



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERIA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“APLICACIÓN DE TRES NIVELES DE QUINUA COMO
EXTENSOR PARA ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA”**

Trabajo de Titulación
Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar el grado académico de:
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR: LUIS FERNANDO RUIZ DIAZ
DIRECTOR: Ing. IVÁN PATRICIO SALGADO TELLO Msc.

Riobamba - Ecuador

2023

©2023 Luis Fernando Ruíz Díaz

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozcan los derechos del autor.

Yo, LUIS FERNANDO RUIZ DIAZ, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados obtenidos del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otros autores y fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y al autor.

Riobamba 27 de enero del 2023.

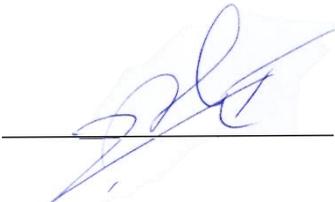
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Luis F R', with a stylized flourish underneath.

Luis Fernando Ruíz Díaz

060364856-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERIA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; tipo: Trabajo Experimental, **APLICACIÓN DE TRES NIVELES DE QUINUA COMO EXTENSOR PARA ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA** de responsabilidad del señor: **LUIS FERNANDO RUIZ DIAZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación

	FIRMA	FECHA
Dr. Juan Marcelo Ramos Flores PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-01-27
Ing. Iván Patricio Salgado Tello. M.s.C DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION		2023-01-27
Ing. Paola Fernanda Arguello M.s.C MIEMBRO DE TRIBUNAL		2023-01-27

DEDICATORIA

A Dios y la Virgen Santísima A mi Sr, de las Misericordias y San Juan por brindarme la salud y fuerzas para lograr una meta más en mi vida, a mis padres Blanca Díaz que con su esfuerzo constante ha podido ayudarme a conseguir un nuevo objetivo, un día te dije que confíes en mí, y este es el resultado y Juan Ruiz (+) que desde lo más alto ha sido mi ángel y una razón más para seguir y alcanzar este objetivo, a mis hermanos Juan y Jaeska que han sido mi motor para seguir esforzándome cada día gracias por todo ustedes son el pilar de mi fortaleza, a mi tía Nancy por todo su apoyo, a mi abuelita Carmen, Arturito, a mi Prima Carlita, Andrés, Fabricio, Fernando a todo el grupo Elite COD, amigos que encontré durante el paso por la escuela un Dios les pague por compartir un poco de su tiempo se volvieron mi segunda familia en la gloriosa FCP.

Fernando

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios nuevamente, quien con su bendición desde el cielo llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes no fue un año fácil nos quedamos incompletos, pero, ¡Lo logramos! Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal de la Facultad de Ciencias Pecuarias, a mi tutor Ing. Iván Salgado, por confiar en mí quien, con su enseñanza, conocimientos y mucha paciencia hicieron que pueda crecer día a día como persona y buen profesional. A mi asesora Ing. Paola Arguello, que por su apoyo y conocimiento se pudo llegar a concretar el trabajo de titulación. A todos los docentes que día a día me guiaron, con sus saberes y consejos para llegar a ser una gran persona y luego un gran profesional, B.Q.F. Alicia Zavala, Ing. Sandra López, agradecido infinitamente con ustedes.

Fernando

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRAC.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	2
1.1. Quinoa.....	2
<i>1.1.1. Definición.....</i>	<i>2</i>
<i>1.1.2. Características.....</i>	<i>2</i>
<i>1.1.3. Beneficios que aporta la Quinoa.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.4. Propiedades físico químicas de la quinua.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.5. Características microbiológicas</i>	<i>4</i>
<i>1.1.6. Características organolépticas</i>	<i>4</i>
<i>1.1.7. Usos industriales de la Quinoa</i>	<i>5</i>
1.2. Quinoa como extensor	5
<i>1.2.1. Definición.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2. Nivel de extensión</i>	<i>6</i>
<i>1.2.3. Análisis físico-químico de la quinua como extensor</i>	<i>6</i>
<i>1.2.4. Análisis físico-químico de la quinua como extensor en productos lácteos.....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.5. Capacidad antimicrobiana</i>	<i>12</i>
<i>1.2.6. Efecto en los atributos sensoriales</i>	<i>13</i>
1.3. La Quinoa como extensor para quesos.....	13
<i>1.3.1. Efecto de la Adición de Almidones en las propiedades reológicas del Queso</i>	<i>14</i>
<i>1.3.2. Rendimiento de queso fresco con extracto de Quinoa</i>	<i>15</i>
1.4. Análisis fisicoquímicos del queso fresco con extracto de quinoa	15
<i>1.4.1. Contenido de humedad</i>	<i>15</i>
<i>1.4.2. Contenido de grasa</i>	<i>15</i>
<i>1.4.3. Contenido de proteína.....</i>	<i>15</i>
1.5. Queso Mozzarella	16

1.5.1.	<i>Definición</i>	16
1.5.2.	<i>Composición química</i>	16
1.5.3.	<i>Características microbiológicas</i>	17
1.5.4.	<i>Clasificación</i>	17
1.6.	Propiedades funcionales del queso mozzarella	18
1.6.1.	<i>Propiedades funcionales del queso antes del calentamiento</i>	18
1.6.2.	<i>Propiedades funcionales del queso inducidas por el calentamiento</i>	18
1.7.	Reología en quesos	19
1.7.1.	<i>Definición</i>	19
1.7.2.	<i>Propiedades reológicas</i>	19

CAPITULO II

2.	MARCO METODOLOGICO	21
2.1.	Localización y duración del experimento	21
2.2.	Unidades experimentales	21
2.3.	Materiales, equipos e insumos.	21
2.3.1.	<i>Materiales de laboratorio</i>	21
2.3.2.	<i>Materiales para elaboración del queso.</i>	22
2.3.3.	<i>Equipos para elaboración del queso</i>	22
2.3.4.	<i>Equipos de laboratorio</i>	22
2.3.5.	<i>Insumos para elaboración del queso</i>	23
2.3.6.	<i>Insumos de laboratorio</i>	23
2.4.	Tratamiento y diseño experimental	23
2.5.	Mediciones experimentales	24
2.5.1.	<i>Pruebas producto final y determinación de vida útil</i>	24
2.5.2.	<i>Pruebas Reológicas del queso mozzarella con extracto de quinua</i>	25
2.5.4.	<i>Determinación del rendimiento del queso mozzarella</i>	25
2.5.5.	<i>Económicos</i>	25
2.6.	Procedimiento experimental	26
2.7.	Metodología de evaluación	28
2.7.1.	<i>Parámetro físico químico del queso mozzarella</i>	29
2.7.2.	<i>Parámetro microbiológico del queso mozzarella</i>	30
2.7.3.	<i>Parámetros sensoriales del queso mozzarella (Norma ISO 8586-1)</i>	31
2.7.4.	<i>Parámetros reológicos del queso mozzarella</i>	32
2.7.5.	<i>Determinación del rendimiento</i>	32

2.7.6.	<i>Análisis económico</i>	33
2.8.	Costo y financiamiento de la investigación	33

CAPITULO III

3.	ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1.	Análisis de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales del queso mozzarella con extracto de quinua	34
3.1.1.	<i>Análisis bromatológicos</i>	34
3.1.2.	<i>Materia seca</i>	34
3.1.3.	<i>Humedad</i>	35
3.1.4.	<i>Grasa</i>	36
3.1.5.	<i>Extracto libre de nitrógeno</i>	38
3.2.	Análisis microbiológico	39
3.3.	Análisis sensorial	40
3.4.	Análisis del queso mozzarella	44
3.4.1.	<i>pH</i>	45
3.4.2.	<i>Acidez</i>	45
3.5.	Prueba de tensión y elasticidad del queso Mozzarella con extracto de quinua	46
3.5.1.	<i>Resistencia a la tensión</i>	46
3.5.2.	<i>Porcentaje de elongación</i>	46
3.5.3.	<i>Fuerza</i>	47
3.5.4.	<i>Deformación del medidor</i>	47
3.6.	Rendimiento	48
3.7.	Determinación del costo-beneficio del producto final	49

CONCLUSIONES	51
---------------------------	----

RECOMENDACIONES	53
------------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO A: proceso de elaboración del queso mozzarella con la aplicación de 3 niveles de quinua como extensor

ANEXO B: proceso de elaboración de análisis químicos, bromatológicos y microbiológicos del queso

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Composición química de la quinua	4
Tabla 2-1:	Requisitos microbiológicos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana.....	4
Tabla 3-1:	Composición química del queso Mozzarella.....	16
Tabla 4-1:	Características microbiológicas permitidas para del queso Mozzarella	17
Tabla 5-2:	Características meteorológicas de Riobamba	21
Tabla 6-2:	Esquema del experimento.....	24
Tabla 7-2:	Esquema ADEVA	24
Tabla 8-2:	Métodos para determinar parámetros microbiológicos del queso mozzarella.....	31
Tabla 9-2:	Parámetros para la evaluación sensorial del queso mozzarella	32
Tabla 10-2:	Parámetros reológicos a evaluar del queso mozzarella.	32
Tabla 11-3:	Análisis bromatológicos del queso mozzarella con adición de quinua	34
Tabla 12-3:	Análisis microbiológico.....	39
Tabla 13-3:	Resultados de la Prueba hedónica del queso mozzarella.	40
Tabla 14-3:	Análisis del queso mozzarella	45
Tabla 15-3:	Prueba de tensión y elasticidad del queso Mozzarella con extracto de quinua ...	46
Tabla 16-3:	Determinación del precio y relación beneficio costo del producto final	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-3:	Materia seca	35
Ilustración 2-3:	Humedad.....	36
Ilustración 3-3:	Grasa	37
Ilustración 4-3:	Proteína	38
Ilustración 5-3:	Extracto libre de nitrógeno	39
Ilustración 6-3:	Rendimiento.....	48

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de tres niveles de quinua en la elaboración de queso mozzarella, la metodología que se aplicó en el presente proyecto de producción de un producto con características que aporten e influyan en el consumo de nuevos productos de gran valor nutricional, que ayuden al mejoramiento productivo y mayor valor biológico como es el aumento de proteínas esenciales para el organismo del consumidor, determinando de esta manera el incremento de la cantidad de proteína en el producto elaborado a base de extracto de quinua. Posteriormente se cumplió los objetivos establecidos sobre la composición bromatológica sensorial y reológica, así mismo se conoció que el producto tuvo un tiempo de vida útil de 30 días, según los análisis microbiológicos que se realizaron estableciendo una ausencia para salmonella y cantidades <10 UFC/g para coliformes y E. coli, se estableció el tratamiento que mayor aceptabilidad tuvo al realizar la evaluación sensorial, determinando al T3 con mayor aceptabilidad obteniendo valores de 4 y 5 donde 4 “Me gusta moderadamente” y 5 “Me gusta mucho”, a la par de esto se determinó el rendimiento productivo al aplicar el extracto de quinua como extensor a cada una de las unidades experimentales, conociendo así: que para el T0 un 7,2% de extensibilidad en comparación al T3 que fue el que mayor extensibilidad demostró teniendo un 9,8% de rendimiento, examinamos los tratamientos a nivel reológico estableciendo que el porcentaje de elongación, fuerza y deformación fue para el tratamiento 3 que fue el que mayor cantidad de extracto de quinua se contiene así: para elongación 61,87, resistencia a la tensión 54,06, y una fuerza de 8,25 N. Finalmente se recomienda investigar sobre la generación de nuevos productos con el extracto de quinua y su caracterización.

Palabras clave: <QUINUA>, <MOZZARELLA>, <PSEUDOCEREALES>, <EXTENSOR>, <REOLOGIA>, <TENSIÓN>. <ELONGACIÓN>



D. F. ...
Ing. Cristian Castillo



0424-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

The present research work was carried out with the objective of evaluating the effect of three levels of quinoa in the production of mozzarella cheese. The methodology applied in this project was based on the elaboration of a new product for mass consumption with functional characteristics of high biological value. This work started from the collection of the raw material to its completion with time and temperature control to avoid the degradation of macronutrients, especially the essential amino acids contained in quinoa, which are of great benefit to the consumer. Subsequently, the objectives established for the bromatological, sensory and rheological composition were met. Also, it was found that the product had a shelf life of 30 days, according to the microbiological analysis, establishing an absence of salmonella and <10 CFU/g for coliforms and E. coli. The treatment with the highest acceptability in the sensory evaluation was T3 with values of 4 and 5, where 4 "I like it moderately" and 5 "I like it very much". Likewise, the productive yield was determined when applying the quinoa extract as extender to each of the experimental units; that for T0 was 7.2% extensibility compared to T3, which was the one that showed the greatest extensibility with a 9.8% yield. Once we examined the treatments at the rheological level, it was established that the percentage of elongation, strength and deformation was for treatment 3, which was the one with the greatest amount of quinoa extract, as follows: for elongation 61.87, tensile strength 54.06, and a strength of 8.25 N. Finally, it is recommended to investigate on the generation of new products with quinoa extract and its characterization.

Keywords: <QUINOA>, <MOZZARELLA>, <PSEUDOCEREALS>, <EXTENSOR>, <REOLOGY>, <TENSION>. <ELONGATION>.

0424-DBRA-UPT-2023



Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MsC.

0602698904

INTRODUCCIÓN

El queso mozzarella es uno de los alimentos que se encuentra presente dentro de los hogares de la mayoría de las personas, al igual que en ciertas preparaciones culinarias es un derivado lácteo que se lo elabora mediante la acidificación de la materia prima como es la leche, de tipologías grasas. La quinua es uno de los pseudocereales del reino vegetal, por no decir el único que cuenta y aporta una gran cantidad de proteína ya que en nuestro trabajo se pudo determinar que el tratamiento T3 es donde se obtuvo un mayor porcentaje de proteína que es de 19,95 % mismo al que se tuvo que agregar un 2,5% de extracto de quinua, esto se debe a que la quinua presenta un alto contenido de proteína que al combinarse con la leche eleva su porcentaje en la elaboración de quesos. En los estudios microbiológicos se reportaron Ausencia para *Salmonella*, y *Coliformes T*, <10 *E Colí* <10 evaluando en el día 0, 10, 20 y 30 a una conservación de 4°C, para la aceptabilidad de nuestro producto se realizó una evaluación sensoria mediante una escala hedónica de 5 puntos, donde: 5 me gusta mucho, 4 me gusta moderadamente con una composición nutricional equilibrada entre macro y micronutrientes, destacado la composición de aminoácidos esenciales, los mismos que le confieren un gran aporte proteico al mismo. En el trabajo realizado se llegaron a obtener diferencias no significativas en lo que corresponde a análisis bromatológicos a excepción del parámetro de ELN que presento diferencias altamente significativas en el T2 con un valor de 2,60 ab y una prob de 0,0095. En cuanto al contenido de proteína que fue uno de los parámetros a determinar presento diferencias Ns estadísticamente, pero a nivel número si existen diferencias teniendo así en el tratamiento T0 no se incorporó la quinua y se obtuvo un 18,98% de proteína que normalmente es la de un queso común, mientras que al incorporar e incrementar los niveles de quinua se incrementó el contenido de proteína, este es, 3 no me gusta ni me disgusta, 2 me disgusta moderadamente 1 me disgusta mucho, para cada uno de los parámetros color, olor, sabor y textura se puede afirmar que los tratamientos 2 y 3 obtuvieron mejor aceptabilidad en cuanto a los atributos evaluados. En cuanto al perfil reológico se obtuvieron diferencias altamente significativas con una Prob. $< 0,01$, determinando el mejor tratamiento respecto a las pruebas reológicas realizadas al T3 que obtuvo mayores diferencias en comparación con los demás tratamientos. La resistencia a la tensión presento diferencias altamente significativas en el queso mozzarella ($P<0,01$), por efecto de los niveles de extracto de quinua, donde el mayor valor de 54,06 se da al utilizar 2,5 % de quinua en su formulación, para fuerza obtuvo 8,25 N y porcentaje de elongación fue de 61,87.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Quinoa



Figura 1-1 La quinoa sus propiedades y beneficios

Fuente: (López, 2020)

1.1.1. Definición

La quinoa (*Chenopodium quinoa*) es una planta amarantácea que ha sido reconocida por siglos como un importante cultivo alimenticio en los Andes de Sudamérica. Sus granos son altamente nutritivos con una importante cantidad de proteínas y compuestos bioactivos superando en valor biológico a los tradicionales granos de cereales. De esta manera la quinoa representa un alimento nutricionalmente bien balanceado con múltiples propiedades funcionales relevantes para la reducción de factores de riesgo de enfermedades crónicas atribuibles a sus actividades antioxidantes, antiinflamatoria, inmunomodulatoria y anti-carcinogénica, entre otras (Fuentes, y otros, 2014 pág. 341).

1.1.2. Características

Entre sus características es valorada como una planta alimenticia de desarrollo anual, y que alcanza una altura de 1 a 3 m; sus hojas son anchas y con formas distintas en una misma planta. El tallo central tiene hojas lobuladas y quebradizas, así como puede o no tener ramas, y estas, diferencias varían dependiendo de la variedad o densidad del sembrado. Sus flores son pequeñas y no tienen pétalos. Son hermafroditas, por lo que en la mayoría de los casos se autofertilizan. Su fruto es seco y mide aproximadamente 2 mm de diámetro. Su periodo vegetativo varía entre 150 y 240 días. Pueden cultivarse desde el nivel del mar hasta los 3 900 m, pues, en el sur de Chile, al nivel del mar, se encontraron pequeñas plantas (Ayala, 2013 pág. 5)

La quinoa es originaria de los Andes de Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, es una planta herbácea anual perteneciente a la familia de las Amaranthaceae. Fue domesticada hace miles de años por las antiguas culturas de la Región Andina de Sudamérica, siendo alimento básico para las

poblaciones hasta la época de la conquista. La introducción y expansión de cultivos como el trigo principalmente, relegó el cultivo de la quinoa a zonas marginales; reduciéndose en forma significativa el área cultivada (Veas, y otros, 2015 pág. 10).

