

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE QUÍMICA INDUSTRIAL**



**DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO  
LÁCTEO PROBIÓTICO FERMENTADO FORTIFICADO  
CON QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*) PARA ALIMENTO  
COMPLEMENTARIO ESCOLAR EN EL MUNICIPIO DE  
PAPEL PAMPA**

**Proyecto de grado para obtener el Título de Licenciatura**

**POR: CINTHIA ALINA PAREDES LUNA**

**TUTOR: ING. RAFAEL ÁLVARO GARCÍA PADILLA AGUILAR**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2021**

## DEDICATORIA

*A mi familia, por su inmenso amor y comprensión,  
que estuvieron para mí en todo momento apoyándome,  
guiándome y alentándome a seguir adelante.  
Son mi fortaleza y ejemplo de superación.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por guiarme en todo el camino para poder cumplir una meta más.

A mi familia por su amor y constante apoyo incondicional en la realización de este proyecto.

A la Universidad Mayor de San Andrés, a la Carrera de Química Industrial y a los Docentes por contribuir en mi formación profesional.

Al Ing. Rafael García Padilla por compartir sus conocimientos, confianza, comprensión y ser guía como docente y tutor en la realización de este Proyecto de Grado.

Al Ing. Sergio Murillo Blondel, Profesional Industrial para el Proyecto Apoyo Integral a la Producción Lechera del Departamento de la Paz, por haberme brindado su apoyo y colaboración.

A los miembros del tribunal revisor: Ing. Luis Chávez; Ing. Boris Párraga, por sus recomendaciones para mejorar y lograr concluir este proyecto.

## Índice

CAPÍTULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Introducción .....	1
1.2. Antecedentes .....	2
1.2.1. Municipio de Papel Pampa .....	2
1.2.2. Educación.....	3
1.2.3. Planta de Derivados Lácteos de Papel Pampa .....	6
1.2.3.1. Productos elaborados .....	7
1.2.4. Productos lácteos probióticos fermentados.....	8
1.2.5. Situación de la producción de productos lácteos probióticos fermentados a nivel nacional e internacional .....	9
1.2.6. Antecedentes del proyecto .....	10
1.3. Justificación de proyecto .....	10
1.3.1. Justificación académica .....	10
1.3.2. Justificación tecnológica.....	11
1.3.3. Justificación social.....	11
1.4. Planteamiento del problema.....	11
1.4.1. Descripción del problema .....	11
1.4.2. Formulación del problema.....	14
1.5. Objetivos.....	14
1.5.1. Objetivo general.....	14
1.5.2. Objetivos específicos .....	14
1.6. Alcance .....	14
1.7. Límites .....	15

CAPÍTULO II.....	16
MARCO TEÓRICO .....	16
2.1. Alimentos funcionales .....	16
2.1.1. Propiedades de los alimentos funcionales .....	19
2.1.1.1. Crecimiento y desarrollo.....	19
2.1.1.2. Metabolismo de sustancias .....	20
2.1.1.3. Defensa contra el estrés oxidativo .....	20
2.1.1.4. Sistema circulatorio .....	20
2.1.1.5. Función del tracto gastrointestinal.....	20
2.1.1.6. Funciones psicológicas y conductuales .....	21
2.1.1.7. Funciones contra el cáncer.....	21
2.2. Alimentos fortificados .....	22
2.3. Generalidades del yogurt y los probióticos.....	23
2.3.1. Generalidades del yogurt .....	23
2.3.1.1. Definición de yogurt.....	23
2.3.1.2. Composición nutricional.....	23
2.3.1.2.1. Proteínas.....	24
2.3.1.2.2. Grasa .....	24
2.3.1.2.3. Carbohidratos.....	25
2.3.1.2.4. Vitaminas .....	25
2.3.1.2.5. Minerales .....	26
2.3.1.3. Bacterias en el yogur - bacterias ácido lácticas .....	26
2.3.1.3.1. Streptococcus thermophilus.....	26
2.3.1.3.2. Lactobacillus bulgaricus .....	26
2.3.2. Generalidades de los probióticos .....	27

