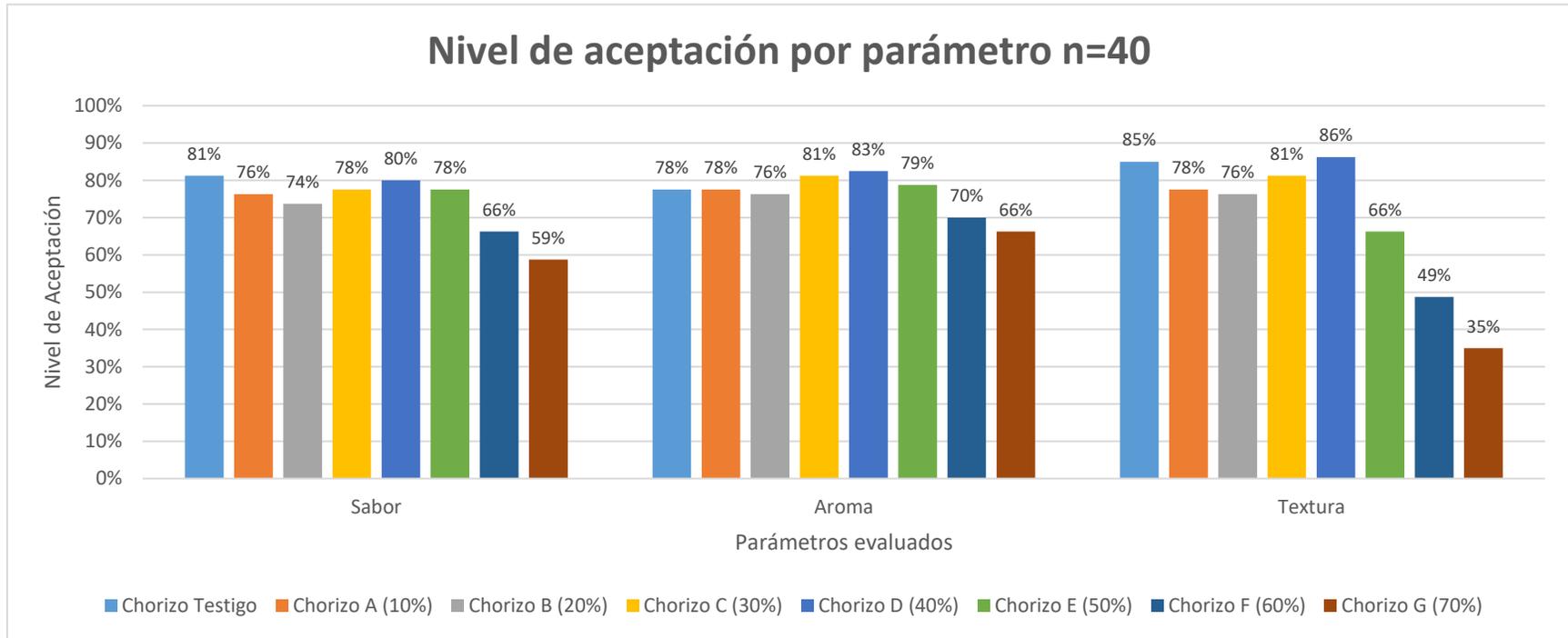


Gráfico 3 Nivel de aceptación por parámetro en embutido ahumado al 0 - 70% de sustitución



En este se observa que el aroma del producto no sufre una caída significativa al aumentar el porcentaje de dosificación. Lo que no ocurre con el sabor, que se ve más afectado ya que al 60 y 70% de dosificación se empieza a sentir con mayor facilidad el sabor de los cereales. Sin embargo, el parámetro determinante en estos ensayos fue la textura, pues a partir del 50% de dosificación la aceptación de los degustadores empieza a decaer abruptamente, debido a que el alto contenido de cereal hace que la estructura se vuelva inestable. Al 70% de dosificación, el producto ha perdido la compactación, con lo que empieza a desintegrarse sobre todo al momento de su preparación para ser consumido. Con ello se estableció al 70% como el límite en los ensayos de sustitución de proteína.

3.2.2.2. Determinación de dosificación óptima (producto final)

En el *Gráfico 4* se detalla el nivel de aceptación general de todas las dosificaciones. Analizando de manera global los criterios de evaluación de cada producto mediante distribución de frecuencias, se determinó que el porcentaje óptimo de sustitución de proteína cárnica por proteína vegetal (mezcla de cereales) es del 40%.