1.1.3. Beneficios que aporta la Quinoa

La quinoa es un pseudocereal que se utiliza para la alimentación, pues tiene un alto valor nutricional, al contener 20 aminoácidos (incluyendo los 10 esenciales), y cuenta con 40 % más de lisina que la leche misma, por lo que es capaz de proveer de proteína de alta calidad al organismo, lo que la convierte en la más completa entre los cereales, de ahí que en este aspecto puede competir, incluso, con la proteína animal procedente de la carne, leche y huevos. Además, se describe que tiene un bajo nivel de grasa, en comparación a otros cereales, y no posee colesterol. Como consecuencia de lo descrito, la quinoa se encuentra incluida en la lista de los “super alimentos”, que son productos considerados como densamente poblados de muchos nutrientes beneficiosos al organismo, incluyendo antioxidantes, los cuales pueden jugar un papel muy importante en mejorar el curso de un grupo de enfermedades degenerativas como el Alzheimer, la artritis, el cáncer, la DM, las enfermedades cardiovasculares y la osteoporosis, entre otras. Básicamente la idea es consumir una variedad de alimentos que contienen antioxidantes, vitaminas, minerales, proteínas y ácidos grasos esenciales, y eso se logra con la quinoa. Otra de las bondades de la quinoa estriba en que puede aumentar la producción de enzimas hepáticas antioxidantes,¹⁵ lo que reduce el daño que sobre el endotelio vascular producen los radicales libres.¹⁶ Esto contribuye a mejorar la disfunción endotelial y disminuye la oxidación de las moléculas de lipoproteínas de baja densidad (LDL-C), así como los riesgos de desarrollar enfermedades vasculares, por lo que se enfatiza la utilidad del consumo de este producto (Hernandez, 2015 pág. 307).

1.1.4. Propiedades físico químicas de la quinoa

1.1.4.1. Parámetros físicos y de textura

Los granos se caracterizaron por presentar una forma alentejada, de dimensiones y densidad intermedia. Con respecto a la valoración de color, presentaron buena luminosidad con una coloración crema intensa y con respecto al parámetro textura presenta buena dureza y rigidez. (Jiménez, y otros, 2013 págs. 70-73)

1.1.4.2. Composición química

Tabla 1-1: Composición química de la quinua

Elemento	Quinua
Proteína %	16,3
Grasa %	4,7
Carbohidratos totales %	76,2
Fibra cruda %	4,5
Cenizas %	2,8

Fuente: (Bojanic, 2011)

Realizado por: Ruiz Díaz Luis, 2023

Las bondades peculiares del cultivo de la quinua están dadas por su alto valor nutricional. El contenido de proteína de la quinua varía entre 13,81 y 21,9% dependiendo de la variedad. Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO (Bojanic, 2011 pág. 7).

1.1.5. Características microbiológicas

Los granos de quinua como cereal deben cumplir con los requisitos microbiológicos de calidad que se describen en la siguiente tabla:

Tabla 2-1: Requisitos microbiológicos de la quinua establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana 3042.

Requisitos	Unidad	Caso	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento de mohos y levaduras	UFC/g	5	5	2	1×10^3	1×10^4	NTE INEN 1529-10

Fuente: (INEN-3042, 2015)

Realizado por: Ruiz Díaz Luis, 2023

1.1.6. Características organolépticas

Según la (INEN-3042, 2015 pág. 2) los aspectos a considerar para la utilización de la quinua son:

- *Aspecto:* exenta de toda sustancia o cuerpo extraño a su naturaleza.
- *Color:* blanco, blanco cremoso, blanco amarillento de acuerdo a la variedad de quinua utilizada.

- *Olor y sabor:* la harina de quinua debe estar exenta de olores y sabores extraños.
- *Consistencia:* la harina de quinua debe ser un polvo homogéneo sin aglomeraciones o grumos, considerando la compactación natural del envasado.

1.1.7. Usos industriales de la Quinua

La quinua se puede emplear tanto para alimentación humana como animal, para alimentación humana se puede utilizar el grano entero y la harina, a partir de las cuales se pueden preparar toda clase de comidas, como sopas, panes, preparaciones saladas, pasteles, postres, galletas y bebidas como refrescos y la chicha blanca de quinua, entre otros. A su vez en la alimentación animal, la planta de quinua se utiliza como forraje verde; también se aprovechan los residuos de la cosecha para alimentar vacunos, ovinos, cerdos, caballos y aves. Los granos hervidos, son utilizados en la crianza de pollos, patos, pavos y codornices para incrementar el peso de las aves; mientras que los granos germinados en el ganado lechero aumentan considerablemente la producción láctea. Asimismo, la saponina que es retirada de los granos de quinua, se puede utilizar en aplicaciones como controlador de plagas, así como producto para ser empleado en la industria cosmética y farmacéutica. Dentro de la Industria Alimentaria a continuación se muestran diversos productos elaborados a base de la quinoa (Casas, y otros, 2016 págs. 69-74).

- Quinua en la industria de panificación
- Quinua en la elaboración de galletas
- Uso de la quinua en la elaboración de pastas
- Enriquecimiento nutricional de bebidas con quinua
- Quinua en la elaboración de snack
- Quinua en la elaboración de hojuelas y cereales de desayuno
- Quinua en la industria de la confitería
- Quinua como extensor en la industria cárnica

1.2. Quinua como extensor

1.2.1. Definición

Según (Urbina, 2018 pág. 12) un extensor es una materia prima que sirve principalmente para:

- Reduce el costo de producción
- Mejora sus características físico-químicas
- Conserva sus características originales

- Amplía su vida en anaquel
- Permite a los productores mantener su producción estable en épocas de baja oferta de leche.

El extensor se agrega en diferentes puntos del proceso de producción del queso, depende del producto final que se desea obtener (Urbina, 2018 pág. 12).

1.2.2. Nivel de extensión

(Urbina, 2018 pág. 12) menciona que el nivel al cual se quiere incrementar el volumen de leche fresca para producir el queso requerido. Para el proceso general de extensión de leche para quesos es el siguiente:

- Determinación de la composición de la leche fresca y su relación grasa/ proteína.
- Cálculo de ingredientes de acuerdo al nivel de extensión deseado
- Elaboración de la crema para estandarizar grasa
- Elaboración del extensor base
- Incorporación del extensor base a la leche fresca (Urbina, 2018 pág. 12).

1.2.3. Análisis físico-químico de la quinua como extensor

Existen varios efectos atribuidos a la inclusión de extensores no convencionales en productos cárnicos, por ejemplo, aumentan la estabilidad de emulsión (Colmenero, 2005). Badui menciona que las proteínas son importantes como emulsificantes. Teniendo así que en la leche cruda los glóbulos de grasa se estabilizan gracias a las lipoproteínas que forman parte de las membranas y tras la homogeneización éstas se reemplazan por una película de caseína y proteínas de suero, que son más resistentes que las naturales, por lo que la leche homogeneizada es más estable y para la producción de queso mejorara significativamente en su composición, su estructura y sus características organolépticas, las mismas que pueden llegar a ser muy perceptibles una de las es su cambio de color y textura más rígida (Badui, 2006 pág. 216).

La capacidad de emulsión es una propiedad funcional, se define como la cantidad de grasa que se puede emulsionar por gramo de material prima animal. Esta característica es importante para evaluar la aptitud tecnológica de la materia prima destinada a la elaboración de productos de pasta fina como salchichas en embutidos y en la producción no convencional de quesos, Los productos cárnicos de pasta fina se consideran sistemas tipo emulsión; están formados por dos fases, una matriz compleja formada por una solución salina que extrae proteínas miofibrilares que a su vez actúan como agentes emulgentes. La fase dispersa está formada por finas partículas de grasa. La

CE disminuye en el punto isoelectrico (pH= 4.5 - 5.5) de las proteínas miofibrilares en carnes / las caseínas en las leches y aumenta a valores de pH cercanos a la neutralidad (Pérez, 2013 pág. 14),

Varios alimentos son productos tipo espuma o tipo emulsiones. Estos sistemas dispersos son inestables a menos que estén presentes sustancias anfifílicas en la interfase. Las proteínas, al ser moléculas anfifílicas, pueden llevar a cabo la estabilización al migrar espontáneamente a la interfase aire-agua o a la interfase agua-aceite puesto que su energía libre es menor en la interfase que en la zona acuosa. Las proteínas en la interfase forman películas altamente viscosas porque se concentran en esa zona y confieren resistencia a la coalescencia de las partículas de la emulsión durante el almacenamiento y el manejo, lo que no puede lograrse cuando se emplean surfactantes de bajo peso molecular; por esta razón las proteínas son ampliamente utilizadas para este propósito. Las propiedades de actividad superficial de las proteínas no dependen sólo de la relación hidrofobicidad/hidrofilicidad, sino de la conformación de la proteína. En ello se debe considerar la relación de la estabilidad/flexibilidad de la cadena polipeptídica, la adaptabilidad a los cambios en el medio ambiente, así como los patrones de distribución de los grupos hidrofílicos e hidrofóbicos en la superficie de la proteína (Badui, 2006 pág. 214).

Según (Badui, 2006 pág. 214) las proteínas presentan en su superficie activa tres atributos deseables:

- Capacidad para adsorberse rápidamente en una interfase.
- Capacidad para desplegarse rápidamente y reorientarse en una interfase.
- Capacidad aún en la interfase para interactuar con moléculas vecinas y formar películas viscoelásticas.

Un ejemplo del primero de ellos es la formación de una espuma y emulsión estables durante el batido o la homogeneización debido a la adsorción espontánea y rápida de las proteínas a la nueva interfase. Esto depende fundamentalmente del patrón de distribución de las zonas hidrofóbicas e hidrofílicas en la superficie: si el número de zonas hidrofóbicas es alto y están distribuidas como parches con suficiente energía para interactuar, la adsorción espontánea hacia la interfase será más probable. El número de segmentos peptídicos (componentes de una proteína) anclados en la interfase depende, en parte de la flexibilidad de la molécula: las moléculas altamente flexibles, como las caseínas, pueden realizar rápidamente cambios conformacionales, lo que a su vez facilitará la adsorción de nuevos polipéptidos, contrario a lo que ocurre con proteínas globulares más rígidas como la lisozima y las proteínas de la soya. Para estabilizar una emulsión, los dominios hidrofóbicos de la proteína deben orientarse hacia la fase oleosa. La facilidad con la que la proteína se despliega (por ejemplo, se desnaturalice) para exponer sus dominios hidrofóbicos afectará sus propiedades emulsificantes. En una interfase, las cadenas polipeptídicas asumen una

o más de las tres diferentes configuraciones siguientes: lineal, lazos, y colas (figura 2-1). Las lineales están en contacto directo con la interfase, en tanto que colas y lazos están suspendidos u orientados hacia la fase acuosa. Mientras más segmentos lineales haya, más fuerte es la unión y se disminuye la tensión interfacial (Badui, 2006 pág. 215).

La fuerza mecánica de una película de proteína en una interfase depende de las interacciones de cohesividad intermolecular, que pueden ser interacciones electrostáticas, puentes de hidrógeno e interacciones hidrofóbicas. Si ocurre polimerización interfacial de proteínas adsorbidas vía reacciones de intercambio de disulfuro-sulfhidrilo pueden aumentar las propiedades viscoelásticas. Se requiere de un balance adecuado de las fuerzas de atracción, repulsión e hidratación para formar películas viscoelásticas estables. Si bien los principios básicos involucrados en la formación y estabilidad de emulsiones y espumas son muy similares, difiere la energética de los dos tipos de interfases, por lo que una proteína que es un buen agente emulsificante puede no ser un buen agente espumante, aunque el fenómeno no es del todo comprendido según lo manifestado por (Badui, 2006 pág. 216).

Para formular una emulsión se requiere: aceite, agua, un emulsificante y energía, generalmente mecánica. Las proteínas como surfactantes son las preferidas para formular emulsiones alimenticias (aceite-agua), debido a que su superficie es activa y favorece la resistencia a la coalescencia¹. No pueden utilizarse en emulsiones agua/aceite ya que no son solubles en el aceite. Una gran cantidad de alimentos procesados y naturales son emulsiones, como leche, yema de huevo, leche de coco, leche de soya, mantequilla, margarina, mayonesa, productos untables, aderezos de ensaladas, helados, salchichas y pasteles. En todos ellos las proteínas son importantes como emulsificantes. En la leche cruda los glóbulos de grasa se estabilizan gracias a las lipoproteínas que forman parte de las membranas y tras la homogeneización éstas se reemplazan por una película de caseína y proteínas de suero, que son más resistentes que las naturales, por lo que la leche homogeneizada es más estable al cremado que la leche cruda (Badui, 2006 pág. 216).

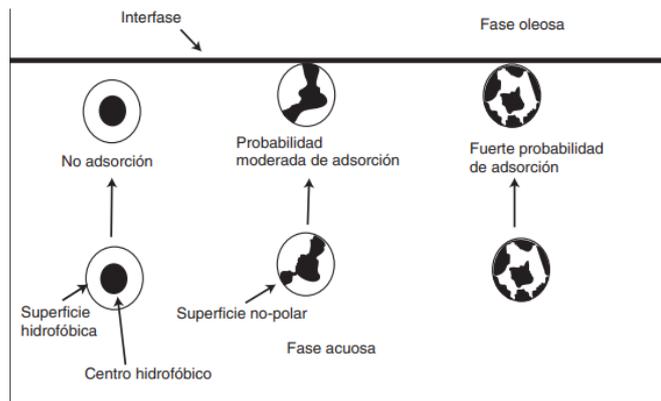


Figura 2-1 Propiedades emulsificantes en la quinoa

Fuente: (Badui, 2006 pág. 216)

Los extensores por otra parte Mejoran el rendimiento de cocción (Behailu y Abebe, 2020). Disminuyen las pérdidas de cocción y porcentajes de contracción estos parámetros son controlados por acción de la temperatura y el tipo de cocción que se utiliza para los productos que se adicionan extensores (cárnicos, lácteos) puesto que a mayor temperatura la proteína se desnaturaliza y la emulsión comienza a perder agua por medio de la evaporación del agua contenida en su estructura, este factor afecta en gran cantidad a las propiedades sensoriales del producto final (Reddy et al., 2017).

Además, la quinua como extensor proveen propiedades antimicrobianas esto en gran parte se debe a la presencia de las antocianinas y saponinas que posee este pseudocereal (Jose M. Lorenzoa, 2018). Una muestra de ello es la utilización de biopelículas de quinua en productos alimenticios como el yogurt exhibieron fuerte actividad antibacterial contra patógenos alimentarios con inhibición del 99 % frente a *Escherichia coli* y 98 % frente a *Staphylococcus aureus* (Padrón, y otros, 2015 pág. 44).

1.2.3.1. Efectos en la capacidad de absorción de agua

La introducción de extensores no convencionales se ha evidenciado que aumenta la capacidad de retención de agua de los productos cárnicos, dicho aumento representa un atributo importante ya que a mayor capacidad de retención de agua mayor rendimiento (Shoaib et al., 2018). El aumento en esta propiedad puede estar relacionado con la cantidad nutrientes disponibles en las harinas adicionadas, varias investigaciones sugieren un aumento en la capacidad de retención de agua tras la adición de fibra, proteína y carbohidratos que este pseudocereal posee (Guevara, 2021 pág. 11).

1.2.3.2. Efecto en el rendimiento

En lo que respecta a las características posteriores a la cocción, los productos cárnicos desarrollados con harinas no convencionales presentan un mayor rendimiento de cocción; por ejemplo, en productos crudos como las hamburguesas de pollo con adición de cascara de maracuyá se evidenció un aumento de 7% (Santos et al., 2019). En una hamburguesa de búfalo con garbanzo negro tostado aumentó 4,40% (Modi et al., 2003). En hamburguesas de cerdo con lenteja incrementó un 6,4% (Motamedi et al., 2015). Mientras que en hamburguesas de res con adición de quinua se mostró un 21% más rendimiento de cocción (Shokry, 2016). La razón del aumento en el rendimiento puede atribuirse a propiedades como la capacidad de retención de agua, la capacidad y estabilidad de emulsión que se obtiene en la mezcla entre la matriz cárnica y los extensores adicionados (Guevara, 2021 pág. 14).

1.2.3.3. Efecto en la textura

(Aslinah et al., 2018) mencionan que varios estudios han demostrado que al sustituir los extensores tradicionales por los no convencionales se obtiene una mejoría en el perfil de textura. Estas variaciones pueden atribuirse a la composición química del producto luego de la introducción de las harinas no convencionales, las proteínas no cárnicas y los carbohidratos, a menudo mejoran el perfil de textura según (Shoaib et al., 2018). No obstante, la disminución en el contenido de humedad y un aumento en la cantidad de proteínas puede provocar un aumento en la dureza. Así como una disminución en la elasticidad y cohesión por la reducción de grasa en el producto según (Guevara, 2021 pág. 15).

1.2.3.4. Efectos en el color

Al igual que la variación de pH, la variación del análisis de color en los productos desarrollados con harinas no convencionales no presenta valores con diferencias muy amplias, no obstante, algunas de esas son significativas, las diferencias presentadas pueden generarse por la composición de las harinas, algunos autores mencionan que la introducción de harinas de cereales puede reducir el enrojecimiento en los productos cárnicos, especialmente salchichas según lo mencionado por (Carcelero et al., 2016). Así como una mayor cantidad de fibra puede oscurecer los productos (Guevara, 2021 pág. 16).

1.2.3.5. Efecto en el contenido de proteína

Otro efecto de la introducción de extensores no convencionales en productos cárnicos es la variación en las características nutricionales de los productos terminados, en tal sentido el aumento o disminución del porcentaje de proteína luego de ser procesado con el uso de extensores no convencionales, se debe principalmente al porcentaje de proteína que se encuentra presente en

cada una de las cereales y pseudocereales no convencionales. La cocción de los embutidos puede ser otro factor que puede provocar un aumento en el contenido de materia seca al lixiviar agua y componentes solubles en agua con un incremento relacionado en el contenido de proteínas. Las proteínas miofibrilares crean una matriz tridimensional que rodea la grasa, también permiten las interacciones entre lípidos y proteínas gracias a las cadenas no polares de las mismas según (Guevara, 2021 pág. 17).

1.2.3.6. Efecto en el contenido de ceniza.

Al igual que con la proteína, se puede asegurar que las muestras que posean valores más altos en ceniza son debido a un mayor contenido de minerales como potasio, sodio, magnesio y calcio. Estos minerales se encuentran en las estructuras de las harinas utilizadas y varían según su composición química (Choi et al., 2010). Cuando se dispone de un contenido alto de minerales, el resultado es un aumento evidente en este componente. A su vez la baja presencia de minerales en los extensores genera contenidos de ceniza inferiores que los presentados por las muestras de control según el estudio realizado por (Aslinah et al., 2018; Araújo et al., 2018) según lo mencionado por (Guevara, 2021 pág. 18).

1.2.3.7. Efecto en el contenido de grasa

En relación al contenido de grasa para explicar la variación se debe entender que estos valores se ven influenciados directamente con la capacidad de retención de agua de los extensores empleadas, ya que la fibra presente en los mismos es reemplaza por agua la grasa existente en la matriz alimentaria, por lo cual existe una disminución de la grasa y un aumento en el porcentaje de humedad según (Choi et al., 2016). Por ende, los valores de grasa son inversamente proporcional al contenido de humedad. También se debe tomar en cuenta el proceso de cocción al que se somete los embutidos ya que Pinero et al. (2008). Mencionan que el proceso de cocción atribuye a una pérdida en la cantidad de grasa presente en el producto (Guevara, 2021 pág. 20).