2.3.2.1. Definición de alimentos probióticos .....	27
2.3.2.2. Bacterias probióticas .....	28
2.3.2.2.1. Género lactobacillus .....	29
2.3.2.2.2. Género bifidobacterium .....	30
2.3.2.3. Requisitos de los cultivos probióticos .....	31
2.3.2.4. Producto lácteo probiótico fermentado .....	32
2.3.2.5. Composición nutricional de un producto lácteo probiótico fermentado .....	32
2.3.2.6. Beneficios de la ingestión de probióticos .....	32
2.3.3. Comparación yogurt normal y producto lácteo probiótico fermentado (yogur probiótico).....	34
2.3.3.1. Yogur normal .....	34
2.3.3.2. Producto lácteo probiótico fermentado (yogur probiótico) .....	34
2.4. La quinua .....	35
2.4.1. Origen .....	36
2.4.2. Composición nutricional de la quinua .....	36
2.4.2.1. Proteínas y aminoácidos .....	37
2.4.2.2. Vitaminas .....	38
2.4.2.3. Grasa .....	38
2.4.2.4. Minerales .....	38
2.4.2.5. Carbohidratos y fibra dietética.....	39
2.4.3. Proceso de postcosecha, transformación y agroindustria de la quinua .....	39
2.4.4. Usos alimentarios.....	40
2.4.5. Subproductos de la quinua.....	41
2.4.6. Beneficios de la quinua.....	42
2.5. Alimentación complementaria escolar.....	43

2.5.1. ¿Qué es la ración alimentaria escolar?.....	43
2.5.2. Calidad de la alimentación complementaria escolar.....	44
2.5.3. La evaluación sensorial o de aceptabilidad.....	45
2.5.4. Como aplicar la prueba de aceptabilidad.....	46
2.5.5. Modalidades de atención del servicio de la ACE .....	47
2.5.5.1. Servicio de alimentos procesados e industrializados .....	47
2.5.6. Contrataciones de proveedores locales de alimentos para la ACE .....	48
CAPÍTULO III .....	51
METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	51
3.1. Definición del producto .....	51
3.2. Materia prima.....	51
3.2.1. Leche natural.....	51
3.2.2. Quinoa.....	51
3.2.3. Azúcar .....	52
3.3. Aditivos.....	52
3.3.1. Citrato de sodio.....	52
3.3.2. Esencia y colorante .....	52
3.3.3. Cultivo .....	53
3.4. Selección de la tecnología.....	53
3.4.1. Tanque de recepción de leche .....	54
3.4.2. Centrifugador .....	54
3.4.3. Homogenizador.....	54
3.4.4. Pasteurizador.....	55
3.4.5. Tanque de maduración.....	55
3.4.6. Ensachadora (Envasadora vertical).....	57

3.4.7. Cámaras de refrigeración .....	57
3.4.8. Complementarias .....	58
3.4.8.1. Bombas .....	58
3.4.8.1.1. Bomba para leche.....	58
3.4.8.1.2. Bomba para productos lácteos .....	58
3.4.8.2. Desaireador .....	59
3.4.8.3. Filtro.....	59
3.4.8.4. Caudalímetro.....	59
3.5. Ubicación experimental .....	60
3.6. Formulaciones.....	60
3.6.1. Adición de la quinua al producto final.....	61
3.7. Diseño del producto .....	62
3.8. Descripción del proceso .....	63
3.8.1. Control de calidad de la materia prima .....	63
3.8.2. Recepción de la materia prima.....	64
3.8.3. Filtración de la leche.....	66
3.8.4. Pesado, dosificación y estandarización.....	66
3.8.5. Mezcla de sólidos.....	66
3.8.6. Pasteurización .....	66
3.8.7. Enfriamiento .....	68
3.8.8. Inoculación.....	68
3.8.8.1. Preparación del cultivo láctico.....	68
3.8.9. Incubación.....	69
3.8.10. Refrigeración .....	69
3.8.11. Batido.....	69