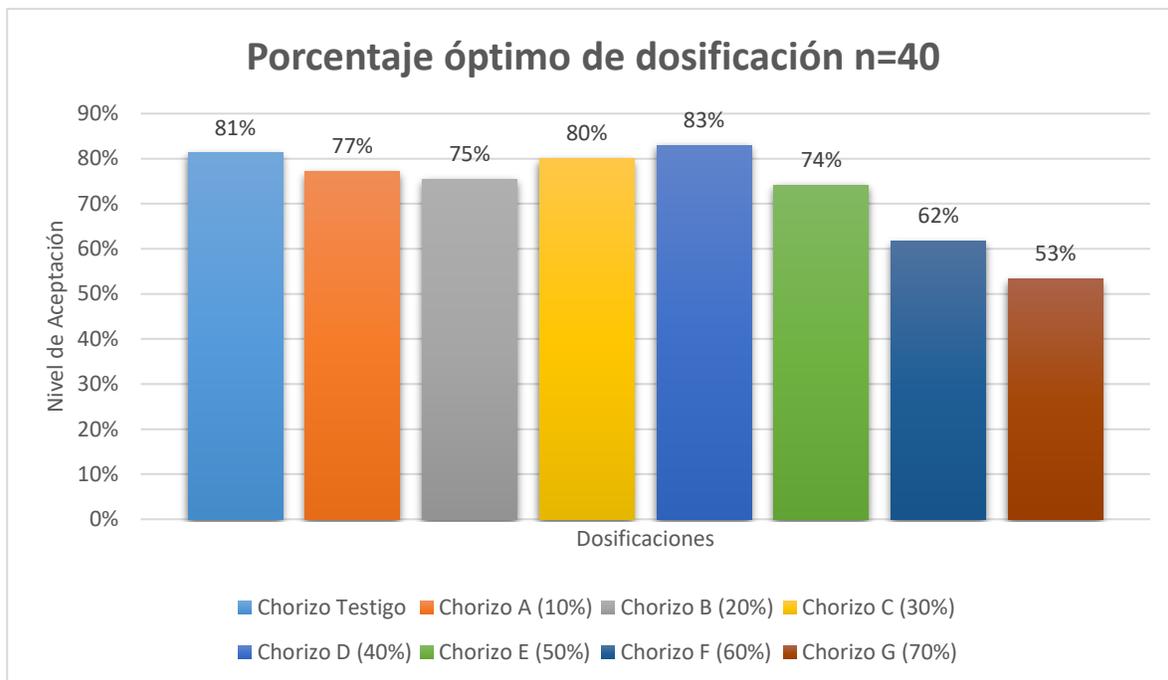


Gráfico 4 Porcentaje óptimo de sustitución de proteína cárnica por proteína vegetal



3.3. Informe bromatológico del producto final

3.3.1. Formulación del producto final

En la *Tabla 22* se describe la cantidad de cada componente de la receta del embutido con dosificación al 40%.

Ingredientes	Cantidad %
Carne	37
Grasa	19
Agua	9
Cereales	27
Retenedores de humedad	4
Aditivos	2
Condimentos y Especies	2

Tabla 23 Componentes del embutido con dosificación al 40%

Fuente: Autor

3.3.2. Evaluación de la fórmula del producto testigo y producto final

Para realizar los cálculos del informe bromatológico es necesario realizar la evaluación de la formulación. En las *Tablas 23 y 24*, se describe la evaluación de las fórmulas del embutido testigo (0%) y del producto final (40%), respectivamente, con el objetivo de realizar una comparación de las características bromatológicas de ambos productos.