1.2.3.8. Efecto en el contenido de fibra

Según (Guevara, 2021 pág. 22) otro componente importante en los productos cárnicos es la fibra. Varios investigadores mencionan que la introducción de extensores no convencionales genera un aumento en el contenido de fibra del producto, esto se debe a que las harinas utilizadas presentan una concentración superior de fibra que las harinas convencionales según lo investigado por (Anderson y Bridges, 1988; Haslinda, Cheng, Chong, y Aziah, 2009; Lalaleo, 2017).

1.2.4. Análisis físico-químico de la quinua como extensor en productos lácteos

1.2.4.1. pH

Se puede identificar que el pH se reduce de forma lenta o rápida dependiendo del tiempo de fermentación. Las bacterias del cultivo iniciador establecen una relación de simbiosis, esta relación favorece a una mayor producción de ácido láctico, que si se desarrollaran por separado. *L. bulgaricus* debido a su actividad proteolítica libera péptidos y aminoácidos que favorecen el crecimiento de *S. thermophilus*, y esta a su vez es el responsable de la producción de ácido fórmico a partir de ácido pirúvico, estas sustancias son indispensables para el crecimiento de *L. bulgaricus* (encarga de bajar el pH). A causa de esto Arenas & Zapata (2012), establecieron que la reducción del pH es lenta durante las primeras horas de fermentación y se acelera únicamente al final del proceso. La reducción del pH puede relacionarse con la cantidad de quinua añadida, el pre-tratamiento que se le haya dado y la cantidad de cultivo adicionado (Rodríguez, y otros, 2014 pág. 219).

1.2.4.2. Acidez

Al realizar el estudio pertinente el porcentaje de acidez del yogurt control (sin adición de harina de quinoa) incrementó de forma lenta alcanzando al final del proceso de fermentación un valor de 0.61 %, mientras los yogures con 2.5, 5 y 7.5 % de Harina de quinoa. alcanzaron un porcentaje de acidez más alto con valores de 0.75, 0.80 y 0.82 % respectivamente, esto debido a que las bacterias del cultivo iniciador al actuar juntas producen mayor cantidad de ácido láctico que si se desarrollaran por separado. *L. bulgaricus* debido a su actividad proteolítica libera péptidos y aminoácidos que favorecen el crecimiento de *S. thermophilus*, y esta a su vez es el responsable de la producción de ácido fórmico a partir de ácido pirúvico, estas sustancias son indispensables para el crecimiento de *L. bulgaricus*. Simanca, A continuación, Andrade & Arteaga (2012), reportaron que en el yogurt con adición de salvado de trigo (1, 2 y 3 %) existieron incrementos del porcentaje de acidez durante el proceso de fermentación, identificando que a mayor cantidad de harina mayor era el porcentaje de acidez, un comportamiento similar se observó en las formulaciones con harina de quinoa (Rodríguez, y otros, 2014 pág. 214).

1.2.5. Capacidad antimicrobiana

En algunos extensores convencionales, adicional a las características tecno funcionales que presentan, disponen de propiedades antimicrobianas, debido a la presencia de compuestos fenólicos, los cuales disminuyen el recuento total de psicrófilos y coliformes en rodaja de cordero reestructurada durante el almacenamiento refrigerado según (Apoorva Argade et al., 2017; Jose M.

Lorenzoa, 2018). Los compuestos fenólicos presentan propiedades inhibitorias de microorganismos y en algunos casos hasta antimicrobiano. Estas propiedades se las han analizado en contra de levaduras y hongos Gram-positivos, Gram-negativos. Un estudio realizado por Hamed et al., (2020). Demostró que la aplicación de polisacáridos crudos de cáscara de pistacho en carne picada disminuyó la oxidación de lípidos durante el almacenamiento, frenando a las sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico (TBARS) las cuales se forman como un subproducto de la peroxidación lipídica (Guevara, 2021 pág. 35).

1.2.6. Efecto en los atributos sensoriales

(Shand, 2000) menciona que los atributos sensoriales son un punto importante en cuanto a la incorporación de cereales o pseudocereales no convencionales, ya que las variaciones en la apreciación de los factores sensoriales por parte de los consumidores podrían generar un cambio significativo. Adicionalmente se sabe que introducir fibra dietética a los productos cárnicos bajos en grasa ayuda a mantener sus características de calidad, Como en el caso expuesto por Modi, Yashoda, y Naveen, (2009). Quienes informaron que la adición de carragenina y harina de avena mejoró la textura, jugosidad y aceptabilidad general de un embutido reducido en grasa (Guevara, 2021 pág. 23).

1.3. La Quinoa como extensor para quesos

Las harinas de quinoa son una materia prima potencial como extensor, debido a su buen contenido de proteína, almidón y otros componentes. Además, como otros extensores, es de utilidad en reducir los costos en la producción de diversos productos (debido a que reemplaza parte de ella), y ofrece beneficios tecnológicos y nutricionales, los cuales dependen de la cantidad, composición, conformación, propiedades físicas y funcionales de las proteínas que contiene. En este sentido puede competir con otros extensores como el trigo, el chachafruto o la soya, a pesar de estas dos últimas tener mayor contenido proteico se ha determinado que pseudocereales como el amaranto, la quinoa y el alforfón, presentan perfiles reológicos diferentes al trigo, lo cual afecta la calidad sensorial de dichos productos (José Hernández, 2015 pág. 306).

Utilizada como extensor, la quinoa aporta cantidades de proteína superiores a la suministrada por la harina de trigo, lo cual está dado por la presencia de un balance de aminoácidos esenciales notoriamente superior. Igualmente, la textura de los productos elaborados con harina de quinoa es significativamente mayor; no se detectan diferencias sustanciales en el aspecto y el sabor, depende del grado de remoción de las saponinas (Casas, y otros, 2016 pág. 84)

En variedades de quinua y otros granos andinos, la fibra dietética tiene una alta capacidad antioxidante, incluso con valores resaltables como es el caso de quinua morada con 367,86 uMT rolox/g. En el caso de los polifenoles, pueden estar asociados a la fracción de fibra insoluble como los compuestos de un mayor grado de polimerización: taninos condensados y taninos hidrolizables. Mientras que asociado a la fracción de fibra soluble se encuentran los polifenoles de menor peso molecular, como algunos flavonoides, ácidos fenólicos, dímeros y trímeros de proactocianidina. Esto establece a la quinua como un extensor en algunas formulaciones con un alto valor, dietético y farmacéutico, atribuyendo a su uso y consumo la reducción de enfermedades cardiovasculares y digestivas. Los datos anteriores avalan la utilización de la harina de quinua como sustituto de otras harinas usadas como extensores en algunas formulaciones. Por lo que las tendencias en la producción global y regional la hacen una fortaleza para aquellos sectores de la industria alimenticia que la empleen en sustitución de harinas importadas (Zambrano, Plinio; Solorzano, Rudyard; Viera, Luis, 2019).

El extensor lácteo de quinua es un ingrediente con un buen contenido de proteína. Ofrece beneficios tecnológicos y nutricionales, los cuales dependen de la composición, cantidad, conformación, et, Este tiene la capacidad de elevar los niveles proteicos y contenidos de aminoácidos de la leche y mediante esto se espera poder obtener un producto con alto contenido proteico (Montero, 2020 pág. 2),

1.3.1. Efecto de la Adición de Almidones en las propiedades reológicas del Queso Análogo

La utilización de almidones modificados en la elaboración de análogos de queso permite estabilizar la red y crear una cortina tridimensional, lo que hace posible obtener una amplia variedad de propiedades texturales. La interacción entre el almidón y la proteína juega un rol importante en las características macroscópicas de los productos alimenticios como el flujo, la estabilidad, la textura y la palatabilidad, entre otras. Así mismo, la proteína es un ingrediente importante para la formación de la red en la estructura del queso; junto con la grasa, confiere propiedades funcionales específicas, la fluidez es otro factor que se ve afectado tras el calentamiento debido a los cambios estructurales inducidos por la red (Agudelo, y otros, 2013 pág. 6).

(Agudelo, y otros, 2013 pág. 12) demuestran que, en la elaboración de queso análogo, la sustitución de proteína de leche por almidón modificado de maíz ceroso y papa a un nivel del 10%, incide significativamente sobre las características reológicas, reflejado principalmente en el incremento en la dureza, adhesividad y gomosidad; mientras que para las características cohesividad y resistencia, su efecto no fue significativo. Para las características elasticidad y masticabilidad, aunque se ve una influencia, su efecto no es muy marcado. La sustitución en la formulación de

quesos análogos de 10% de proteína láctea por almidón de papa, produjo quesos más duros y más adhesivos que los elaborados con almidón de maíz ceroso, mientras que éstos fueron más gomosos que los primeros.

1.3.2. Rendimiento de queso fresco con extracto de Quinoa

De acuerdo con Revilla (1996) el rendimiento de los quesos varía según el tipo y composición de la leche de la que se obtiene y señala que en quesos frescos el rendimiento varía entre 12 y 18 %, lo que indica que los valores obtenidos por los tratamientos son apropiados, al presentar la leche un mayor contenido en extracto seco, principalmente caseína y materia grasa el rendimiento aumenta, lo que explica que el tratamiento control (sin adición de extracto de quinoa) tenga un rendimiento más alto debido a que su formulación es 100 % leche, por lo tanto, su extracto seco es mayor al resto de formulaciones (Llumiquinga, 2017 pág. 62).

1.4. Análisis fisicoquímicos del queso fresco con extracto de quinoa

1.4.1. Contenido de humedad

Según Inda (2002) la proteína del queso es la que retiene toda su humedad, por este motivo el tratamiento A (sin adición de extracto de quinoa) debería obtener el mayor resultado, pero no es el caso porque al realizar la comparación con un queso fresco normal mismo que según (García, 2006) contiene el 46-57 %, esto puede atribuirse a las propiedades funcionales de las proteínas que contiene el extracto de quinoa, que podrían retener mayor humedad en los quesos debido a su propiedad de hidratación (Llumiquinga, 2017 pág. 63).

1.4.2. Contenido de grasa

De acuerdo con (Ramírez y Vélez, 2012) el porcentaje de extracto de quinoa afecta al contenido de grasa en los quesos, disminuyendo su composición de grasa final. la grasa en el queso está distribuida como material de relleno en la matriz proteica, de modo que, si disminuye su contenido en la formulación el queso presentará bajo contenido en grasa y se obtendrán quesos más rígidos ya que el contenido de grasa de un queso fresco normal es de 18-29 % (Llumiquinga, 2017 pág. 64).

1.4.3. Contenido de proteína

Con respecto al contenido de proteína de los quesos de acuerdo con (Calderón et al, 2007), la proteína de la leche es fundamental en la fabricación de quesos por su composición de caseína, de la cual destaca kappa-caseína, debido a que recientes estudios atribuyen a que conforma y retiene una mayor cantidad de sólidos en la cuajada volviéndola más firme y densa, por lo tanto, la falta de proteína afecta el rendimiento total y texturadel queso. Podemos atribuir el que no existe diferencias significativas en cuanto, al contenido proteico en los quesos, a que el extracto de quinua que incorporamos también contiene de promedio 1.03 % de proteína y esta puede ser retenida en la cuajada (Llumiyinga, 2017 pág. 66).

1.5. Queso Mozzarella

1.5.1. Definición

La Norma (INEN, 2011 pág. 1) manifiesta que el queso Mozzarella es un queso blando y elástico con una estructura fibrosa de largas hebras de proteínas orientadas en paralelo, que no presenta gránulos de cuajada. El queso no tiene corteza y se le puede dar diversas formas.

1.5.2. Composición química

(Castillo, 2001) menciona que la composición de un queso puede variar de acuerdo con varios factores en el caso particular del queso Mozzarella, estos pueden ser el proceso de elaboración, el origen de la leche, el cultivo, el tipo de maduración, etc. A continuación, se muestran las características químicas del queso Mozzarella citados por diferentes autores.

Tabla 3-1: Composición química del queso Mozzarella

Características	Mozzarella (Madrid, 1996)	Mozzarella (Furtado, 2001)
Humedad %	60 – 61	52 – 60
Grasa %	16 – 17	20 – 22
Proteína %	19 – 20	20 – 22
Carbohidratos %	1,0	1,5
Minerales %	3,6	3,8

Fuente: (Ruiz, 2017)

Realizado por: Ruiz Díaz Luis, 2023

(Madrid, 1996) expresa que el queso mozzarella mantiene una humedad del 61% misma que coincide con el resultado que obtuvo (Furtado, 2001) al obtener el 60 % de humedad. Para el contenido de proteína (Furtado, 2001) manifiesta que es del 22 % mientras que por otra parte (Madrid, 1996) menciona que contiene un 20 %. En lo que se refiere al contenido de grasa (Furtado, 2001) manifiesta que el queso mozzarella contiene 5 % más de grasa de lo investigado por (Madrid, 1996). Finalmente, para el contenido de carbohidratos ambos autores coinciden con una diferencia del 0,5 % obteniendo el mayor hallazgo en este caso (Furtado, 2001) manifiesta (Ruiz, 2017).

1.5.3. Características microbiológicas

Tabla 4-1: Características microbiológicas permitidas para del queso Mozzarella

Parámetros	Tolerancia
Recuento de E.coli	< 1,0. 10 ³ u.f.c. /g
Investigación de <i>Staphylococcus aureus</i>	< 1,0. 10 ² u.f.c. /g
Investigación de Listeria Monocitogenes	Ausencia/ 25 g

Fuente: (Exclusivasdiper, 2015)

Realizado por: Ruiz Díaz Luis, 2023

Los métodos recomendados por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición de Majadahonda del Ministerio de Sanidad y Consumo (CENAM) para determinar las Características microbiológicas permitidas para el consumo del queso Mozzarella son las siguientes: Recuento de E.coli de ser menor al 1,0. 10³ u.f.c. /g. Para el caso de *Staphylococcus aureus* de ser igualmente menor al 1,0. 10² u.f.c. /g. Finalmente debe presentar ausencia total en el caso de *Listeria Monocitogenes* con la finalidad de mantener en orden la salud del consumidor (Exclusivasdiper, 2015).

1.5.4. Clasificación

El queso mozzarella pertenece a la categoría de quesos frescos debido a su alta humedad, y más en concreto podríamos ubicarlo entre los quesos de pasta hilada. Los quesos frescos no tienen corteza, son suaves, húmedos, a veces con textura de mousse, se consumen cuando tienen entre 1 y 15 días, antes de que empiece a formarse la corteza, y deben ser refrigerados. Ejemplos Queso Cottage, Queso Philadelphia Cream y Queso Curd, Ricotta (Italia), Fromage Frais (Francia), Mozzarella (Italia), Feta (Grecia), Paneer (India), Burgos (España), Mendicrim (Argentina), cuajadas, requesones. Los quesos de pasta hilada son aquellos en los que en el proceso de fabricación se incluye el amasado de una cuajada que ha sido acidificada o bien por la formación

de ácido láctico por parte de microorganismos específicos o bien por la adición de ácidos orgánicos para acortar los tiempos en el proceso productivo, en donde este conjunto es llevado a una temperatura cercana a los 80°C. Dando lugar a una masa con una plasticidad y elasticidad elevadas (Gaitán, 2019 pág. 6).

1.6. Propiedades funcionales del queso mozzarella

1.6.1. Propiedades funcionales del queso antes del calentamiento

- **Rallabilidad Gruesa (Shreddability)**

De acuerdo con (Ramírez, 2010 pág. 77), la rallabilidad es la capacidad de cortar tiras largas y delgadas de dimensiones uniformes, con la no formación de polvo durante la trituración resistiendo al pegado o aglutinación durante la trituración mismo o cuando se empaca libremente.

- **Rebanabilidad (Sliceability)**

Es la capacidad de cortar en rebanadas, lonchas o tajadas delgadas, resistiendo a la rotura, desmenuzando, pegado o fractura en los bordes de corte, sometándose a altos niveles de flexión antes de romperse (Ramírez, 2010 pág. 80).

- **Extensibilidad (Spreadability)**

Según (Ramírez, 2010 pág. 81), la extensibilidad es la propiedad textural más importante pues es la habilidad de propagarse en el medio al ser sometido a un esfuerzo cortante, esta propiedad es subjetiva e inversamente proporcional a la cantidad de fuerza cortante en el cuchillo.

1.6.2. Propiedades funcionales del queso inducidas por el calentamiento

- **Capacidad de fusión (Meltability) y flujo (Flowability)**

De acuerdo con (Ramírez, 2010 pág. 84), la capacidad de fusión se define como la capacidad de un queso para fundir; y la capacidad de flujo es el grado en el que el queso fundido fluye y se extiende sobre una superficie caliente.

- **Capacidad de estiramiento (Stretchability) y elasticidad (Elasticity)**

La capacidad de estiramiento es la habilidad que posee el queso fundido para crear fibras cohesivas, hilos o láminas al ser extendido; y la elasticidad es la capacidad de las fibras de resistir la deformación durante la extensión y se relaciona con la masticabilidad (Ramírez, 2010 pág. 86).

- **Liberación de aceite (Limited oiling-off)**

Según (Ramírez, 2010 pág. 88), la liberación de aceite es la capacidad del queso de eliminar pequeñas cantidades de aceite al momento de ser sometido al calor, cuando la cantidad de grasa eliminada es insuficiente el producto tiende a quemarse, esto se da por una excesiva deshidratación en el fundido; por otro lado, lo indeseable sucede cuando estos eliminan mayores cantidades de grasa libre en forma de gotas en la superficie, originado en el queso un aspecto graso poco apetecible para el consumidor.

1.7. Reología en quesos

1.7.1. Definición

La reología del queso puede ser definida como el estudio de su deformación y flujo cuando es sometido a un esfuerzo (aplicado durante el procesamiento o consumo). Las propiedades reológicas incluyen características intrínsecas tales como elasticidad, viscosidad y viscoelasticidad que se relaciona principalmente con la composición, estructura y la fuerza de atracción entre los elementos estructurales del queso. El esfuerzo es definido como la distribución de fuerza sobre el área del queso, soportada por los filamentos de caseína y los glóbulos grasos. La deformación (ϵ), es definida como el desplazamiento en respuesta a la fuerza aplicada. El esfuerzo puede ser de corte o normal. El esfuerzo de corte (τ) es aquel que es aplicado de manera tangencial a la superficie de la muestra, mientras que el esfuerzo normal (σ) es creado por una fuerza perpendicular aplicada a la superficie del producto (Castro, y otros, 2014 pág. 59).