3.8.11.1. Adición de esencias y colorantes .....	69
3.8.11.2. Adición de la quinua .....	69
3.8.11.2.1. Preparación de la quinua .....	70
3.8.12. Envasado .....	70
3.8.13. Almacenamiento .....	70
3.9. Diagrama de flujo de la elaboración del producto .....	71
3.10. Layout de la planta .....	72
3.10.1. Layout Área Yogurt .....	73
3.11. Requerimiento de materia prima y aditivos .....	74
3.12. Requerimiento de equipos y materiales .....	75
3.12.1. Nivel laboratorio .....	75
3.12.2. Nivel industrial .....	75
3.13. Balance de materia total .....	81
3.13.1. Balance de sólidos totales .....	83
3.13.2. Balance de materia grasa .....	84
3.14. Balance de energía .....	85
3.15. Determinación de los análisis físico-químicos de la materia prima.....	86
3.15.1. Análisis de la leche .....	87
3.15.1.1. Determinación de la acidez titulable.....	87
3.15.1.2. Determinación de los sólidos totales .....	88
3.15.1.3. Determinación de la densidad.....	89
3.15.1.4. Determinación de la prueba del alcohol .....	90
3.15.1.5. Determinación de la prueba del hervor.....	91
3.15.2. Análisis de la quinua.....	92
3.15.2.1. Determinación de saponina en la quinua .....	92

3.15.2.2.	Determinación de acidez de la quinua .....	93
3.15.2.3.	Determinación de sólidos totales de la quinua.....	94
3.15.2.4.	Determinación de cenizas de la quinua.....	96
3.15.2.5.	Determinación del Factor de cocción de la quinua.....	97
3.16.	Determinación de los parámetros de acidificación durante la incubación ...	98
3.16.1.	Determinación de la acidez titulable.....	98
3.17.	Determinación de los análisis fisicoquímicos, bromatológicos y microbiológicos del producto .....	99
3.17.1.	Análisis físicoquímico .....	99
3.17.1.1.	Determinación de la acidez titulable.....	99
3.17.1.2.	Determinación de los sólidos totales .....	100
3.17.1.3.	Determinación de cenizas .....	101
3.17.1.4.	Determinación de la densidad.....	102
3.17.2.	Análisis microbiológico.....	103
3.17.3.	Análisis bromatológicos .....	103
3.18.	Estimación de la vida útil del producto.....	104
3.18.1.	Mediante la determinación de la acidez.....	104
3.18.2.	Mediante atributos sensoriales.....	105
3.19.	Resultados .....	105
3.19.1.	Fórmula final para la elaboración del Producto lácteo .....	105
3.19.2.	Diseño del producto .....	106
3.19.3.	Determinación de los análisis físico-químicos de la materia prima .....	109
3.19.3.1.	Análisis de la leche .....	109
3.19.3.2.	Análisis de la quinua.....	109
3.19.4.	Determinación de los parámetros de acidificación durante la incubación.. ..	110

3.19.5. Determinación de los análisis físicoquímicos, bromatológicos y microbiológicos del producto .....	111
3.19.5.1. Análisis físicoquímicos y bromatológicos .....	111
3.19.5.2. Análisis microbiológico .....	112
3.19.6. Estimación de la vida útil del producto .....	112
3.20. Análisis sensorial.....	114
3.20.1. Prueba para la aceptación del producto .....	114
3.20.2. Estadística de la evaluación físico organoléptica para el producto.....	116
3.21. Etiquetado del producto .....	119
CAPÍTULO IV .....	122
EVALUACIÓN DEL PROYECTO .....	122
4.1. Análisis de costos del producto .....	122
4.2. Social .....	124
CAPÍTULO V .....	125
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	125
5.1. Conclusiones.....	125
5.2. Recomendaciones .....	126
CAPÍTULO VIII .....	127
BIBLIOGRAFÍA .....	127

## Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Unidades educativas de educación regular, gestiones 2001, 2012, 2015 y 2020.</i>	3
Tabla 2 <i>Matrícula en la educación regular, por nivel y sexo, gestiones 2001, 2012, 2015 y 2020.</i>	4
Tabla 3 <i>Ejecución presupuestaria Alimentación Complementaria Escolar, gestiones 2011 - 2015.</i>	4
Tabla 4 <i>Modificaciones hechas a los alimentos para convertirlos en alimentos funcionales.</i>	18
Tabla 5 <i>Efectos beneficiosos de probióticos con documentación en ensayos clínicos.</i>	33
Tabla 6 <i>Comparación del valor nutricional de la quinua con otros cereales.</i>	37
Tabla 7 <i>Características del cultivo ABY - 1</i>	53
Tabla 8 <i>Fórmula 1 - Quinua cocida</i>	60
Tabla 9 <i>Fórmula 2 - Leche de quinua</i>	61
Tabla 10 <i>Fórmula 3 - Quinua insuflada</i>	61
Tabla 11 <i>Fórmulas finales con quinua preparada</i>	62
Tabla 12 <i>Características organolépticas de la leche</i>	63
Tabla 13 <i>Requisitos fisicoquímicos de la leche</i>	63
Tabla 14 <i>Requisitos de la quinua</i>	64
Tabla 15 <i>Materia prima e insumos</i>	74
Tabla 16 <i>Equipos y materiales</i>	75
Tabla 17 <i>Equipos y materiales Sala de recepción y tratamientos previos de la leche.</i>	76
Tabla 18 <i>Equipos y materiales Área yogurt</i>	78
Tabla 19 <i>Equipos complementarios</i>	79
Tabla 20 <i>Materiales complementarios</i>	81
Tabla 21 <i>Balance de materia total</i>	81
Tabla 22 <i>Análisis microbiológicos del producto final</i>	103
Tabla 23 <i>Análisis nutricional y valor energético del producto final.</i>	104
Tabla 24 <i>Fórmula 1 Quinua cocida</i>	105
Tabla 25 <i>Valores de componentes y respuestas</i>	106

Tabla 26 <i>Orden de ensayo y resultados de composición de la mezcla</i> .....	107
Tabla 27 <i>Análisis de Varianza de la mezcla – Proteínas</i> .....	107
Tabla 28 <i>Análisis de Varianza de la mezcla – Grasas</i> .....	108
Tabla 29 <i>Resultado óptimo de la mezcla</i> .....	109
Tabla 30 <i>Resultados de los análisis fisicoquímicos de la leche</i> .....	109
Tabla 31 <i>Resultados de los análisis fisicoquímicos de la quinua</i> .....	110
Tabla 32 <i>Cambios de acidez durante el tiempo de incubación</i> .....	110
Tabla 33 <i>Análisis fisicoquímico y bromatológico del producto</i> .....	111
Tabla 34 <i>Análisis fisicoquímico del producto</i> .....	112
Tabla 35 <i>Análisis microbiológico del producto</i> .....	112
Tabla 36 <i>Vida útil mediante atributos sensoriales</i> .....	113
Tabla 37 <i>Información de la etiqueta</i> .....	120
Tabla 38 <i>Presupuesto requerido para la materia prima e insumos</i> .....	122
Tabla 39 <i>Presupuesto requerido para los materiales de envasado</i> .....	122
Tabla 40 <i>Costo por mano de obra</i> .....	123
Tabla 41 <i>Costo por servicios básicos</i> .....	123
Tabla 42 <i>Costo implementos para operarios</i> .....	123
Tabla 43 <i>Costo del producto unitario</i> .....	123

## Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Estudiantes matriculados según nivel de estudio. ....	5
<i>Figura 2.</i> Estudiantes matriculados según sexo. ....	5
<i>Figura 3.</i> Estudiantes matriculados según dependencia.....	6
<i>Figura 4.</i> Árbol de problemas .....	12
<i>Figura 5.</i> Árbol de objetivos .....	13
<i>Figura 6.</i> Tanque batch .....	57
<i>Figura 7.</i> Diagrama de flujo de la elaboración del producto.....	71
<i>Figura 8.</i> Layout de la Planta de derivados lácteos de Papel Pampa .....	72
<i>Figura 9.</i> Layout del área de yogurt - Planta de derivados lácteos de Papel Pampa.....	73
<i>Figura 10.</i> Balance de materia .....	82
<i>Figura 11.</i> Balance de Sólidos totales .....	83
<i>Figura 12.</i> Balance de materia grasa .....	84
<i>Figura 13.</i> Balance de energía.....	85
<i>Figura 14.</i> Determinación de la acidez titulable de la leche .....	87
<i>Figura 15.</i> Determinación de los sólidos totales .....	88
<i>Figura 16.</i> Determinación de la densidad de la leche .....	90
<i>Figura 17.</i> Prueba del alcohol de la leche .....	91
<i>Figura 18.</i> Prueba del hervor de la leche.....	91
<i>Figura 19.</i> Determinación de la saponina de la quinua.....	92
<i>Figura 20.</i> Determinación de la acidez de la quinua.....	94
<i>Figura 21.</i> Determinación de los sólidos totales de la quinua .....	95
<i>Figura 22.</i> Determinación de las cenizas de la quinua.....	97
<i>Figura 23.</i> Determinación de la acidez titulable del producto .....	99
<i>Figura 24.</i> Determinación de los sólidos totales del producto .....	100
<i>Figura 25.</i> Determinación de las cenizas del producto .....	102
<i>Figura 26.</i> Determinación de la densidad del producto .....	103
<i>Figura 27.</i> Curva de acidez titulable durante la incubación.....	111
<i>Figura 28.</i> Vida útil mediante determinación de la acidez.....	113
<i>Figura 29.</i> Cuestionario para el análisis sensorial del producto .....	115

<i>Figura 30.</i> Parámetro sensorial – Sabor .....	116
<i>Figura 31.</i> Parámetro sensorial – Olor .....	116
<i>Figura 32.</i> Parámetro sensorial – Color .....	117
<i>Figura 33.</i> Parámetro sensorial – Textura .....	117
<i>Figura 34.</i> Parámetro sensorial – Dulzor .....	118
<i>Figura 35.</i> Parámetro sensorial – Perceptibilidad de la quinua.....	118
<i>Figura 36.</i> Parámetros sensoriales – Aceptabilidad .....	119
<i>Figura 37.</i> Etiqueta del producto.....	121

## RESUMEN

El presente proyecto se desarrolló con el objetivo de crear un nuevo producto orientado a la Alimentación Complementaria Escolar (ACE) del Municipio de Papel Pampa del departamento de La Paz, que sea innovador y a la misma vez que brinde beneficios a la salud. Por tal motivo se propuso la elaboración de este producto lácteo probiótico fermentado fortificado con quinua.

Los probióticos son microorganismos vivos que tienen la característica de alojarse en el tracto gastrointestinal, por lo tanto, al ser ingeridos generan múltiples beneficios en la salud del consumidor, por otro lado, la quinua cuenta con innumerables cualidades superiores a la de otros cereales, una de sus características más importantes es la calidad de sus proteínas que contiene aminoácidos que son esenciales para la vida.

La propuesta expuesta está elaborada exclusivamente para ser ejecutada por la Planta de Derivados Lácteos del Municipio de Papel Pampa “Paleche” dirigido a la ACE, con el fin de impulsar al crecimiento de la empresa.