Ingrediente	Kg	Proteína		Grasa		Humedad		Almidón	
		%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg
CRI	4	20,5	0,821	5	0,2	73,48	2,94	-	-
Grasa	2	6,3	0,127	70	1,4	7	0,14	-	-
PAS	0,06	92	0,055	-	-	-	-	-	-
Almidón	0,32	0	0	-	-	-	-	100	0,32
Hielo	0,92	0	0	-	-	100	0,92	-	-
Total	7,3		1,00		1,60		4,00		0,32

Tabla 24 Evaluación de la fórmula del embutido testigo (0% dosificación)

Fuente: Autor



Ingrediente	Kg	Proteína		Grasa		Humedad		Almidón	
		%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg
Amaranto	0,3	9	0,027	4	0,012	40	0,12	28	0,08
Quinoa	1,3	6,5	0,085	2	0,026	60	0,78	19	0,25
Cebada	1,3	6	0,078	1	0,013	60	0,78	22	0,29
CRI	4	20,5	0,821	5	0,2	73,48	2,94	-	-
Grasa	2	6,3	0,127	70	1,4	7	0,14	-	-
PAS	0,06	92	0,055	-	-	-	-	-	-
Almidón	0,32	0	0	-	-	-	-	100	0,32
Hielo	0,92	0	0	-	-	100	0,92	-	-
Total	10,2		1,19		1,65		5,68		0,94

Tabla 25 Evaluación de la fórmula del embutido final (40% dosificación)

Fuente: Autor

3.3.3. Composición nutricional del producto testigo y producto final

Según lo establece la norma NTE INEN 1338:2012, los embutidos cocidos deben cumplir con los requisitos descritos en la Tabla 25, y en base a ello se clasifican en Tipo I, Tipo II y Tipo III dependiendo de su contenido proteico.

REQUISITO	TIPO I		TIPO II		TIPO III		MÉTODO DE ENSAYO
	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	
Proteína total, % (% N x 6,25)	12	-	10	-	8	-	NTE INEN 781
Proteína no cárnica %	-	2	-	4	-	6	No existe método de diferenciación; se verifica por la formulación declarada por el fabricante.

Tabla 26 Requisitos bromatológicos para productos cárnicos cocidos

Fuente: NTE INEN 1338:2012

Por lo tanto, basándonos en el informe bromatológico de los dos productos, expresados en la Tabla 26, si bien el producto final con dosificación al 40% muestra una ligera disminución en su contenido proteico en comparación al producto testigo, este aún se encuentra dentro del mínimo establecido para pertenecer a la categoría de embutido tipo I.



Cabe recalcar también la importancia del descenso en el contenido de grasa desde una perspectiva nutricional y en la salud del consumidor.

Componente	Testigo	Sustitución de 40%
%Proteína	14	12
%Grasa	22	16
%H	55	56
%C	4	8

Tabla 27 Comparación de las composiciones nutricionales del embutido testigo y al 40%

Fuente: Autor

3.4. Informe nutricional del producto final

Mediante los datos obtenidos del informe bromatológico y los valores diarios recomendados establecidos por la NTE INEN 1334:2016, se permite realizar en informe nutricional del producto terminado.

Por otro lado, con los criterios exigidos por el RTE INEN 022:2014 que se describen en la Tabla 27, en referencia al contenido de grasas, azúcares y sal, se procede a elaborar el semáforo nutricional.

Componentes	Concentración “BAJA”	Concentración “MEDIA”	Concentración “ALTA”
Grasas totales	Menor o igual a 3 gramos en 100 gramos	Mayor a 3 y menor a 20 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 20 g en 100 gramos
Azúcares	Menor o igual a 5 gramos en 100 gramos	Mayor a 5 y menor a 15 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 15 gramos en 100 gramos
Sal (Sodio)	Menor o igual a 120 miligramos de sodio en 100 gramos	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos de sodio en 100 gramos	Igual o mayor a 600 miligramos de sodio en 100 gramos

Tabla 28 Contenido de componentes y concentraciones permitidas

Fuente: RTE INEN 022:2014



En la *Tabla 28* se detalla el informe nutricional del embutido tipo I con 0% de dosificación de cereales, junto con su semáforo nutricional en la *Ilustración 14*.

Informe Nutricional		
Tamaño por porción (g)	70	
Porción por recipiente	5	
Cantidad por Porción		
Kcal Totales	188,82	
%Valor Diario		
Grasa Total (g)	15,34	23,60
Proteína (g)	9,62	19,23
Carbohidratos (g)	3,07	1,02
Sodio (mg)	686	28,58
Porcentaje de valores diarios basados en una dieta de 2000 Kcal (8380 KJ).		

Tabla 29 Informe nutricional Embutido Tipo I con 0% de dosificación

Fuente: Autor



Ilustración 14 Semáforo nutricional Embutido Tipo I con 0% de dosificación

Fuente: Autor



En la *Tabla 29* se detalla el informe nutricional de embutido tipo I con 40% de dosificación de cereales, junto con su semáforo nutricional en la *Ilustración 15*.