1.7.2. Propiedades reológicas

1.7.2.1. Elasticidad

Según (Pérez, 2016 pág. 35) la elasticidad es la propiedad mecánica que tienen ciertos materiales, de sufrir deformaciones reversibles cuando se encuentran sometidos a la acción de una fuerza exterior y tienen la capacidad de volver a su forma original cuando esta es retirada

1.7.2.2. Deformación

(Pérez, 2016 pág. 34) Define a la deformación como el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o la ocurrencia de dilatación térmica. (Ramírez Navas, 2006). Los cuerpos se deforman cuando sobre ellos actúa una fuerza, o cuando se le somete a tensión. A cada tensión o esfuerzo aplicado le corresponde una deformación relativa, cuya magnitud depende del material. En la mayoría de los materiales, cuando la deformación relativa es pequeña, la tensión es numéricamente igual al producto de la deformación relativa por una constante, es decir, que la deformación relativa es proporcional a la tensión. La constante de proporcionalidad es el módulo de elasticidad. En los alimentos, durante un tiempo de aplicación de fuerza, se pueden comportar como un sólido o un líquido, o a su vez como una mezcla de los dos, si a un alimento se le deforma bajo una fuerza, su recuperación será siempre menor que la inicial, y su grado de recuperación dependerá del intervalo de tiempo bajo el cual el material estuvo deformado, del contenido de humedad y su composición.

1.7.2.3. Fuerza

Según (Ramírez, 2006 pág. 8). una fuerza, “F”, se define en términos de su capacidad de producir una aceleración, pero también es un agente capaz de reformar un cuerpo. La fuerza no constituye, sin embargo, un criterio reológico útil. Si me siento sobre una silla no me pasará nada, pero no así lo hago sobre un alfiler; la fuerza o “carga” con que presiono hacia abajo es la misma, pero el área sobre la que la presión se aplica es distinta; es, pues, mucho más útil considerar la relación fuerza/área (F/A), conciente al que se denomina “esfuerzo” o “tracción”. La unidad de fuerza es el newton (N) y la de área el metro cuadrado; de ahí que el esfuerzo mida en N/m^2 .

1.7.2.4. Tensión

(Ramírez, 2006 pág. 9) menciona que imaginémos un cilindro, de un material sólido, que está siendo estirado en la dirección de su eje por una fuerza que tracciona; si lo cortamos transversalmente al eje, se separan dos partes y para que las superficies de corte vuelvan a contactar será preciso aplicar un esfuerzo igual al original, esta misión. El cilindro se encontraba en tensión (o compresión). Estaba en un estado de tensión, que en este caso era uniforme en toda su masa. Al alejarse, el cilindro se contrae lateralmente: se estrecha o cambia de forma. El estado de tensión es un fenómeno tridimensional; su descripción más simple es la anterior, pero puede demostrarse la existencia de componentes de tensión en todas las direcciones.

CAPITULO II

2. MARCO METODOLOGICO

2.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo de investigación experimental se llevó a cabo en el laboratorio especializado de lácteos ubicado en la estación Agroturística Tunshi ubicada en el kilómetro 12 vía a Licto y las pruebas microbiológicas, bromatológicas y análisis sensorial, en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicada en el kilómetro 1¹/₂ de la panamericana Sur en la ciudad de Riobamba.

Este trabajo de investigación tuvo una duración de 60 días.

Tabla 5-2: Características meteorológicas de Riobamba

INDICADORES	PROM. Mensual (2021)
Temperatura (°C).	12,9
Precipitación (mm/mes).	4,35
Humedad relativa (%).	77,5%
Viento / Velocidad (m/s)	1,4
Heliofanía (hora/mes)	3,0
Presión atmosférica (mm Hg)	543,9

Fuente: (Estación meteorológica, ESPOCH, 2021)

Realizado por: Ruiz Diaz Luis, 2023.

2.2. Unidades experimentales

Se utilizó un total de 16 unidades experimentales, distribuidas en cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, de las cuales el tamaño de cada unidad experimental fue de 250g cada una, dándonos un total de 4000g.

2.3. Materiales, equipos e insumos.

2.3.1. *Materiales de laboratorio*

- Probetas 50 ml.
- Balones volumétricos 100, 1000 ml.

- Embudos.
- Vasos de precipitación 10, 400, 1000 ml.
- Tubos de ensayo.
- Gradillas para tubos de ensayo.
- Espátulas.
- Papel filtro.
- Crisol.
- Balones de digestión Kjeldahl.
- Butirometro 5 ml.
- Pipetas 10, 25 ml.
- Balanza analítica.
- Balanza gramera.
- Micro pipeta.
- Vidrio reloj.

2.3.2. Materiales para elaboración del queso.

- Olla de doble fondo
- Mesa de acero para la elaboración y amasado de los quesos
- Paletas
- Tela para filtrar queso
- Malla

2.3.3. Equipos para elaboración del queso

- Tanque para enfriamiento de leche
- Pasteurizador de leche.
- Milk of test.

2.3.4. Equipos de laboratorio

- Bortex.
- Autoclave.
- Estufa.
- Mufla.
- pH metro.
- Termobalanza.

- Equipo digestión Kjeldahl.
- pH metro.

2.3.5. Insumos para elaboración del queso

- Leche.
- Quinoa.
- Cuajo.
- Cloruro de sodio (sal).

2.3.6. Insumos de laboratorio

- Hidróxido de sodio 0,1N.
- Hidróxido de sodio al 50%.
- Fenolftaleína.
- Agua destilada.
- Ácido sulfúrico.
- Alcohol amílico.
- Sulfato de sodio.
- Sulfato de cobre.
- Granallas de zinc.
- Alcohol 96%.
- Alcohol 70%.
- Agares (*Salmonella*, *E. coli*, *Coliformes totales*).
- Ácido clorhídrico *HCl* 0.1N.

2.4. Tratamiento y diseño experimental

El presente trabajo de investigación se utilizó 4 tratamientos, de los cuales 3 tratamientos experimentales correspondientes a (100, 150 y 200g) de quinoa por cada 8000 ml de leche, frente a un tratamiento testigo (queso mozzarella), para identificar la variación proteica entre las 4 repeticiones, las cuales se analizaron bajo un diseño completamente al azar cuyo modelo lineal es el siguiente.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Efecto de la media por observación

α_i = Efecto de los tratamientos

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

Tabla 6-2: Esquema del experimento

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPETICIONES	*T.U.E (g)	TOTAL g/trat
(0 ml quinua) + 8000 ml leche	T0	4	250	1000
(120 ml de quinua) + 8000 ml leche	T1	4	250	1000
(160 ml de quinua) + 8000 ml leche	T2	4	250	1000
(200 ml de quinua) + 8000 ml leche	T3	4	250	1000
TOTAL				4000

*T.U.E: Tamaño de la Unidad Experimental. 250 g

Realizado por: Ruíz, Luis, 2023.

Tabla 7-2: Esquema ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	$(n - 1) = 15$
Tratamiento	$(t - 1) = 3$
Error	$(n - 1) - (t - 1) = 12$

Realizado por: Ruíz, Luis, 2023.

2.5. Mediciones experimentales

Las medidas experimentales que se tomarán en el presente trabajo serán las siguientes.

2.5.1. Pruebas producto final y determinación de vida útil

2.5.1.1. Pruebas fisicoquímicas

- Extracto seco
- Humedad
- Grasa
- Proteína

2.5.1.2. Microbiológicas

- Escherichia coli, UFC/g
- Coliformes, UFC/g
- Salmonella, UFC/g

2.5.1.3. Organolépticas

- Color
- Olor
- Sabor

2.5.2. Pruebas Reológicas del queso mozzarella con extracto de quinua

2.5.3. Capacidad de hilado (instrumental)

- Elasticidad (elongación)

2.5.4. Determinación del rendimiento del queso mozzarella

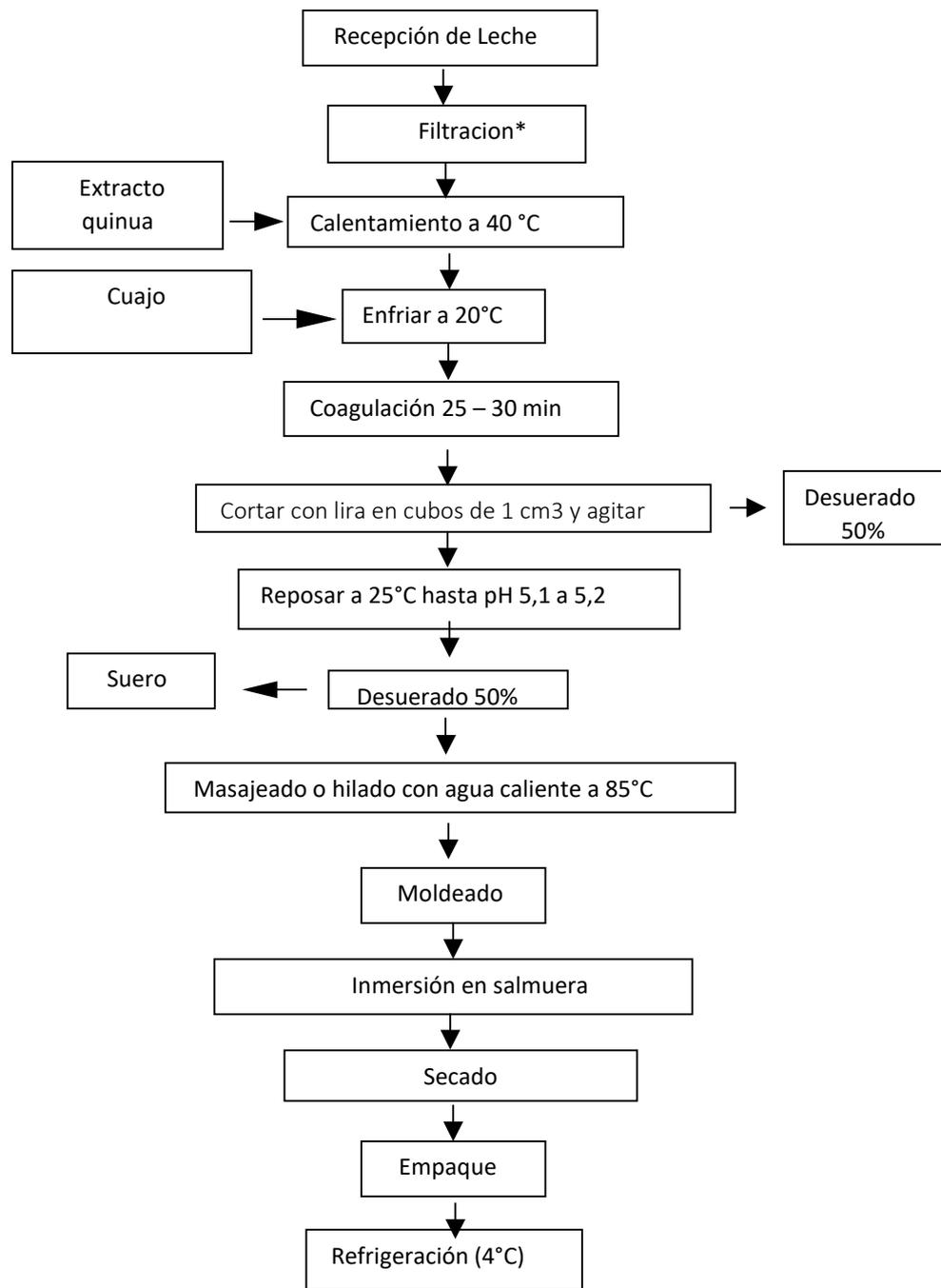
- **%Rendimiento** = (peso final / peso inicial) * 100

2.5.5. Económicos

- Costo producción dólares/kg

2.6. Procedimiento experimental

2.6.1.1. Diagrama de flujo para la elaboración de queso Mozzarella



Fuente: (Serrano, 2017)

Realizado por: Ruíz Díaz Luis, 2023

a) Recepción de la materia prima

Una vez que se obtuvo las materias primas (Leche y Quinoa) se procedió a determinar la calidad de esta con la ayuda del milk of test.

b) Filtración

La leche se pasó a través de una tela de micro poros, con la finalidad de retirar cualquier cuerpo extraño que se encuentre en la misma.

c) Adición de la quinua

Una vez filtrada la leche procedimos a agregar la quinua correspondiente a los tratamientos (100, 150 y 200g por cada 8000ml leche).

d) Calentamiento

Se realizó una pasteurización a 40°C por 20 min, para eliminar los microorganismos patógenos.

e) Enfriamiento

En esta operación se bajó la temperatura, hasta llegar a los 20 °C

f) Coagulación

En esta etapa se adiciono 0.1 ml de cuajo para cada tipo de queso.

g) Tiempo de cuajo

Se esperó de 30 a 40 minutos hasta que se forme la cuajada, ese proceso se da cuando las micelas de caseína se precipitan formando un coagulo que contiene glóbulos de grasa, agua y sales.

h) Corte de la cuajada

Con la ayuda de una lira se realizó el corte tipo haba.

i) Batido

Una vez cortada la cuajada se procedió a batirla, esto con el fin de eliminar el exceso del suero contenido en la cuajada, el tiempo estimado es de 5 minutos.

j) Desuerado

Se eliminó el 40% de suero aproximadamente, para facilidad de este proceso se lo realizó con la ayuda de una malla plástica.

k) Acidificación

Se midió el pH cada 15 minutos hasta llegar a 5,2.

l) Hilado de la cuajada

La cuajada se llevó a un recipiente donde se procederá a calentar agua o el mismo suero de 70 a 75°C, luego se procedió a amasarla hasta obtener una masa homogénea y elástica.

m) Moldeado

Se procedió a pesar porciones de 250g cada una y se coloca en los moldes.

n) Prensado y enfriado

Una vez moldeado el queso se colocó en agua fría a 4°C hasta que estos se tornen firmes y compactos.

o) Salado

Una vez fríos los quesos se situaron en salmuera por alrededor de 2 a 3 horas.

p) Almacenamiento

Los quesos mozzarella elaborados se almacenaron en una temperatura de refrigeración de 4 a 8 °C.

2.7. Metodología de evaluación

2.7.1. Parámetro físico químico del queso mozzarella

Determinación de humedad (NTE INEN 64)

Para la determinación de la humedad se trabajó utilizando la termo balanza al ser un método rápido y preciso.

- Se coloca el vidrio reloj en la termobalanza y se agrega un aproximado de 1gr de muestra.
- Se procede a secar a 100°C hasta obtener el valor esperado.
- Se toma el resultado arrojado por el equipo y se procede a calcular mediante la siguiente formula.

$$\%H = 100 - E.S$$

Donde

- %H= porcentaje de humedad.
- E.S= extracto seco o solidos totales.

El extracto seco fue determinado mediante la termo balanza, es el valor general expresado luego de colocar la muestra en el vidrio reloj.

Aproximadamente se colocó $1g \pm 0,1$ de muestra sólida.

Luego que pasaron aproximadamente 4 minutos se procede a tomar el dato determinado de M.S.

Determinación de grasa método gerber (NTE INEN ISO 488)

Para la determinación del contenido de grasa en nuestro queso, se utilizó el método Gerber especializado para lácteos, siguiendo la siguiente metodología.

- Pesamos 3 gramos de muestra y la trituramos con ayuda de un mortero, para luego introducir en el butirómetro.
- Colocar ácido sulfúrico en el butirómetro con mucho cuidado de no manchar la boca del mismo, hasta que alcance las 2/3 partes del mismo.
- Una vez preparadas las muestras se coloca 3 cm³ de alcohol amílico.
- Con las muestras preparadas se lleva a baño maría con una temperatura de $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 60 minutos, con un intervalo de 5 minutos donde se agitará cuidadosa los butirómetros hasta que el queso sea consumido por el ácido sulfúrico.
- Trascurrido el tiempo se saca retira los butirómetros del baño maría y se los lleva a la centrifuga gerber durante 6 minutos a velocidad constante.

- Se retira de la centrifuga y se los lleva a baño maría a una temperatura de $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, con las tapas hacia abajo, cuidando que queden completamente cubiertos de agua, hasta observar la separación de columna de grasa.
- Se retira el butirómetro y se procede a su lectura directa

Determinación de Proteína bruta (AOAC 984.13)

- Se pesa exactamente 1g de muestra y se introduce en el balón de digestión Kjeldhal.
- Añadir 1g de sulfato de cobre + 9g de sulfato de sodio, mezclados homogéneamente, luego adicionar 25ml de ácido sulfúrico concentrado.
- Colocar el balón con los reactivos + la muestra en el digestor hasta que la mezcla adquiera un color verde esmeralda.
- Enfriar el balón y posteriormente añadir 200 ml de agua destilada, luego de eso adicionar 100 ml de hidróxido de sodio al 50%.
- Una vez realizado esto se procede a la etapa de destilación, se prepara un vaso de precipitación de 250 ml, preparado con solución de ácido bórico H_3BO_3 al 3.
- Obtenido el volumen de 200 ml se retira el vaso y se entra en la etapa de titulación, al contenido se le agrega 3 gotas de indicador mixto, rojo de metilo y verde de bromocresol.
- Para la titulación se utiliza una solución de ácido clorhídrico HCl/10.
- Como último paso se procede a realizar los cálculos aplicando la siguiente formulación.

Calculos

$$\%P = \frac{V \cdot N \cdot F \cdot 0.014}{m} \cdot 100$$

- %P= contenido de proteína.
- V= volumen de HCl empleados para titular la muestra.
- N= normalidad del HCl.
- F= factor para transformar el %N₂ en proteína 6,38.
- M= masa de la muestra analizada.

2.7.2. Parámetro microbiológico del queso mozzarella

Para la determinación de los parámetros microbiológicos cada una de las unidades experimentales fueron analizadas en el laboratorio de Ciencias Biologicas de la facultad de Ciencias pecuarias, en la EsPOCH en donde se realizó la siembra de *E. coli*, *coliformes* y *salmonella*, en un orden de 0, 10, 20 y 30 días durante el periodo que duro el trabajo experimental (60 días).

La metodología utilizada fue la detallada a continuación.

Tabla 8-2: Métodos para determinar parámetros microbiológicos del queso mozzarella.

Microorganismo	Medio de cultivo	Tipo de medio de cultivo	Temperatura óptima
<i>E. coli</i>	EBM	Agar EBM	37°C
<i>Salmonella</i>	EBM	Agar EBM	37°C
<i>Coliformes</i>	Columbia	Agar Columbia	44°C

Realizado por: Ruíz, Luis, 2023.

- Para cada dilución el ensayo se realizó con 4 repeticiones, con una dilución de 10^{-3} .
- Verter en cada una de las cajas Petri aproximadamente 10 mL de agar correspondiente.
- En cada una de las cajas Petri bien identificadas se depositará 1 mL de cada dilución. Para cada depósito se usará una pipeta distinta y esterilizada.
- Invertir las cajas e incubarlas a las temperaturas óptimas correspondientes a cada uno de los microorganismos por 24 a 96 horas.
- Pasado el tiempo de incubación seleccionar las placas que presenten entre 15 y 300 colonias y utilizando un contador de colonias, contar todas las colonias que hayan crecido en el medio.
- Anotar el número de colonias (NTE INEN 1529-10, 2013, p.2).

Para el cálculo de las unidades formadoras de colonias/ mililitros se establece la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{No total de colonias contada o calculadas}}{\text{Cantidad total de muestra sembrada}}$$

$$N = \frac{\sum C}{V(n1 + 0,1m2)}$$

Donde:

$\sum C$ = suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegida;

n1 = número de placas contadas de la primera dilución seleccionada;

n2 = número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada;

d = dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10^2 ;

V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.

2.7.3. Parámetros sensoriales del queso mozzarella (Norma ISO 8586-1)

Para determinar el nivel de aceptabilidad del producto se procedió a realizar la evaluación a un panel no entrenado compuesto por 65 personas, con edades comprendidas de los 18 a 25 años. El modelo empleado tiene como objetivo determinar los atributos organolépticos del producto, así como: el color, olor y sabor, en función de una escala hedónica con base de 5 puntos.

Me gusta mucho (5).

Me gusta moderadamente (4).

No me gusta ni me disgusta (3).

Me disgusta moderadamente (2).

Me disgusta mucho (1).

Tabla 9-2: Parámetros para la evaluación sensorial del queso mozzarella

ANÁLISIS	VALORACIÓN
Color	5 puntos
Olor	5 puntos
Sabor	5 puntos

Realizado por: Ruíz, Luis, 2023.

2.7.4. *Parámetros reológicos del queso mozzarella*

Para establecer los parámetros reológicos del queso mozzarella con quinua, se utilizó un método físico instrumental con la ayuda de un Texturómetro u elastómetro.

Tabla 10-2: Parámetros reológicos a evaluar del queso mozzarella.

ANÁLISIS	MÉTODO
Elasticidad	Instrumental
Tensión y elongación	Instrumental

Realizado por: Ruíz, Luis, 2023.

2.7.5. *Determinación del rendimiento*

Para la determinación del rendimiento se tomaron en cuenta las cantidades de materia prima inicia, y el producto final, se obtendrá el porcentaje de rendimiento del queso elaborado.

$$\mathbf{Rendimiento} \% = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} 100$$

2.7.6. Análisis económico

Se establecieron los costos de producción del producto final teniendo en cuenta todos los insumos, aditivos y materias primas utilizadas en el proceso.

2.8. Costo y financiamiento de la investigación

El presente trabajo de investigación fue autofinanciado por el autor, con un costo aproximado de 1000 dólares americanos, los mismos que fueron utilizados para compra de materia prima, insumos, y para la compra de reactivos para las pruebas a determinar del queso mozzarella elaborado con quinua.

CAPITULO III

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la evaluación del efecto tres niveles de concentración de quinua (*Chenopodium quinoa W*) como extensor en la elaboración de queso mozzarella, se realizó diferentes pruebas fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales, reológicas y de beneficio costo, para determinar su aceptabilidad y características propias que tiene el queso mozzarella con quinua obteniendo así los siguientes resultados:

3.1. Análisis de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales del queso mozzarella elaborado con extracto de quinua.

Los resultados obtenidos de la composición fisicoquímica y bromatológica se detallan a continuación en la siguiente tabla.

3.1.1. Análisis bromatológicos

Tabla 11-3: Análisis bromatológicos del queso mozzarella con adición de diferentes niveles de quinua

Variables	Niveles de quinua				EE.	Pro.
	0%	1,5%	2%	2,5%		
Materia seca	49,45 a	52,05 a	51,88 a	51,5 a	1,42	0,5603
Humedad	47,85 a	47,95 a	48,25 a	48,5 a	0,22	0,1898
Grasa	30 a	30 a	29,5 a	29,18 a	0,29	0,1704
Proteína	18,98 a	19,93 a	19,65 a	19,95 a	1,21	0,2984
ELN	3,17 a	2,12 b	2,60 ab	2,38 b	0,18	0,0095

Realizado por: Ruiz, Luis, 2023.

3.1.2. Materia seca

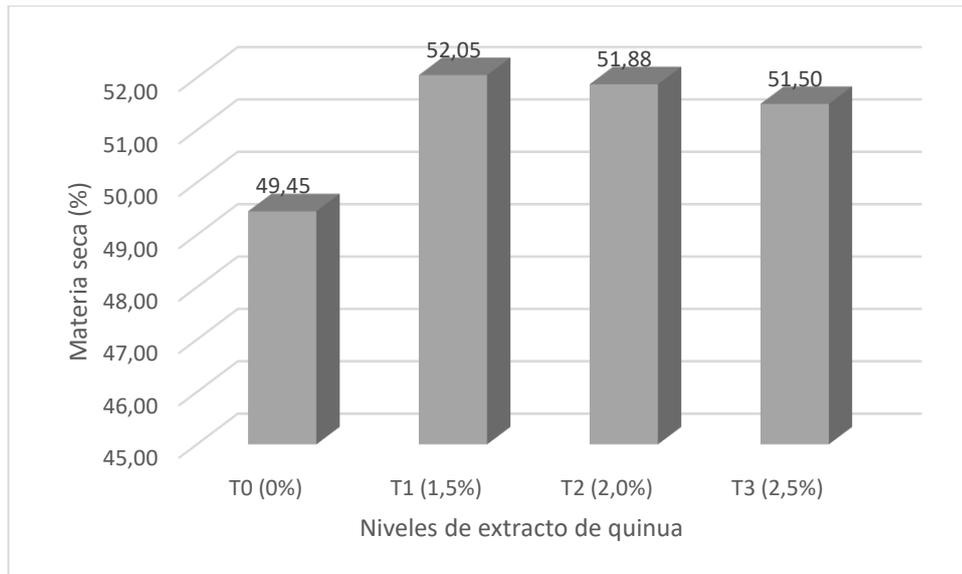


Ilustración 1-3: Materia seca

Realizado por: Ruiz, Luis, 2023.

El contenido de materia seca para el tratamiento 0 (sin adición de quinua) fue de 49,45 % siendo el valor más bajo en comparación con los demás tratamientos, existiendo diferencias numéricas pero a nivel estadístico no existen diferencias significativas a medida que se agrega el extracto de quinua ya que el valor con mayor cantidad de materia seca corresponde al T1 con un valor de 52,08% de materia seca, Los valores se encuentran dentro del límite permisible que admite la norma (NTE INEN 82: 2011), que es de 47% - 53% Esto se debe a que el contenido de humedad va estrechamente ligado con el contenido de materia seca que poseen los productos y estos van a depender de las sustancias orgánicas que este posea, a mayor contenido de hidratos de carbono, proteínas y componentes grasos el contenido de materia seca variara según la concentración, por esta razón se encontraron diferencias significativas entre los quesos, se observó que a medida que aumenta el porcentaje de extracto de quinua el contenido de materia seca y humedad también aumenta según lo mencionado por (Llumiquina, 2017).

3.1.3. *Humedad*

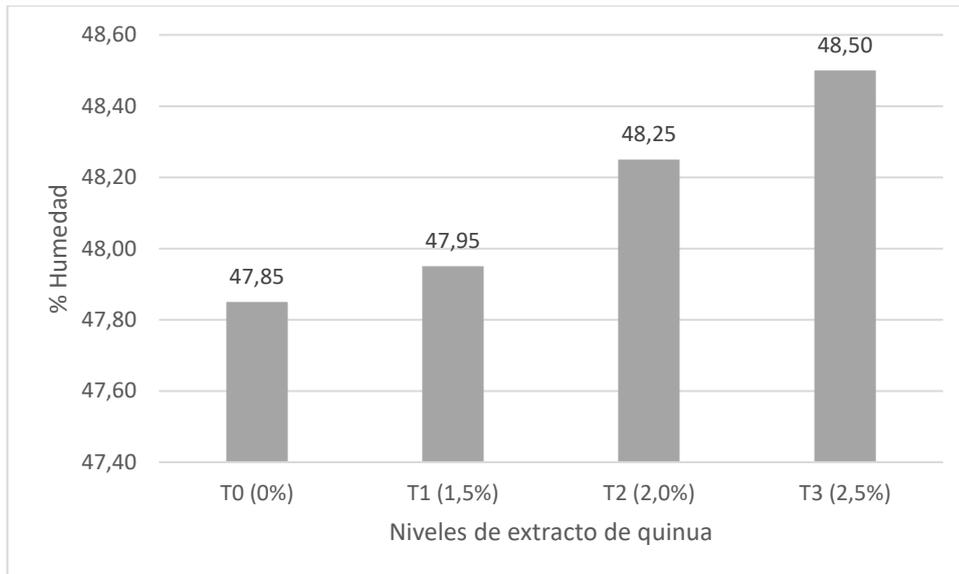


Ilustración 2-3: Humedad

Realizado por: Ruiz, Luis, 2023.

Mediante los resultados obtenidos se pudo observar diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos realizados. En el tratamiento T3 se obtuvo un mayor porcentaje de humedad 48,50% con relación al T0 que adquirió un valor de 47,85%, esto nos indica que existe una relación directa entre la humedad y la adición extracto de quinua, es decir, a mayor cantidad de quinua añadida en el queso este retienen mayor porcentaje de humedad. En concordancia con (Llumiquinga, 2017) en su investigación “Estudio de la incorporación de extracto de quinua (*chenopodium quinoa*) en la elaboración de queso fresco”, menciona que el contenido de humedad para el queso control sin adición de quinoa fue de 61 % y a medida que se sustituyó la leche por extracto de quinua en el queso, su contenido de humedad final aumentó, con resultados de 64.25 %, 67.25 % y 69 % para los tratamientos B, C y D respectivamente, existió una relación directa entre el contenido de quinua del queso y su contenido de humedad. Según (Inda, 2002) la proteína del queso es la que retiene toda su humedad, por este motivo el tratamiento T0 debería obtener el mayor resultado, pero no es el caso, esto puede atribuirse a las propiedades funcionales de las proteínas que contiene el extracto de quinua, que podrían retener mayor humedad en los quesos debido a su propiedad de hidratación.

3.1.4. Grasa

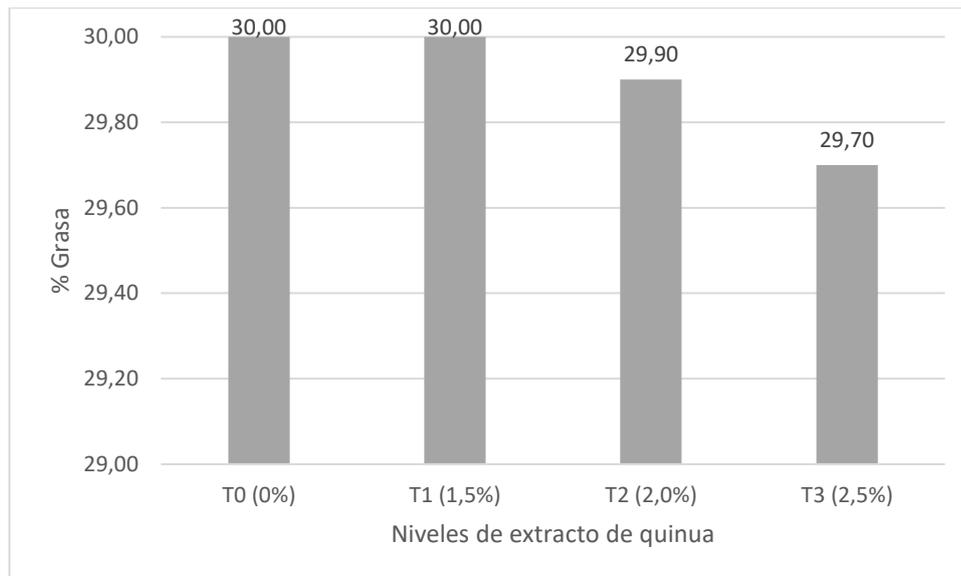


Ilustración 3-3: Grasa

Realizado por: Ruiz, Luis, 2023.

El contenido de grasa en el queso mozzarella no presentó diferencias significativas ($P > 0,05$) por efecto de los niveles de extracto de quinua utilizados entre los Tratamientos 1, 2 y 3 es decir que al añadir 0,5%, 2% y 2.5% respectivamente el porcentaje de grasa va disminuyendo, esto se ha comprobado ya que para el tratamiento T0 sin adición de quinua contiene un 30 % de grasa a diferencia del Tratamiento T3 que contiene mayor cantidad de quinua, pero menor cantidad de grasa es decir 29,70% por lo que se recomendaría usar el tratamiento 3 para obtener un producto bajo en grasa, Según (Ramírez y Vélez, 2012), se debe a que la grasa en el queso está distribuida como material de relleno en la matriz proteica, de modo que, si aumenta el contenido de quinua en la formulación el queso presentará bajo contenido en grasa y se obtendrán quesos más rígidos razón por la cual, el contenido final de grasa en los quesos disminuye, corroborando con (Llumiquinga, 2017), que al realizar el mismo estudio evidencio que existen diferencias significativas entr sus tratamientos indicando que en el tratamiento A si extracto de quinua contiene un 57,25% de grasa a diferencia del tratamiento D con extracto de quinua el contenido de grasa disminuyo a un 42%. Determinado así que el porcentaje de extracto de quinua afecta al contenido de grasa en los quesos, disminuyendo su composición de grasa final.

Proteína

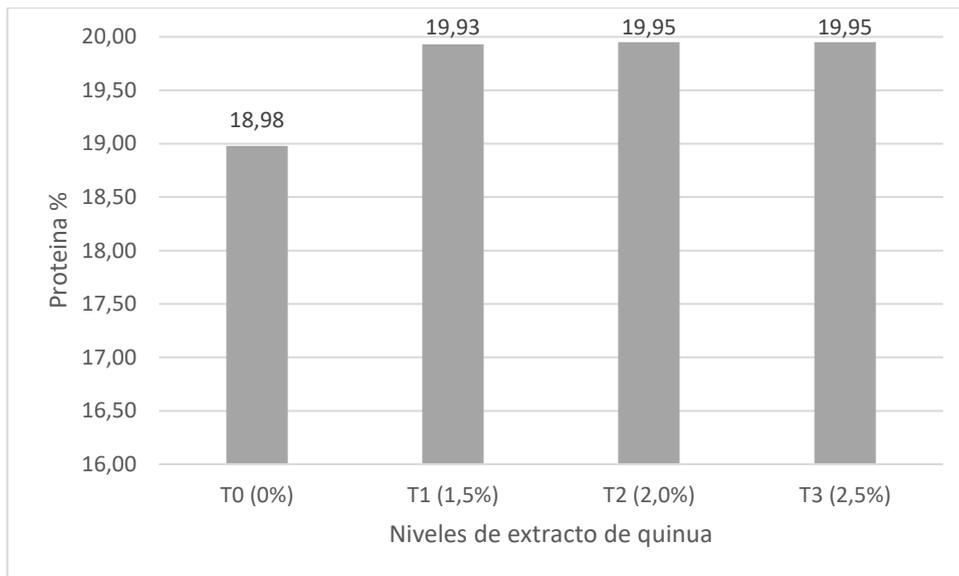


Ilustración 4-3: Proteína

Realizado por: Ruiz, Luis, 2023.

El contenido de proteína no presenta diferencias significativas ($P < 0,01$) entre los diferentes tratamientos. En el tratamiento T0 no se incorporó la quinua y se obtuvo un 18,98% de proteína que normalmente es la de un queso común, mientras que al incorporar e incrementar los niveles de quinua se incrementó el contenido de proteína, este es el caso del tratamiento T3 donde se obtuvo un mayor porcentaje de proteína 19,95 % mismo al que se tuvo que agregar un 2,5% de extracto de quinua, esto se debe a que la quinua presenta un alto contenido de proteína que al combinarse con la leche eleva su porcentaje en la elaboración de quesos. En concordancia con (Llumiquinga, 2017), que en su investigación “Estudio de la incorporación de extracto de quinua (*chenopodium quinoa*) en la elaboración de queso fresco” obtuvo diferencias significativas entre sus tratamientos al comparar el tratamiento A sin adición de extracto de quinua se obtiene 13,53% de proteína mientras que en el tratamiento D con extracto de quinua se obtiene 16,92% de proteína es decir a mayor extracto de quinua mayor porcentaje de proteína. Además, (Anderson y Berry, 2001), mencionan que otro efecto de la introducción de extensores no convencionales en productos lácteos es la variación en las características nutricionales de los productos terminados, en tal sentido el aumento o disminución del porcentaje de proteína luego de ser procesado con el uso de extensores, se debe principalmente al porcentaje de proteína que se encuentra presente en cada uno de los pseudocereales no convencionales (Llumiquinga, 2017).

3.1.5. Extracto libre de nitrógeno

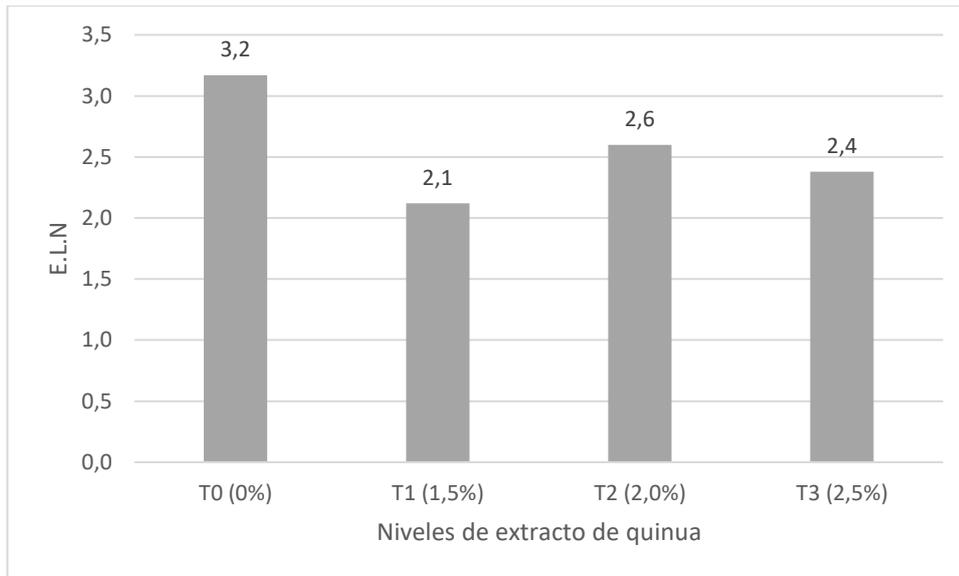


Ilustración 5-3: Extracto libre de nitrógeno

Realizado por: Ruiz, Luis, 2023.