Informe Nutricional		
Tamaño por porción (g)	70	
Porción por recipiente	5	
Cantidad por Porción		
Kcal Totales	160,42	
%Valor Diario		
Grasa Total (g)	11,33	17,43
Proteína (g)	8,18	13,36
Carbohidratos (g)	6,43	2,14
Sodio (mg)	473	19,71
Porcentaje de valores diarios basados en una dieta de 2000 Kcal (8380 KJ).		

Tabla 30 Informe nutricional Embutido Tipo I con 40% de dosificación

Fuente: Autor



Ilustración 15 Semáforo nutricional Embutido Tipo I con 40% de dosificación

Fuente: Autor



3.5. Análisis económico del producto final

Se realizó el análisis económico del producto final con el objetivo de determinar la factibilidad al elaborar un embutido en el que sustituya una fracción de la proteína cárnica por proteína vegetal. Por una parte, el alto rendimiento de los cereales permite reducir su consumo; y por la otra, es evidente que mientras mayor sea el contenido de cereales utilizado como sustituyente en la formulación, menor es el contenido de carne y grasa a emplear; por lo tanto, el costo de producción disminuye. Dando como resultado que la elaboración de este producto sea económicamente factible. En la *Tabla 30* se observa la disminución del costo de producción del embutido con cereales frente al embutido testigo.

Ingredientes	Testigo	40%
Carne	26,40	18,74
Grasa	13,50	9,58
Cereales	-	3,76
Retenedores de humedad	2,76	1,96
Aditivos	0,68	0,62
Condimentos y Especies	1,64	1,65
Costo total	44,98	36,31
Costo por Kg	3,91	3,16

Tabla 31 Costo de elaboración del embutido testigo y con dosificación al 40%

Fuente: Autor



3.6. Estabilidad del producto final

El estudio de estabilidad del producto final se realizó desde el día de su elaboración, se realizaron mediciones de pH según lo establece la NTE INEN 783:1985 y se acompañó con análisis organoléptico. Obteniendo la ficha de estabilidad descrita en la *Tabla 31*.

Días	T(°C)	pH	Color	Olor	Sabor	Textura
0	20	6	Rojizo	Normal	Normal	Firme
10	20	6	Rojizo	Normal	Normal	Firme
15	20	6	Rojizo	Normal	Normal	Firme
20	20	5,9	Rojizo	Normal	Normal	Firme
23	20	5,9	Rojizo	Normal	Normal	Firme
26	20	5,9	Rojizo	Normal	Normal	Firme
28	20	5,8	Rojizo	Ligeramente rancio	Ligeramente amargo	Firme
30	20	5,7	Rojizo/marrón	Ligeramente rancio	Ligeramente amargo y picante	Firme

Tabla 32 Ficha de estabilidad del embutido al 40% de dosificación

Fuente: Autor

Las condiciones establecidas para el análisis de vida de estante fueron de empaque al vacío y refrigeración a 4°C. Como resultado se determinó que el tiempo de vida útil del producto es de 26 días, periodo en el cual cumple con pH dentro del rango permitido y propiedades organolépticas óptimas.

3.7. Informe microbiológico del producto final

En el *Anexo 2* se presentan los resultados del análisis microbiológico realizado por el Laboratorio MSV, mismos que al comparar con los parámetros microbiológicos exigidos por la NTE INEN 1338:2012 se observa que se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma. Por lo que, el embutido con 40% de sustitución de proteína cárnica es considerado apto para el consumo humano.



Conclusiones

Los cereales empleados en la sustitución de la proteína cárnica tienen un buen rendimiento en cuanto al aumento de peso y volumen tras la cocción. El amaranto incrementa su peso en un 100%, mientras que la quinua y cebada incrementan el 200%. Lo cual permite usar menos producto, disminuir costos y aprovechar el agua que contienen en la elaboración del pastón.

Se elaboró embutidos con mezcla de cereales como sustituyente al 10, 20, 30, 40, 50, 60 y 70%, con los cuales, al ser sometidos a análisis sensorial y estadístico, se logró determinar que la dosificación óptima es del 40% de cereales, obteniendo un producto final con propiedades organolépticas similares a un producto tradicional.