El contenido de ELN como se observa en la ilustración 5-3 presenta diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), al realizar la comparación del tratamiento testigo con los demás tratamientos se determina que mientras se añade mayor cantidad de quinua al producto el contenido de ELN va disminuyendo obteniendo así el valor más bajo para el tratamiento T3 mismo que cuenta con un porcentaje de 29,70 % de ELN. Según (Bhaskaracharya, 2000) el exceso de minerales como calcio y la presencia de carbohidratos genera una firmeza excesiva de la cuajada, parte de los minerales e hidratos de carbono se desestabilizan y son expulsados a través del suero debido a la producción de ácido por el cultivo iniciador en la leche o la acidificación directa durante la fabricación. De acuerdo con (Turner, 2017 pág. 4) indica que, el queso al ser un producto rico en proteínas y grasa, tiende a ser muy bajo en hidratos de carbono. Por otra parte (Llumiquina, 2017 pág. 4) manifiesta que se denomina “pseudocereal” por su alto contenido de carbohidratos, principalmente almidón (50-60 %) su uso en la producción de queso no es el más común, pero resulta factible debido a la producción de quinua en las zonas de la sierra del Ecuador que podrían ser aprovechadas y por ser una alternativa para dietas vegetariana (Turner, 2017 pág. 4).

3.2. Análisis microbiológico

En la tabla descrita a continuación se puede observar los valores obtenidos del análisis microbiológico, estos valores están expresados en unidades formadoras de colonias y según los parámetros requeridos por la norma NTE INEN 1528:2012.

Tabla 12-3: Análisis microbiológico

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Determinación	Resultados del producto con los diferentes niveles de quinua			
	0 g	1,5 g	2,0 g	2,5 g
<i>Coliformes</i>	<10	<10	<10	<10
<i>E.coli</i>	<10	<10	<10	<10
<i>Salmonella</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

UFC: Unidades formadoras de colonias

Realizado por: Ruiz Díaz Luis Fernando, 2023

Para el análisis microbiológico se tomó en cuenta el recuento de bacterias como: *Coliformes*, *E.coli* y *Salmonella*. En donde se puede evidenciar una total ausencia de estos microorganismos tanto en el tratamiento 0 sin adición de quinua y los tratamientos 1,2 y 3 con adición de diferentes niveles de quinua, por lo cual, cumplen con los parámetros de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN (1528:2012). Esto se debe a que la producción del queso mozzarella desde sus inicios fue trabajada bajo parámetros de BPM s, cuidando cada aspecto de inocuidad e higiene en cada proceso hasta la terminación, también puede verse influenciado el pH del queso, 5,2 a 5,3. Según (Reza, 2016) menciona que la mayoría de las bacterias el crecimiento óptimo es entre 6.5 y 7.5. (Canet, 2016), menciona que el crecimiento óptimo para *E. coli* se encuentra a un pH de 7 a 8. Según (Apoorva Argade et al., 2017; Jose M. Lorenzo, 2018) esto se debe a que, en algunos extensores convencionales, adicional a las características tecno funcionales que presentan, disponen de propiedades antimicrobianas, debido a la presencia de compuestos fenólicos, los cuales disminuyen el recuento total de psicrófilos y coliformes en los productos alimenticios extendidos cárnicos y lácteos (Guevara, 2021).

3.3. Análisis sensorial

Tabla 13-3: Resultados de la Prueba hedónica del queso mozzarella.

Atributos de Evaluación	Niveles de extracto de quinua				H. cal	Prob.
	0 g	1,5 g	2,0 g	2,5 g		
Color	3	3	4	4	14,41	0,0005
Olor	3	3	4	4	40,63	<0,0001
Sabor	4	3	4	4	38,09	<0,0001
Textura	3	3	4	5	89,31	<0,0001

Realizado por: Ruiz Díaz Luis Fernando, 2023.

Los datos obtenidos en la evaluación sensorial mediante una escala hedónica de aceptabilidad para el queso mozzarella elaborado con diferentes niveles de extracto de quinua y al haber sido evaluada por un total de 60 panelistas no entrenados, mediante una escala de 5 puntos donde: 5 me gusta mucho, 4 me gusta moderadamente, 3 no me gusta ni me disgusta, 2 me disgusta moderadamente 1 me disgusta mucho, para cada uno de los parámetros color, olor, sabor y textura se puede afirmar que los tratamientos 2 y 3 obtuvieron mejor aceptabilidad en cuanto a los atributos evaluados.

Color

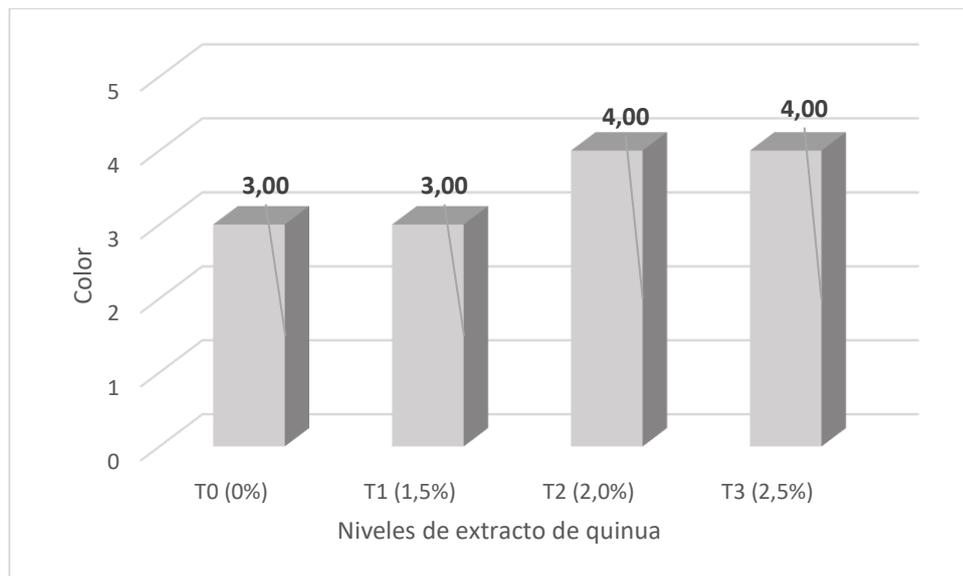


Gráfico 6: Valoración organoléptica del color.

Realizado por: Ruiz Díaz Luis Fernando, 2023.

En la valoración del color en el queso mozzarella presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) por efecto de los diferentes niveles de extracto de quinua empleados, alcanzando calificaciones entre 4.00 (Me gusta moderadamente) y 3.00 (No me gusta, ni me disgusta) sobre 5 de referencia, llegando a una aceptabilidad media según la escala evaluada, coincidiendo con (Jara, 2021 pág. 87) que menciona en su investigación “Elaboración de queso a base de leche vegetal de quinua (*Chenopodium quínoa*) y su aplicación en platos típicos ecuatorianos”. que obtuvo un valor aproximado de 4 (Me gusta Mucho) en su muestra N° 530, siendo este el valor más alto.

Olor

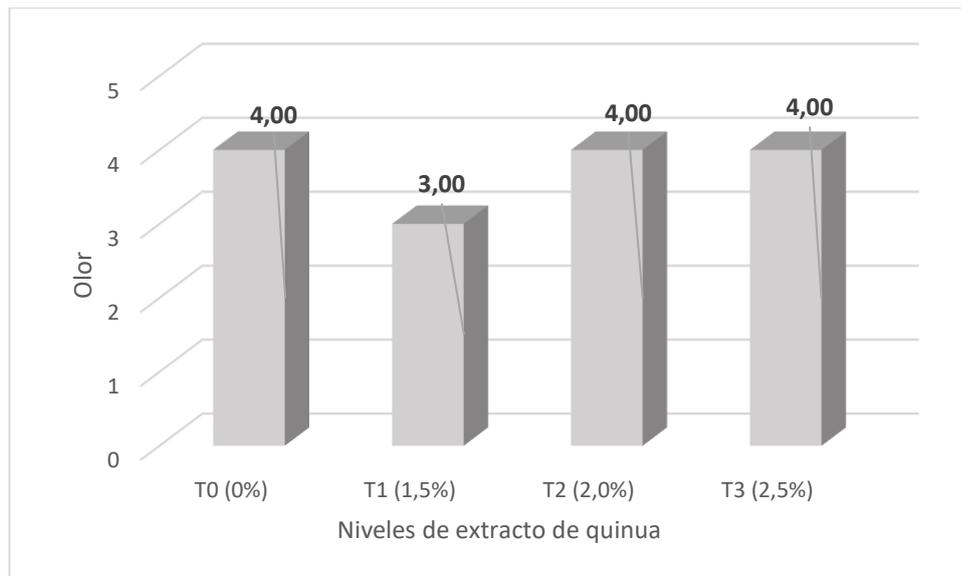


Gráfico 6-1: Valoración organoléptica del olor

Realizado por: Ruiz Díaz Luis Fernando, 2023.

La valoración del olor en el queso mozzarella presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) por efecto de los diferentes niveles de extracto de quinua empleados, alcanzando calificaciones entre 4.00 (Me gusta moderadamente) y 3.00 (No me gusta, ni me disgusta) sobre 5 de referencia (Me gusta mucho), De acuerdo con Martínez et al., (2011) el olor del queso se atribuye a la hidrólisis de los principales componentes de la leche: carbohidratos, triglicéridos y proteínas y por microorganismos principalmente bacterias del ácido láctico, en la hidrólisis de la lactosa se produce ácido láctico, compuestos volátiles y etanol, son los compuestos que contribuyen al olor de los quesos,

Sabor

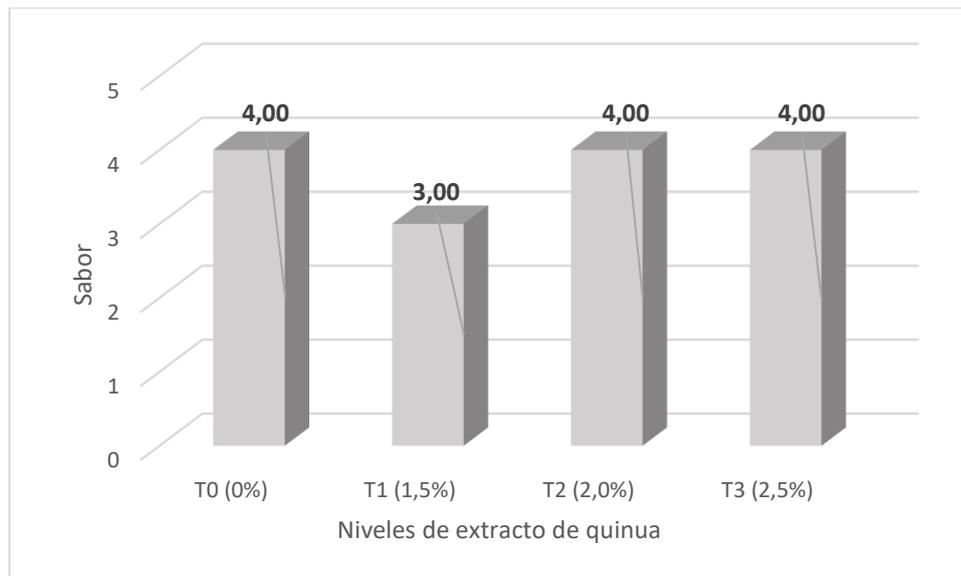


Gráfico 6-2: Valoración organoléptica del sabor.

Realizado por: Ruiz Díaz Luis Fernando, 2023.

La valoración del sabor en el queso mozzarella presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) por efecto de los diferentes niveles de extracto de quinua empleados, alcanzando calificaciones de 4.00 (me gusta moderadamente) y 3.00 (no me gusta ni me disgusta) sobre 5 puntos de referencia. De acuerdo con (Piña, 2012) quien menciona que los sabores de los productos lácteos se asocian a los compuestos que se forman de la actividad metabólica de la flora nativa de la leche y microorganismos añadidos, el sabor del queso es el resultado del metabolismo de lactosa, proteínas, grasa de la leche. Según Mendoza (2012) los triglicéridos de cadena corta que se liberan en la lipólisis influyen en el sabor del queso, aunque de manera excesiva le otorgan un sabor rancio.

Textura

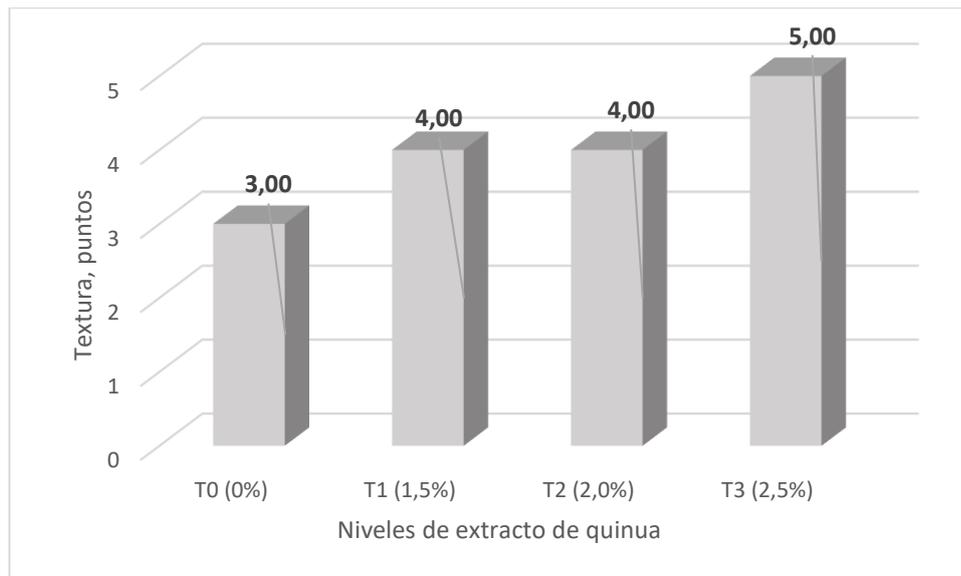


Gráfico 6-3: Valoración organoléptica de la textura.

Realizado por: Ruiz Díaz Luis Fernando, 2023.

La valoración de la textura en el queso mozzarella presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) por efecto de los diferentes niveles de extracto de quinua empleados, alcanzando calificaciones entre 5.00 puntos (Me gusta mucho), 4.00 puntos (Me gusta moderadamente) y 3.00 puntos (no me gusta ni me disgusta) sobre 5 de referencia, esto tiene relación con lo mencionado por (Aslinah et al., 2018) quien ha demostrado que al sustituir los extensores tradicionales por los no convencionales se obtiene una mejoría en el perfil de textura. Estas variaciones pueden atribuirse a la composición química del producto luego de la introducción de extensores no convencionales, las proteínas y los carbohidratos, a menudo mejoran el perfil de textura según (Shoaib et al., 2018). No obstante, la disminución en el contenido de humedad y un aumento en la cantidad de proteínas puede provocar un aumento en la dureza. Así como una disminución en la elasticidad y cohesión por la reducción de grasa en el producto (Guevara, 2021). En comparación con (Llumiquinga, 2017) que menciona en su trabajo “Estudio de la incorporación de extracto de quinua (*chenopodium quinoa*) en la elaboración de queso fresco” no existió diferencia significativa entre los tratamientos A, B y D estos recibieron en promedio valores de 5.6 equivalente a un “agradable”. Pero si existió diferencia significativa para el tratamiento C (10 %) con un 5.22 que equivale a un “ligeramente agradable”, es el queso con menor aceptación.

3.4. Análisis del queso mozzarella

Tabla 14-3: Análisis del queso mozzarella

Variables	Niveles de quinua				EE.	Pro.
	0%	1,5%	2%	2,5%		
pH	5,26 ^a	5,24a	5,29a	5,30a	0,10	0,9293ns
Acidez	20,25b	25,0ab	20,25b	21,75a	0,95	0,0147*

Realizado por: Ruiz, Luis, 2023.

3.4.1. pH

En la anterior tabla se observa que los valores de pH del queso mozzarella con diferentes niveles de extracto de quinua, no presenta diferencias significativas ($P < 0,05$) entre sus tratamientos, es decir que el valor del tratamiento T0 sin quinua es de 5,26 igual a los tratamientos con adición de diferentes niveles de extracto de quinua que va de 5,24 a 5,30. Esto se debe a que la harina de quinua presenta un pH de 6 misma que se asemeja al pH del queso mozzarella.

Según la normativa (INEN 82:2011), La Mozzarella se elabora mediante el proceso de “pasta hilada”, que consiste en calentar la masa de la cuajada con un valor de pH óptimo de 5,2 a 5,4 antes de someterlo al tratamiento de mezcla y estiramiento hasta que quede suave y sin grumos.

Según (Arciniega, 2010 pág. 5), La acidez del queso influye en las propiedades funcionales de queso, sin embargo, arriba de pH 5.0, esto parece tener un efecto indirecto sobre la solubilidad del calcio. Entre pH de 5.3 y 5.0, el queso se vuelve más suave y aumenta su derretimiento. (Fuertes Germán, 2021) Ambos cambios son indicativos del aumento de la hidratación de la red de la proteína provocada por tener menos calcio unido a las caseínas. Por debajo de pH 5.0, la pérdida de solubilidad de las caseínas se convierte en el factor predominante que influye dicha funcionalidad de que los quesos pierden su capacidad para fundir y se extienden a pesar de que el calcio disminuye. De acuerdo a estas referencias el pH del queso no se ve afectado tras la adición de la quinua al producto (Arciniega, 2010 pág. 5).