Los factores críticos en las dosificaciones fueron la textura, que empezó a mostrar inestabilidad a dosificaciones superiores al 50%; y el sabor, dado que a dosificaciones superiores al 40% se sentía con mayor facilidad el sabor de los cereales.

Mediante el análisis bromatológico realizado en base al número de Feder, se determinó que el embutido con el 40% de sustitución de proteína cárnica por proteína vegetal (mezcla de cereales) pierde un 2% del contenido proteico frente a un embutido tradicional, sin embargo, este cumple con el requisito mínimo para ser categorizado como embutido tipo I. Por otro lado, el contenido de grasa disminuye un 6% y los carbohidratos aumentan un 4%. Lo que demuestra que el reemplazo de la proteína cárnica no afecta sino más bien favorece a las propiedades nutricionales del producto.

Los resultados del análisis nutricional demostraron que el producto final tiene un contenido medio, tanto de grasa como de sal, mientras que el tradicional tiene un contenido de grasa alto y un contenido de sal medio.

El análisis de vida útil determinó que el producto tiene un tiempo de vida de 26 días, posterior a este periodo, deja de ser apto para el consumo ya que pierde sus propiedades organolépticas.

Los resultados del análisis microbiológico demostraron que el embutido con el 40% de sustitución de proteína cárnica cumple con los parámetros exigidos por la NTE INEN 1338, por lo tanto, es apto para el consumo humano.

La elaboración de este embutido es económicamente factible ya que el costo de producción es menor al de un embutido tradicional, debido al rendimiento de los cereales y a la sustitución misma de carne y grasa, cuyo precio es mayor que el de los cereales empleados en la formulación.



Recomendaciones

Se recomienda que los ingredientes sean compensados proporcionalmente a la cantidad de sustituyente vegetal que se emplee, dejando de lado únicamente aditivos cuyo uso es exclusivo en la formación y estabilización de la emulsión cárnica y no tendrían efecto sobre los cereales.

Se propone utilizar cereales de menor tamaño o harinas, para mejorar la textura del producto y lograr incrementar el porcentaje óptimo de dosificación. Además, es posible que se mejoren las propiedades aún más si se trabaja con pastas finas.



Bibliografía

- Akram, M., Munir, N., Daniyal, M., Egbuna, C., Găman, M.-A., Onyekere, P. F., & Olatunde, A. (2020). Vitamins and Minerals: Types, Sources and their Functions. In *Functional Foods and Nutraceuticals* (Issue August, pp. 149–172). https://doi.org/10.1007/978-3-030-42319-3_9
- Allais, I. (2010). Emulsification. In F. Toldrá (Ed.), *Handbook of Meat Processing* (pp. 143–168).
- Angarita, R. C. (2005). *Manual para la elaboración artesanal de productos cárnicos utilizando carne de cuy (Cavia Porcellus)*. Universidad de La Salle.
- Apango Ortiz, A. (2002). Elaboración de productos cárnicos. *Sagarpa*, 8.
- Arias, S., & Bhatia, S. (2015). *Medical Applications for Biomaterials in Bolivia*. Springer. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-16775-6.pdf>
- Badui Dergal, S. (2013). La ciencia de los alimentos en la práctica. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). Pearson Educación.
- Baik, B.-K., & Ullrich, S. E. (2008). Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 233–242. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.02.002>
- Berghofer, E., & Schoenlechner, R. (2002). Grain Amaranth. In *Pseudocereals and Less Common Cereals: Grain Properties and Utilization Potential* (pp. 219–260). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-09544-7_7
- Blanno, M. L. (2006). Extensores Cárnicos : Consideraciones de Funcionalidad y Valor Nutricional. *Mundo Lácteo y Cárnico*, 9–13.
- Castro Ríos, K. (2011). *Tecnología de Alimentos*. Ediciones de la U.
- Cervera, P., Clapés, J., & Rigolfas, R. (2004). *Alimentación y dietoterapia (Nutrición aplicada en la salud y la enfermedad)* (4th ed.). McGraw-Hill.
- Coello, G. (2010). Elaboración y Valoración Nutricional de Tres Productos Alternativos a Base de Cebada para Escolares del Proyecto Runa Kawsay. In *Escuela Superior Politécnica De Chimborazo*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/728>
- Díaz, L., Tarifa, P., Olivera, S., Gerje, F., Benítez, M. B., & Ercoli, P. (2014). Alimentos: Historia, Presente y Futuro. In *Alimentos: historia, presente y futuro*. <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005266.pdf>
- Essien, E. (2003). Sausage Manufacture. Principles and practice. In *Sausage Manufacture: Principles and Practice*. Taylor & Francis US.
- Folkes, B. F., & Yemm, E. W. (1956). The amino acid content of the proteins of barley grains. *The Biochemical Journal*, 62(1), 4–11. <https://doi.org/10.1042/bj0620004>



- Fornias, O. V., & Díaz, C. V. (1999). Clasificación de los productos cárnicos. *Rev Cubana Aliment Nutr*, 13(1), 63–67.
- Fundación Española de nutrición. (2005). Derivados cárnicos funcionales: Estrategias y Perspectivas. In *Derivados cárnicos funcionales: estrategias y perspectivas*. <http://fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/24-Derivados cárnicos.pdf>
- García, B., & Guerra, E. J. (2017). Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. In *Tratado de Nutrición* (Vol. 2, pp. 187–189).
- Gartz, R. M. (1989). *Las carnes y su procesamiento*.
- Gil Santa, D. (2009). *Parámetros para determinar la calidad de los productos cárnicos a través de los diferentes procesos en la empresa "Comestibles Dan."* Corporación Universitaria Lasallista.
- Gonçalves, S., & Almeida, W. (2009). Amaranto (*Amaranthus ssp*) e Quinoa (*Chenopodium Quinoa*) alimentos alternativos para doentes celíacos. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e Da Saúde*, 13, 77–92.
- Güemes Vera, N. (2007). Utilización de los derivados de cereales y leguminosas en la elaboración de productos cárnicos. *Nacameh*, 1(2), 110–117.
- Harwood, W. A. (2019). An introduction to barley: The crop and the model. *Methods in Molecular Biology*. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8944-7_1
- Hernández Alarcón, E. (2006). Tecnología De Cereales Y Oleaginosas. *UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA A ADISTANCIA*, 41–44.
- Huamanchumo, W. (2020). *Pseudocereales andinos: valor nutritivo y aplicaciones para alimentos libres de gluten*. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.
- Jimenez, F., & Carballo, J. (1989). Principios básicos de elaboración de embutidos. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*, 20.
- Klukinski, C. (2003). *Nutrición y Bromatología*. Ediciones Omega.
- Lago, J. L. V. (1997). Tecnología De Los Embutidos Curados. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 1(5), 129–133. <https://doi.org/10.1080/11358129709487572>
- Lozano, J. A., Roca, P., & Castillo, J. (2012). LA NUTRICIÓN ES CON-CIENCIA. *Universidad de Murcia*, 33, 114–115.
- Madrid, A. (2014). *LA CARNE Y LOS PRODUCTOS CÁRNICOS. CIENCIA Y TECNOLOGÍA*. AMV Ediciones.
- Matovelle, D. (2016). Optimización del uso de la harina de quinua (*Chenopodiumquinua*) como sustituyente parcial de proteína en la elaboración del chorizo ahumado. In *Universidad de Cuenca*.
- Maya, A. (2010). Manejo Y Procesamiento de carnes. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*, 13–15.