3.4.2. Acidez

En la tabla 14-3 se observa que los valores de acidez presentan diferencias significativas ($P < 0,05$) por efecto de los niveles de extracto de quinua, teniendo un valor menor de 20,25 % en el tratamiento 0 sin adición de quinua, a diferencia de los demás tratamientos como es el caso del tratamiento 3 con adición de 2,5 % de quinua mismo que presenta el mayor porcentaje de acidez obteniendo un valor de 21,75%. Según (Colcha, 2013) esta variación está relacionada con los valores de pH de la harina de quinua, los cuales son cercanos a 6 por tanto, entre mayor pH tenga la harina

el pH del queso se verá estandarizado, siempre que sea un proceso natural de acidificación en la elaboración del producto (Santos 2007)

3.5. Prueba de tensión y elasticidad del queso Mozzarella con extracto de quinua

Tabla 15-3: Prueba de tensión y elasticidad del queso Mozzarella con extracto de quinua

Variables	Niveles de quinua				EE.	Pro.
	0%	1,5%	2%	2,5%		
Resistencia a la tensión	16,92c	37,81ab	26,80bc	54,06a	4,13	0,0002**
Porcentaje de elongación	27,50c	33,75bc	41,87b	61,87a	3,39	0,0001**
Fuerza	3,45a	5,475ab	5,75ab	8,25b	0,67	0,0025**
Deformación del medidor	2,95a	5,00ab	5,50ab	7,23ab	1,00	0,0069**

Realizado por: Ruiz, Luis, 2023.

3.5.1. Resistencia a la tensión

La resistencia a la tensión presento diferencias altamente significativas en el queso mozzarella ($P < 0,01$), por efecto de los niveles de extracto de quinua, donde el mayor valor de 54,06 se da al utilizar 2,5 % de quinua en su formulación al contrario de los demás tratamientos, esto quiere decir que a mayor cantidad de quinua agregada habrá mayor resistencia a la tensión y el producto tendrá mayor firmeza. Según lo mencionado por (Ramírez, y otros, 2016), los cuerpos se deforman cuando sobre ellos actúa una fuerza, o cuando se le somete a un esfuerzo. Por otro lado (Peña, 2019), menciona que el módulo de elasticidad del queso Mozzarella, al ser menor, posee una textura gomosa y elástica, teniendo en cuenta que su cantidad de grasa es baja y el tener una temperatura intermedia aumenta la firmeza del alimento y por consiguiente la elasticidad de la misma.

3.5.2. Porcentaje de elongación

La elongación del queso mozzarella presento diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en todos los tratamientos, esto se debe al efecto de los niveles de extracto de quinua, obteniendo el valor más alto de 61,87 al tratamiento T3 que cuenta con 2,5% de quinua en su formulación mientras que el tratamiento T0 sin adición de quinua presenta un valor por debajo de los demás tratamientos ya que cuenta con 27,50 % de elongación. Esto igualmente indica que a mayor cantidad de harina de quinua que se añada al queso mayor será su porcentaje de elongación. La utilización de almidones en la elaboración de queso permite estabilizar la red y crear una cortina

tridimensional, lo que hace posible obtener una amplia variedad de propiedades texturales (Herrero *et al.*, 2006; Mounsey, 2009). La interacción entre el almidón, minerales, proteínas de origen vegetal y la proteína propia de la leche juega un rol importante en las características macroscópicas de los productos alimenticios en muchos de los casos brindando, la estabilidad, la textura y la palatabilidad, entre otras (Ravindra *et al.*, 2004). Así mismo, la proteína es un ingrediente importante para la formación de la red en la estructura del queso (Agudelo, y otros, 2013).

3.5.3. Fuerza

La fuerza del queso mozzarella presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), obteniendo un mayor valor de 8,25 N para el T3 2,5% a comparación de los demás tratamientos, Según lo manifestado por (Osorio, Ciro, & Guillermo, 2005). esto se debe a que, en los alimentos, durante un tiempo de aplicación de fuerza, se pueden comportar como un sólido o un líquido, o a su vez como una mezcla de los dos, si a un alimento se le deforma bajo una fuerza, su recuperación será siempre menor que la inicial, y su grado de recuperación dependerá del intervalo de tiempo bajo el cual el material estuvo deformado, del contenido de humedad y su composición. (Lucey *et al.*, 2003). Menciona que se viene trabajando en la adición de almidones y proteínas vegetales para un mejor rendimiento; junto con la grasa, confiere propiedades funcionales específicas, la dureza es otro factor que se ve afectado tras el calentamiento debido a los cambios estructurales inducidos por la red de proteínas, siendo esta la causante de formar la red proteica de caseína, dentro de la cual se absorbe mayor cantidad de sólidos solubles contribuyendo a la dureza del producto. (Guerrero, y otros, 2015) en su investigación “Evaluación instrumental de la textura del queso elaborado con suero concentrado” determinó un valor de dureza de 3,25 N en su tratamiento control y un valor de 4,0 N para el queso fresco con 50% de SC.

3.5.4. Deformación del medidor

(Ramírez Navas, 2006). Indica que la deformación es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo. Los cuerpos se deforman cuando sobre ellos actúa una fuerza, o cuando se le somete a tensión a continuación se muestran los resultados obtenidos de la deformación del queso mozzarella con adición de quinua como extensor. La deformación del medidor en el queso mozzarella presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) por efecto de los niveles de extracto de quinua, donde el valor menor es de 2,95 del nivel 0% siendo este el óptimo a diferencia de los otros tratamientos con adición de quinua, estos al contrario tienden a deformarse y perder firmeza mientras más quinua se les agrega. Según (Aguirre, y otros, 2020), para el análisis reológico

fundamentalmente aplicado a quesos bajos en grasa, se usa la metodología propuesta por Bourne (2012) sugiere que para un queso hilado se aplica la prueba dinámica baja amplitud, teniendo las dimensiones de la muestra en forma de cilindro de dimensiones de 25 mm² a una velocidad de 60 mm/min, la deformación máxima debe ser de 20%, según los datos del autor nos encontramos bajo los parámetros estudiados. (Castro, y otros, 2014) en su estudio “ Reología y textura de quesos bajos en grasa” obtuvo como resultado de la deformación en queso mozzarella de 1 % de deformación.

3.6. Rendimiento

Para determinar el rendimiento del queso mozzarella con diferentes niveles de quinua se elaboraron productos con distintos niveles de quinua, mismos que fueron comparados con un tratamiento testigo es decir sin adición de quinua.

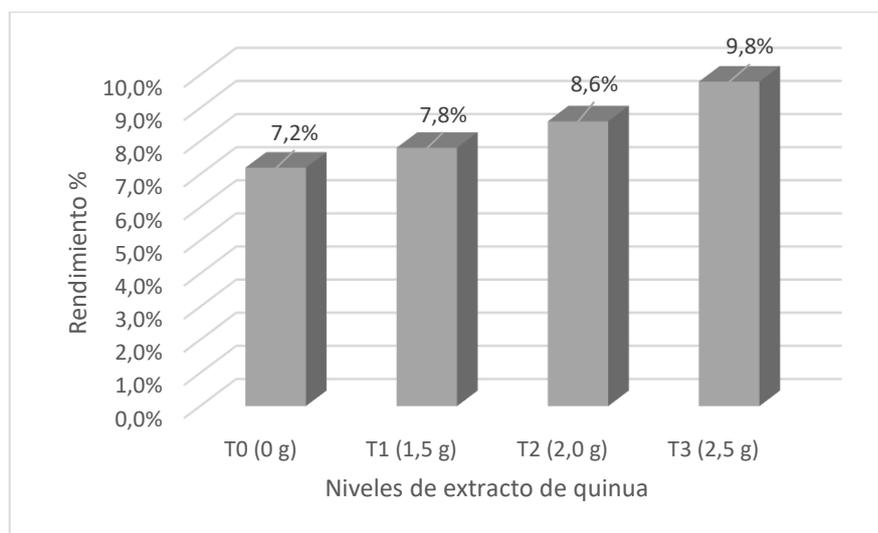


Ilustración 6-3: Rendimiento

Realizado por: Ruiz, Luis, 2023.

Presentaron diferencias altamente significativas al comparar los tratamientos. Los resultados que se obtuvieron son de 7,2 % en el tratamiento T0 sin adición de quinua, 7,8 % para el tratamiento T1, 8,6% para el tratamiento T2 y finalmente 9,8 % para el tratamiento T3. Esto indica claramente que la quinua ayuda a elevar el rendimiento en la elaboración de quesos es decir a mayor cantidad de quinua mayor será el rendimiento. De acuerdo con (Shokry, 2016). Los productos lácteos desarrollados con harinas no convencionales presentan un mayor rendimiento; por ejemplo, con adición de quinua se mostró un 21% más rendimiento. La razón del aumento en el rendimiento puede atribuirse a propiedades como la capacidad de retención de agua, la capacidad y estabilidad de emulsión que se obtiene en la mezcla entre la matriz cárnica y las harinas adicionadas. Según

García et al., (2004) la grasa y la caseína contribuyen casi en la totalidad al rendimiento del queso, la caseína representa el 80 % de la proteína de la leche y está formada por los aminoácidos (α -caseína, β caseína, γ caseína, κ caseína), la pérdida de 1 g de caseína provoca pérdida de queso. El extracto de quinua a pesar de contener proteína no aumenta el rendimiento de los quesos, ya que se conoce que el componente importante en la formación de la cuajada es κ caseína que no forma parte de la quinua, quedando ligado a la cantidad de almidón que posee la quinua siendo un 70% de su estructura y su capacidad de retención de agua (Llumiquina, 2017) . En este caso no se puede comparar esta investigación con esta teoría porque es totalmente opuesta a los resultados obtenidos. (Gutiérrez, 2011) en su trabajo titulado “Efecto de la adición de fibra de avena en un queso tipo panela” indica que el rendimiento aumentó hasta un 50% para el caso del queso con 2 g de fibra/ 100 mL de leche, sin embargo, el lote que tuvo mayor aceptabilidad de parte de los consumidores fue el de 1 g de fibra/100 mL de leche.

3.7. Determinación del costo-beneficio del producto final

Tabla 16-3: Determinación del precio y relación beneficio costo del producto final

	T0	T1	T2	T3
Detalle	0g	1.5g	2 g	2.5 g
MP				
Leche	2,8	2,8	2,8	2,8
Quinua	0	0,55	0,825	1,1
Cuajo	0,045	0,045	0,045	0,045
Sal	0,02	0,02	0,02	0,02
TOTAL	2,865	3,415	3,69	3,965
CIF				
fundas	0,40	0,40	0,40	0,40
TOTAL	0,40	0,40	0,40	0,40
Total, Egresos	3,27	3,82	4,09	4,37
Cantidad gr	467,2	626,9	867,6	979,8
Precio	3,27	3,82	4,09	4,37
Utilidad (30%)	0,98	1,14	1,23	1,31
Ingresos	4,24	4,96	5,32	5,67
Beneficio costo	1,30	1,30	1,30	1,30

Realizado por: Ruiz Díaz Luis Fernando, 2023

Fórmula

$$B/C = VAI / VAC$$

$$B/C = 3,25 / 2,50$$

$$B/C = 1,30$$

EN DONDE:

- B/C: relación costo-beneficio.

- VAI: valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos.
- VAC: valor actual de los costos de inversión o costos totales.

RESULTADOS:

- un B/C mayor que 1 significa que el proyecto es rentable.
- un B/C igual o menor que 1 significa que el proyecto no es rentable

Según el análisis costo-beneficio el proyecto de inversión es rentable ya que la relación costo-beneficio es mayor que la unidad por lo tanto los beneficios serán mayores que los costos de inversión. Para determinar el precio del producto y la relación beneficio costo se tomó en cuenta el dinero invertido en los costos de producción haciendo referencia a la materia prima utilizada y los costos indirectos de fabricación, obteniendo así costos de producción diferentes para cada tratamiento. Para determinar el precio final de cada producto se sumó el costo de producción más la utilidad que es de un 30 % obteniendo los siguientes resultados: T0 por la cantidad de 467,2g un precio de \$ 4,24, Tratamiento 1 por la cantidad de 626,9g un precio de \$ 4,96, Tratamiento 2 por la cantidad de 867,6g un precio de \$ 5,32 y finalmente el tratamiento 3 por la cantidad de 979,8g un precio de \$ 5,67 obteniendo en este el mayor precio debido a al nivel de quinua añadido. De acuerdo con la comparación de otros productos similares como por ejemplo el queso mozzarella Kiosko que cuesta \$ 4,78 por cada 500 g, nuestro producto se asemeja y por ende es un producto competitivo, otro caso es del queso mozzarella Salinerito que también se asemeja a nuestro producto ya que los 500 g cuesta \$ 5,95. Para determinar la relación beneficio costo se tomó en cuenta el costo total de los ingresos sobre el costo total invertido obteniendo un resultado del 1,30 para todos los tratamientos, esto nos indica que el producto es rentable ya que la relación costo-beneficio es mayor que la unidad por lo tanto los beneficios serán mayores que los costos de inversión.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo determinar que el queso mozzarella elaborado con tres niveles de extracto de quinua correspondientes a 1,5, 2 y 2,5 gramos de concentración por cada 100 ml de leche se observaron que no presentaron diferencias significativas en sus propiedades bromatológicas.
- Con relación a las propiedades fisicoquímicas se determinaron % de humedad, % de materia seca, grasa, proteína, pH y acidez en cada uno de los tratamientos elaborados de queso mozzarella, para inocuidad del producto a nivel microbiológico se pudo determinar ausencia total de *salmonella E.coli* y *coliformes* <10 por cada uno de los tratamientos, así mismo para complementar el estudio del producto se determinaron parámetros sensoriales mediante la aplicación de una prueba con escala hedónica, tomando como panelistas a estudiantes de la carrera de agroindustrias (panelistas semi entrenados) alcanzando un nivel de aceptabilidad en el T3 con la adición 2,5g de extracto de quinua por cada 100 ml de leche.
- La capacidad de hilado par el queso mozzarella se hizo uso del elastómero donde se pudo conocer que, si existen diferencias al momento de someter cada una de las probetas analizadas a la tensión del equipo mediante esta prueba se podría decir que el T3 con un nivel de concentración de extracto de quinua correspondiente a 2,5 g es el que mayor porcentaje de elongación con un 61,88% en relación a sus homólogos T0, T1 y T2. Para la prueba de masticabilidad al no existir una forma instrumental precisa para la caracterización de este parámetro se determinó mediante la deformación obtenida del medidor, resistencia a la tensión y la fuerza obtenidos del equipo pudiendo conocer que el T3 alcanzo niveles más altos en estos tres parámetros así: una deformación de medida de 7,23 con un promedio de fuerza igual a 8,25 N y una resistencia a la tensión de 54,06 N/cm².
- El costo producción del queso mozzarella elaborado con extracto de quinua fue de 4,24 \$ para el tratamiento testigo en comparación al T3 que fue de 5,67\$ teniendo un beneficio costo de 1,30 por cada tratamiento producido.
- Con respecto al rendimiento que se obtuvo en cada una de las unidades experimentales se pudo determinar que el T1 presento un rendimiento de 7,8 %, T2 8,6 % y el T3 9,8%,

en comparación al T0 que obtuvimos un 7,2 % de rendimiento los mismos valores fueron obtenidos aplicando la formula respectiva $(Pf/P0) * 100$.

- El tiempo de vida útil del queso mozzarella fue de 30 días según lo corroboran los análisis microbiológicos realizados dentro del tiempo que duro el trabajo experimental se determinó ausencia de *salmonella*, *e.coli* y *coliformes* con un total de <10 UFC/g por unidad experimental analizada.

RECOMENDACIONES

- Caracterizar el extracto de quinua para tener valores más exactos en cuanto a su composición y cantidad de almidones y proteínas presentes.
- Al momento de elaborar un queso mozzarella con la adición de extracto de quinua de 1,5, 2 y 2,5 g por cada 100ml de leche garantiza la correcta emulsión y formación de la masa fermentada del queso, aportando gran parte del contenido nutricional y funcional de la quinua al producto final, mejorando en gran parte las características organolépticas del mismo.
- Para la determinación de parámetros de carácter reológico se debe hacer uso del equipo adecuado, puesto que en la investigación se trabajó con un elastómetro, y determinar humedades durante el tiempo de vida útil del producto.
- Continuar la investigación con el empleo del extracto de quinua para la generación de nuevos productos alimenticios.
- Incentivar al consumo de productos elaborados con quinua, debido a que valor biológico es extremadamente alto y benéfico para la salud de las personas.
- Tomar en cuenta los parámetros de elasticidad y resistencia a la tensión o ruptura para generar parámetros de calidad del hilado en los quesos mozzarella.

BIBLIOGRAFÍA

AGUDELO, J & OTROS. *Efecto de la Adición de dos Tipos de Almidones en las Propiedades Texturales de Queso Análogo.* Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia : Revista Unal, 2013.

AGUIRRE, J & SOCHA, A. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas, reológicas y sensoriales de un queso doble crema con adición parcial de harina de mango (Mangifera indica v a indica var. Tommy atkins) ommy atkins) . [En línea] 2020. [Citado el: 13 de 01 de 2023.] https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1717&context=ing_alimentos.

ALIMENTARIUS, CODEX. NORMA GENERAL PARA EL QUESO. [En línea] 2018. http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B283-1978%252FCXS_283s.pdf.

ARCINIEGA, A. Evaluación de ácido cítrico y láctico en la elaboración de queso mozzarella. [En línea] 12 de 2010. [Citado el: 10 de 01 de 2023.] <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/d7cfbda4-a616-4cca-9075-c9b608168a0e/content>.

BADARACCO, P. Cocina y vino. [En línea] 03 de 11 de 2021. [Citado el: 19 de 08 de 2022.] <https://www.cocinayvino.com/en-la-cocina/especiales/mozzarella-origen-platos/>.

BADUI, S. *Química de los alimentos.* [ed.] Enrique Quintanar. Mexico : PEARSON EDUCACIÓN, 2006. pág. 2016. Vol. Cuarta Edición.

BELLO, J. http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art89/sep_art89.pdf. http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art89/sep_art89.pdf. [En línea] 2004. http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art89/sep_art89.pdf.

BOJANIC, A. *La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial.* Bolivia : Alan Bojanic , 2011.

CASAS, N & OTROS. Usos potenciales de la quinoa (Chenopodium quinoa Willd) en la industria alimentaria. [En línea] 2016. [Citado el: 25 de 12 de 2022.] https://www.researchgate.net/publication/324672750_Usos_potenciales_de_la_quinoa_Chenopodium_quinoa_Willd_en_la_industria_alimentaria.

CASTILLO, J. *Elaboración de queso mozzarella con diferentes porcentajes de grasa en la leche de vaca.* Universidad EARTH, Guácimo-Costa Rica : 2001.

CASTRO, A & OTROS. Scielo. [En línea] 16 de 11 de 2014. [Citado el: 23 de enero de 2023.] <http://www.scielo.org.ar/pdf/recyt/n22/n22a09.pdf>.

DÍAZ, M. *ESTANDARIZACIÓN DE LOS CRITERIOS DE CALIDAD DE LA QUINUA (chenopodium quinoa willd) COMO UN AVANCE PARA FOMENTAR LA CADENA PRODUCTIVA EN CUNDINAMARCA.* UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA ECBTI TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS BOGOTÁ D.C., Bogotá, Colombia : 2018.

ORNUA. *Exclusivasdiper.RG-3.6.2.a.1, Queso Mozzarella en barra : exclusivasdiper, 2015, Vol. 00.*

FAO. La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. [En línea] Julio de 2011. <https://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>.

FAO. Leche y productos lácteos. [En línea] 2021. <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/es/>.

FAO. NORMA DEL CODEX PARA LA MOZZARELLA. [En línea] 2011. <http://www.fao.org/3/i2085s/i2085s.pdf>.

FUENTES, F & PAREDES, X. *Perspectivas Nutracéuticas de la Quinoa: Propiedades Biológicas y aplicaciones funcionales.* Santiago de Chile : CIRAD, 2014.

FUENTES, G. Quinoa: todas las propiedades y beneficios para la salud ¿cuáles son los principales beneficios que aporta la semilla de. 2021. Barcelona-España : ResearchGate, 10 de 2021, ResearchGate.

GAITÁN, M. *Estudio de una línea de elaboración de queso mozzarella con leche de vaca.* Universidad Politécnica de Madrid, Madrid-España : 2019.

GONZÁLEZ, P. *Definiciones de Leche y Queso.* Codex Alimentarius, Chile : 2018.

GUAILLA, M. *Elaboración de queso mozzarella en la corporación de organizaciones campesinas e indígenas de las Huaconas y Culluctus (cocihc), cantón Colta".* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador : 2018.

GUERRERO, C & OTROS. scielo. [En línea] 30 de Junio de 2015. [Citado el: 23 de Enero de 2023.] <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v81n3/a09v81n3.pdf>.

GUTIÉRREZ, A. Bitstream mx. [En línea] 12 de Enero de 2011. [Citado el: 23 de enero de 2023.] <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/9507/26.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

HERNÁNDEZ, J. Revista Cubana de Endocrinología. [En línea] 12 de Abril de 2015. <http://scielo.sld.cu/pdf/end/v26n3/end10315.pdf>.

INEN. *Queso mozzarella requisitos*. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito-Ecuador : 2011.

INEN-3042. *HARINA DE QUINUA. REQUISITOS. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA*, Quito : 2015.

INEN-82. QUESO MOZZARELLA. REQUISITOS. [En línea] 2011. [Citado el: 11 de 01 de 2023.] <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/82-1.pdf>.

JIMÉNEZ, P & OTROS. *Propiedades físico-químicas, estructurales y de calidad en semillas de quinua (Chenopodium quinoa) variedad CICA, con evaluación de la eficiencia de un proceso artesanal de escarificación en seco*. Univercidad Nacional de Salta, Salta-Argentina : Ing. Agr. (MSc) Alejandro M. Rago (IPAVE, CIAP, Córdoba), 2013.

JOSÉ H. *La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus*. 2015. [ed.] José Hernández. 304-312, La Habana-Cuba : Revista Cubana de Endocrinología, 2015, Revista Cubana de Endocrinología, Vol. 26(3).

LACTEOSLATAM. Estudio de la transferencia de NaCl en el queso costeño picado. [En línea] <https://www.lacteoslatam.com/sectores/15-quesos/3519-estudio-de-la-transferencia-de-nacl-en-el-queso-coste%C3%B1o-picado.html>.

LLUMIQUINGA, B. *ESTUDIO DE LA INCORPORACIÓN DE EXTRACTO DE QUINUA (Chenopodium quinoa) EN LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL, Quito, Pichincha, Ecuador : 2017.

LÓPEZ, A. Quinoa. ¿Qué es? ¿Cómo hacerla correctamente? Tipos y nuestras mejores recetas. [En línea] 15 de 01 de 2020. [Citado el: 23 de 03 de 2022.] <https://www.recetasderechupete.com/quinoa-que-es-y-como-hacerla-correctamente/25183/>.

LÓPEZ, I. *PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA ELABORACIÓN DE EXTENSOR DE QUESO Y HELADO, UTILIZANDO COMO BASE EL SUERO DE LECHE*. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, Guatemala : 2019.

LOPEZ, J. Control de calidad de la leche . [En línea] 2015. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6063/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-95.pdf>.

MONTERO, M. *Extensor lacteo de quinua*. Universidad Católica Boliviana, Cochabamba Bolivia, Bolivia : 2020.

MORILLO, A. CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE UNA COLECCIÓN DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd). [En línea] 2017. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612017000200006.

PADRÓN, C & OTROS. Semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow): composición química y procesamiento. Aspectos relacionados con otras áreas. [En línea] 2015. [Citado el: 15 de 01 de 2023.] <http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/rvcta/v5n2/art05.pdf>.

PEREIRA, S. *Elaboracion de leche de quinua*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador : 2011.

PÉREZ, M. *Manual de prácticas de laboratorio tecnología de carnes*. [ed.] Ponce Alquicira. IZTAPALAPA : cbs, 2013. pág. 14.

PÉREZ, T. *Estudio reológico de quesos frescos, semimaduros y maduros con mayor presencia en autoservicios en la ciudad de Cuenca*. Universidad del Azuay, Cuenca, Azuay, Ecuador : 2016.

QUINOA-REAL. Quinoareal. [En línea] 2016. [Citado el: 13 de 11 de 2022.] <https://www.quinoareal.org/post/2016/03/28/principales-par-c3-a1metros-de-control-de-calidad-de-quinoa-real>.

RAMÍREZ, G. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES Y NUTRICIONALES DE LA QUINUA Y EL AMARANTO, PARA MEJORAR EL ESTADO NUTRICIONAL DE LOS PREESCOLARES EN ECUADOR. [En línea] 2018. <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/3983/1/CARACTER%C3%8DSTICAS%20FUNCIONALES%20Y%20NUTRICIONALES%20DE%20LA%20QUINUA%20Y%20EL%20AMARANTO%2C%20PARA%20MEJORAR%20EL%20ESTADO%20NUTRICIONAL.pdf>.

RAMIREZ, J. *Introduccion a la Reologia de los alimentos*. Universidad del Valle, Cali, Colombia : ReCiTeIA, 2006.

RAMÍREZ, J. *PROPIEDADES FUNCIONALES DE LOS QUESOS: Énfasis en quesos de pasta hilada*. UNIVERSIDAD DEL VALLE, Cali, Colombia : 2010.

ROJAS , W. valor nutricional de la quinua . [En línea] 17 de Diciembre de 2016. http://www.scielo.org.bo/pdf/rriarn/v3n2/v3n2_a01.pdf.

ROJAS, W. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. [En línea] 2011. <http://www.fao.org/publications/card/en/c/9c8fef7b-355b-515c-8260-b82588c6946f/>.

RUIZ, G. EVALUACIÓN DE QUESO MOZZARELLA ELABORADO CON LECHE DE TRES ESPECIES ZOOTÉCNICAS. [En línea] 2017. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/7087/1/17T1460.pdf>.

RUIZ, G. *Evaluación de queso mozzarella elaborado con leche de tres especies zootécnicas.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador : 2017.

AHUMADA, A & OTROS. *Scielo.* 438-469, Popayán-Colombia : Fundación Universitaria de Popayán, 2016, Vol. 45(3).

CASTRO, A & OTROS. 58–66, Bogotá : recyt, 2014, Reología y textura de quesos bajos en grasa, vol. 22, pág. 59.

SERRANO, P. *ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA BASADO EN TRES TIPOS DE FERMENTACIÓN: ENZIMÁTICA, ÁCIDA Y ÁCIDA-ENZIMÁTICA.* Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador : 2017.

TORRES, J. Análisis del Perfil de Textura en Frutas, Productos Cárnicos y Quesos. [En línea] 2014.

https://www.researchgate.net/publication/283352303_Analisis_del_Perfil_de_Textura_en_Fruta_s_Productos_Carnicos_y_Quesos#pf4.

TURNER, N. Lactosa, azúcar natural de la leche. [En línea] 10 de 05 de 2017. [Citado el: 11 de 01 de 2023.] https://www.muyfitness.com/leche-queso-yogur-info_11625/.

UNLP. *Introducción a la elaboración de quesos.* Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires-Argentina : 2020.

URBINA, Y. *Aumento de vida de anaquel del queso panela en la empresa Lácteos del Potrero S. de R.L. MI.* Instituto Tecnológico Nacional de Mexico, Tuxtla-Mexico : 2018.

VEAS, E & CORTÉS, H. *Manual del cultivo de la Quinoa.* Coquimbo-Chile : CEAZA, 2015. 56 51 2204378.

ZAMBRANO, P & OTROS. *Análisis bibliográfico sobre el potencial nutricional de la quinua (chenopodium quinoa) como alimento.* 2019. 4, Santa Clara : Epub, 01 de 12 de 2019, SciELO, Vol. 46, págs. 4,5,6. 2223-4861.


D.S.R.A.I.
Ing. Cristóbal Castillo



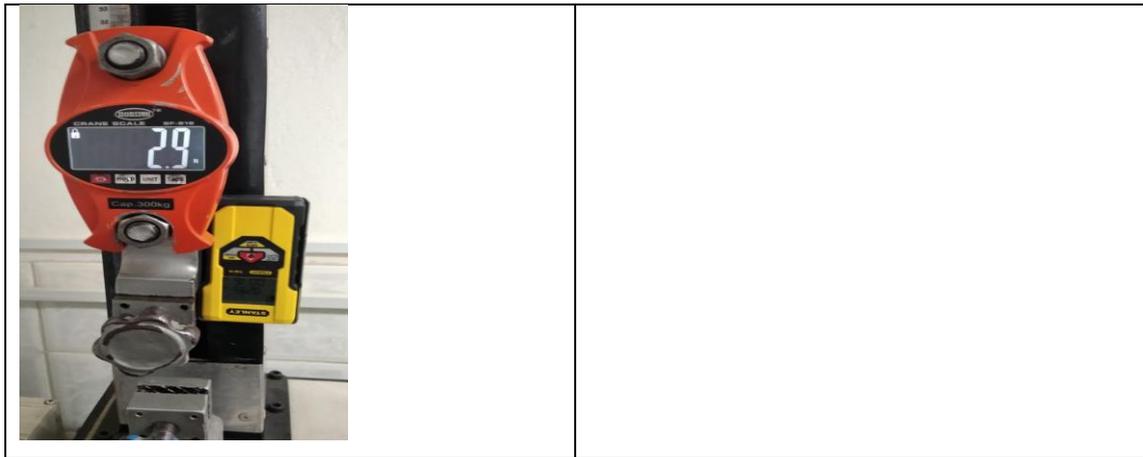
ANEXOS

ANEXO A: PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO MOZZARELLA CON LA APLICACIÓN DE 3 NIVELES DE QUINOA COMO EXTENSOR.



ANEXO B: PROCESO DE ELABORACIÓN DE ANÁLISIS QUÍMICOS, BROMATOLÓGICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL QUESO.





Tablas de resultados

Tratamientos	% M.S	%Humedad	% Grasa	%PB	ELN
T0	52,50	47,50	30,0	19,00	3,50
T0	52,00	47,50	30,0	19,00	3,50
T0	52,30	47,70	30,0	18,92	3,38
T0	41,00	48,70	30,0	19,00	2,30
T1	52,10	47,90	30,0	20,00	2,10
T1	52,10	47,90	30,0	19,89	2,21
T1	52,00	48,00	30,0	19,90	2,10
T1	52,00	48,00	30,0	19,94	2,06
T2	52,00	48,00	29,0	20,10	2,90
T2	51,50	48,50	30,0	19,10	2,40
T2	52,00	48,00	29,0	20,40	2,60
T2	52,00	48,50	30,0	19,00	2,50
T3	52,00	48,00	30,0	19,70	2,30
T3	51,00	49,00	28,0	21,00	2,00
T3	52,00	48,00	28,7	21,00	2,30
T3	51,00	49,00	30,0	18,10	2,90

Niveles de quinua	Repeticiones	PH	D°
0%	1	5,1	20
0%	2	5,4	21
0%	3	5,2	20
0%	4	5,3	20
1,5%	1	5,3	20
1,5%	2	5,2	22
1,5%	3	5,2	20
1,5%	4	5,2	20

2%	1	5,0	20
2%	2	5,5	21
2%	3	5,3	20
2%	4	5,4	20
2,5%	1	4,9	22
2,5%	2	5,6	22
2,5%	3	5,3	21
2,5%	4	5,4	22

Tratamientos	Niveles de Quinoa	Repeticiones	Resistencia a la tensión	Porcentaje de elongación
T0	0g	1	24,50	25,00
		2	13,18	35,00
		3	20,00	30,00
		4	10,00	20,00
T1	1,5 g	5	46,67	25,00
		6	26,67	35,00
		7	46,67	37,50
		8	31,25	37,50
T2	2 g	1	35,00	35,00
		2	22,73	35,00
		3	25,00	50,00
		4	24,50	47,50
T3	2,5 g	5	46,67	52,50
		6	66,67	67,50
		7	46,67	65,00
		8	56,25	62,50

INFOSTAT

Análisis de la varianza

% M.S

Variable N R² R² Aj CV
 % M.S 16 0,15 0,00 5,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17,32	3	5,77	0,72	0,5603
Tratamientos	17,32	3	5,77	0,72	0,5603
Error	96,53	12	8,04		
Total	113,84	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,95409

Error: 8,0440 gl: 12

Tratamientos Medias n E.E.

T1 52,05 4 1,42 A

T2 51,88 4 1,42 A

T3 51,50 4 1,42 A

T0 49,45 4 1,42 A

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

% Humedad

Variable N R² R² Aj CV

% Humedad 16 0,32 0,15 0,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo 1,05 3 0,35 1,86 0,1898

Tratamientos 1,05 3 0,35 1,86 0,1898

Error 2,25 12 0,19

Total 3,30 15

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,90904

Error: 0,1875 gl: 12

Tratamientos Medias n E.E.

T3 48,50 4 0,22 A

T2 48,25 4 0,22 A

T1 47,95 4 0,22 A

T0 47,85 4 0,22 A

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

% Grasa

Variable N R² R² Aj CV

% Grasa 16 0,33 0,16 1,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo 1,97 3 0,66 1,98 0,1704

Tratamientos 1,97 3 0,66 1,98 0,1704

Error 3,97 12 0,33

Total 5,93 15

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,20711

Error: 0,3306 gl: 12

Tratamientos Medias n E.E.

T1 30,00 4 0,29 A

T0	30,00	4	0,29	A
T2	29,50	4	0,29	A
T3	29,18	4	0,29	A

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

%PB

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%PB	16	0,26	0,07	3,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,47	3	0,82	1,37	0,2984
Tratamientos	2,47	3	0,82	1,37	0,2984
Error	7,19	12	0,60		
Total	9,66	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,62526

Error: 0,5994 gl: 12

Tratamientos Medias n E.E.

T3	19,95	4	0,39	A
T1	19,93	4	0,39	A
T2	19,65	4	0,39	A
T0	18,98	4	0,39	A

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

ELN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ELN	16	0,60	0,50	14,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,41	3	0,80	6,04	0,0095
Tratamientos	2,41	3	0,80	6,04	0,0095
Error	1,60	12	0,13		
Total	4,01	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,76627

Error: 0,1332 gl: 12

Tratamientos Medias n E.E.

T0	3,17	4	0,18	A
T2	2,60	4	0,18	A B
T3	2,38	4	0,18	B
T1	2,12	4	0,18	B

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

Análisis de varianza de pH del queso mozzarella

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	3	0,01	0,15	0,9293
NIVELES DE QUINUA	0,02	3	0,01	0,15	0,9293
Error	0,46	12	0,04		
Total	0,47	15			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 0,40991

Error: 0,0381 gl: 12

NIVELES DE QUINUA		Medias	n	E.E.	
2,0	5,30	4	0,10	A	
2,5	5,30	4	0,10	A	
1,5	5,25	4	0,10	A	
0,0	5,23	4	0,10	A	

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

Análisis de varianza de acidez

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,19	3	2,06	4,71	0,0213
NIVELES DE QUINUA	6,19	3	2,06	4,71	0,0213
Error	5,25	12	0,44		
Total	11,44	15			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 1,38858

Error: 0,4375 gl: 12

NIVELES DE QUINUA		Medias	n	E.E.	
2,5	21,75	4	0,33	A	
1,5	20,50	4	0,33	A B	
2,0	20,25	4	0,33	B	
0,0	20,25	4	0,33	B	

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

Análisis de varianza de Resistencia a la tensión

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3042,31	3	1014,10	14,87	0,0002
NIVELES DE QUINUA	3042,31	3	1014,10	14,87	0,0002
Error	818,32	12	68,19		
Total	3860,63	15			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 17,33607

Error: 68,1930 gl: 12

NIVELES DE QUINUA	Medias	n	E.E.		
2,5	54,07	4	4,13	A	
1,5	37,82	4	4,13	A	B
2,0	26,81	4	4,13		B C
0,0	16,92	4	4,13		C

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

Análisis de varianza de Porcentaje de elongación

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo NIVELES DE QUINUA	2684,38	3	894,79	19,41	0,0001
Error	553,13	12	46,09		
Total	3237,50	15			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 14,25285

Error: 46,0938 gl: 12

NIVELES DE QUINUA	Medias	n	E.E.		
2,5	61,88	4	3,39	A	
2,0	41,88	4	3,39		B
1,5	33,75	4	3,39		B C
0,0	27,50	4	3,39		C

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

Análisis de varianza de Fuerza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo NIVELES DE QUINUA	46,46	3	15,49	8,68	0,0025
Error	21,42	12	1,78		
Total	67,87	15			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 2,80462

Error: 1,7848 gl: 12

NIVELES DE QUINUA		Medias	n	E.E.	
2,5		8,25	4	0,67	A
1,5		5,75	4	0,67	A B
2,0		5,48	4	0,67	A B
0,0		3,45	4	0,67	B

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

Análisis de varianza de Deformación de el medidor

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	37,16	3	12,39	3,11	0,0669
NIVELES DE QUINUA	37,16	3	12,39	3,11	0,0669
Error	47,82	12	3,98		
Total	84,97	15			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 4,19067

Error: 3,9848 gl: 12

NIVELES DE QUINUA		Medias	n	E.E.	
2,5		7,23	4	1,00	A
2,0		5,50	4	1,00	A B
1,5		5,00	4	1,00	A B
0,0		2,95	4	1,00	B

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



esPOCH

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 14 / 03 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Luis Fernando Ruíz Díaz
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Ingeniería en Industrias Pecuarias
Título a optar: Ingeniero en Industrias Pecuarias
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

D. F. Castillo
Ing. Cristhian Fernando Castillo



0424-DBRA-UTP-2023