- Montañez, C., & Perez, I. (2007). *Elaboración y evaluación de una Salchicha tipo Frankfurt con sustitución de harina de trigo por harina de quinua desaponificada* [Universidad de La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/102/
- Morán, W. (2016). *Evaluación de la calidad nutritiva, microbiológica y sensorial del chorizo parrillero elaborado con ingredientes naturales* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4478>
- NTE INEN 1217. (2013). CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. DEFINICIONES. *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*.
- NTE INEN 1334. (2016). ROTULADO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CONSUMO HUMANO. PARTE 2. ROTULADO NUTRICIONAL. *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*.
- NTE INEN 1338. (2012). CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. PRODUCTOS CÁRNICOS CRUDOS, PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS - MADURADOS Y PRODUCTOS CÁRNICOS PRECOCIDOS - COCIDOS. REQUISITOS. *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*.
- NTE INEN 783. (1985). CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. DETERMINACIÓN DEL pH. *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*.
- Ortega, R. M., Aparicio Vizuete, A., Ortega, A. I. J., & Rodríguez, E. R. (2015). Cereales de grano completo y sus beneficios sanitarios. *Nutricion Hospitalaria*, 32, 26–29. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.sup1.9475>
- Pomeranz, Y. (2000). Cereals and cereal products. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 11–14. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100220-9.00016-3>
- RTE INEN 022. (2014). Rotulado de Productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados. *Servicio Ecuatoriano De Normalización*, 1–12.
- Saffle, R. L. (1968). Meat Emulsions. *Advances in Food Research. University of Georgia*, 16, 105–160.
- Schmidt, H., Bittner, S., Vinagre, J., Wittig, E., Avedaño, S., López, L., Méndez, M., Alcaíno, H., & Castro, E. (1984). *Carne y Productos Cárnicos: Su tecnología y análisis*.
- Seibel, W., Kim Chung, O., Weipert, D., & Park, S.-H. (2006). Cereals. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 8. https://doi.org/10.1002/14356007.a06_093.pub2
- Stallknecht, G. F., & Schulz-Schaeffer, J. R. (1993). Amaranth Rediscovered. In *New Crops* (pp. 211–218). Wiley.
- Taylor, J. R. N., & Parker, M. L. (2002). Quinoa. In *Pseudocereals and Less Common Cereals: Grain Properties and Utilization Potential* (pp. 93–122). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-09544-7_3
- Vega, L., & Iñarritu, M. del C. (2010). *Fundamentos de Nutrición y dietética*. Pearson



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Educación de México, 1.

Villanueva, R. (2012). Compuestos importantes para la salud encontrados en los cereales enteros. *Ingeniería Industrial, 0(030)*, 214–215.
<https://doi.org/10.26439/ing.ind2012.n030.224>

Villarreal, M., & Iturriaga, L. (2016). Amaranth: An Andean Crop with History, Its Feeding Reassessment in America. In *Traditional Foods. Integrating Food Science and Engineering Knowledge Into the Food Chain* (pp. 217–232). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7648-2>



Anexos

Anexo 1 Ficha de degustación de embutidos a diferentes dosificaciones

TEST DE DEGUSTACIÓN

Esta encuesta tiene como objetivo conocer su opinión sobre las propiedades organolépticas de productos cárnicos cocidos, cuya elaboración se basa en el reemplazo, a diferentes dosificaciones, de una parte de la proteína cárnica por proteína vegetal (mezcla de cereales).

En cada sección elija la mejor opción para cada muestra degustada.

Muestra:

- Sabor

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a) Malo	b) Bueno	c) Muy bueno	d) Excelente

- Aroma

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a) Malo	b) Bueno	c) Muy bueno	d) Excelente

- Textura

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a) Malo	b) Bueno	c) Muy bueno	d) Excelente



1. ¿Logró identificar algún sabor a cereal? Si su respuesta es afirmativa, ¿En qué muestra?

SI NO

Muestra _____

2. Si su respuesta a la pregunta anterior es afirmativa, este sabor:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a) Le gusta	b) No le gusta	c) Le es indiferente

3. ¿Compraría este producto una vez haya sido lanzado al mercado?

SI NO

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN



Anexo 2 Informe microbiológico del producto final



INFORME TÉCNICO

Informe N°: MSV-IE 756-19
Orden de ingreso: OI-277-19

DATOS DEL CLIENTE

CLIENTE: EDWIN SHEGURDY PIÑA
DIRECCIÓN: HUAYNA CAPAC Y JUAN JARAMILLO
TELÉFONO: 0968848333

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

¹ NOMBRE DEL PRODUCTO: CHORIZOS MORLACOS		² FABRICANTE: EDWIN SHEGURDY	
² MARCA COMERCIAL: MixMeat - UCuenca		² TIPO DE ENVASE: POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	
² TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO		² FORMA DE CONSERVACION: REFRIGERACION	
² PRESENTACIONES: 400g		² FECHA DE ELAB: 23/05/2019	
² CODIGO MUESTRA: 19277	² N° LOTE: N/A	² FECHA DE ELAB: 23/05/2019	² FECHA DE CAD: N/A
² FECHA DE RECEPCION: 28/05/2019	² FECHA DE ANALISIS: 28/05/2019 - 02/06/2019	² FECHA DE ENTREGA: 07/06/2019	
² REALIZACION DE ENSAYOS: LABORATORIO	² MUESTREO: POR EL CLIENTE	² NUMERO DE MUESTRAS: UNA (1)	

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	INCERTIDUMBRE (K=2)	RESULTADO	REQUISITOS DE NORMA NTE 1338:2012	
					m	M
AEROBIOS MESOFILOS	PEMSVMB01 BAM CAP 3	UFC/ml	±0.31	4.1 x 10 ¹	5.0x10 ³	1.0x10 ⁷
S.AUREUS	PEMSVMB16 AOAC 081001	UFC/g	±23.4	< 10	1.0x10 ³	1.0x10 ⁴
E COLI	PEMSVMB04 AOAC 991.14	UFC/ml	±0.31	< 10	< 10	—
*SALMONELLA	BAM CAP 05	PRESENCIA/ AUSENCIA	N/A	AUSENCIA	AUSENCIA	

Los ensayos marcados con (*) están fuera del alcance de acreditación del SAE.

CONCLUSION: El producto analizado **CUMPLE** con los criterios microbiológicos de acuerdo a la norma NTE INEN 1338:2012. Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos. REQUISITOS Punto 6. Requisitos Tabla 10. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos cocidos. 1 Opiniones e interpretaciones están fuera del alcance de acreditación SAE.



Dra. Sandra Guaraca Maldonado
GERENTE DE LABORATORIO

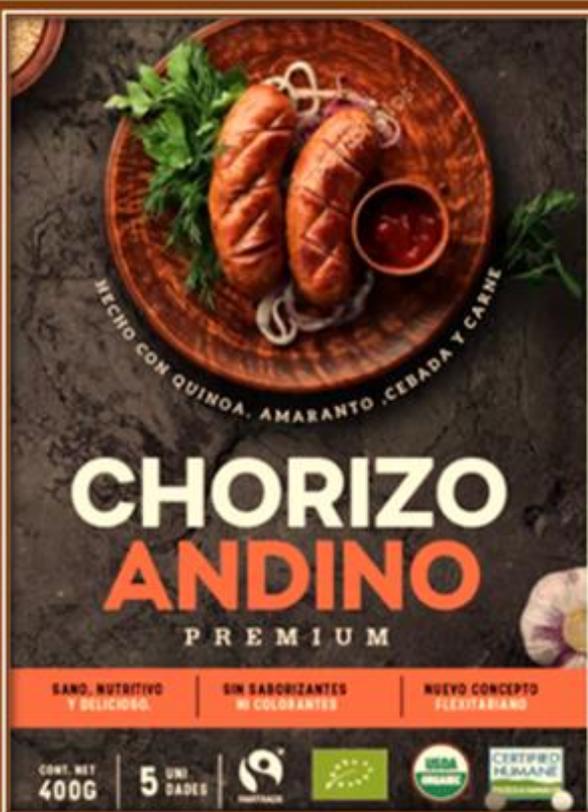
Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio. Este informe no será reproducido sin la aprobación de MSV. Información proporcionada por el cliente. Se tomó en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarado por el método específico, para la declaración de criterios de conformidad. MSV está comprometido con la imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (este informe representa la aceptación de la política declarada de MSV en relación al tema)

FMC2104-02
LD

Página 1 de 1

Dirección: Avda. Las Américas y Turuhuaico (Redondel Miraflores 3er Piso)
Telf: 4045127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraegm@hotmail.com

Anexo 3 Etiqueta



Ingredientes: Carne de res, grasa de cerdo, amaranto, cebada, quinoa, agua, retenedores de humedad, aditivos, condimentos.

Conservar en refrigeración

Informe Nutricional

Tamaño por porción (g)	70
Porción por recipiente	5
Cantidad por Porción	
Kcal Totales	160,42
	%Valor Diario
Grasa Total (g)	11,33 17,43
Proteína (g)	8,18 13,36
Carbohidratos (g)	6,43 2,14
Sodio (mg)	473 19,71

Porcentaje de valores diarios basados en una dieta de 2000 Kcal (8380 KJ).

MEDIO en GRASA

MEDIO en SAL

no contiene **AZÚCAR**

F. elaboración: 05/06/21
F. expiración: 01/07/21
P.V.P.: \$2.50

Elaborado en el Laboratorio de Alimentos de la Universidad de Cuenca.

Anexo 4 Pruebas de degustación



Anexo 5 Aspecto de los cereales en la estructura del producto





Anexo 6 Producto final listo para ser comercializado