La elaboración del producto se llevó a cabo en la Facultad de Tecnología de la Universidad Mayor de San Andrés. Se elaboraron tres propuestas iniciales con diferentes formas de adición de quinua (quinua cocida, leche de quinua y quinua insuflada) al producto lácteo probiótico fermentado. Obtenidos los productos se procedió a conformar el panel sensorial, el cual se ejecutó en dos colegios de la ciudad de La Paz con estudiantes de primaria y secundaria. Los resultados de este procedimiento indicaron que el producto con quinua cocida obtuvo un porcentaje de aceptabilidad 89.07 %, siendo este valor mayor al de los demás y superando el nivel de preferencia de 85 % requeridos por la entidad de la ACE, el cual nos indica que el producto es aceptado. La prueba de aceptabilidad es el aspecto que más pesa al momento de elegir un alimento, debido a que, si los beneficiarios de este derecho no lo consumen, los esfuerzos habrán sido en vano.

Al producto elegido se le realizaron análisis fisicoquímicos, bromatológicos, microbiológicos y recuento de bacterias viables, para garantizar la calidad del mismo. También parte importante del proyecto fue el diseño del producto que se realizó en el Software Design Expert 11 y la descripción del proceso a nivel industrial, tomando en cuenta la disponibilidad de recursos de la empresa y del municipio.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Introducción

Actualmente hay que considerar que la industria alimentaria se encuentra en constante evolución, debido a los avances de la ciencia y tecnología. Cada año se incrementa la elaboración de una amplia gama de productos funcionales a nivel mundial.

Los llamados alimentos funcionales son aquellos que, además de aportar los nutrientes recomendados, ejercen efectos beneficiosos sobre una o más funciones del organismo, fomentando la salud y reduciendo el riesgo de contraer enfermedades. Los alimentos funcionales más relevantes son los probióticos, microorganismos vivos representados fundamentalmente por los derivados lácteos fermentados.

El gran aumento de popularidad de las leches fermentadas, se debió en un principio al interés que despertaron sus supuestas propiedades de prolongar la vida, pero este mercado no se sostuvo durante mucho tiempo. Sin embargo, el desarrollo en los años 50 de los yogures con frutas y aromatizados, hicieron que este producto cobrara importancia en la industria láctea de Europa occidental, E.E.U.U. y otros mercados considerados como no tradicionales. Desde entonces, los tipos de yogures y de alimentos basados en el yogur, han seguido aumentando y hay un creciente interés por los yogures y otras leches fermentadas como productos beneficiosos para la salud.

Hasta hace relativamente poco tiempo, la producción de estos productos estaba concentrada en determinadas regiones del país. Siendo una de las razones la falta de equipamiento para las zonas más alejadas, también debido al escaso conocimiento sobre estos temas. Afortunadamente esta situación está cambiando y más personas pueden acceder estos.

Según varias fuentes de investigación el amplio espectro de flavonoides y ácidos fenólicos colocan a la quinua como un potencial alimento funcional, al proporcionar beneficios médicos para la salud. La quinua posee un excepcional balance de proteínas, grasas, aceite y almidón, un alto grado aminoácidos, importante para el desarrollo del cerebro y para el desarrollo humano durante la infancia, igualmente es muy rico en vitaminas y minerales.

El país cuenta con un porcentaje considerable de habitantes que no se encuentran debidamente alimentados, en especial los que viven en área rural, en estas zonas del país la

alimentación gira en la mayor parte al consumo de carbohidratos, esto incluye al desayuno escolar, presentando así casos de desnutrición por la falta de alimentos funcionales.

Teniendo conocimiento de estos alimentos con innumerables características positivas para la salud como es un producto lácteo probiótico fermentado, más conocido como yogur probiótico, y la quinua, se puede comenzar a impartir en lugares alejados del país utilizando los recursos del mismo.

En el presente proyecto se pretende implementar el diseño y la elaboración de un producto lácteo probiótico fermentado fortificado con quinua, destinado a la Alimentación Complementaria Escolar, en la planta municipal de derivados lácteos de Papel Pampa “Paleche” del departamento de La Paz.

Esta planta de derivados lácteos está prácticamente en sus inicios en la producción de alimentos a nivel industrial. Una variable a considerar es que se quiere hacer uso de los recursos de este mismo municipio, como es el caso de la quinua y la leche como materia prima.

Con la adecuada utilización de los recursos en la elaboración de este producto propuesto, ayudará a obtener un alimento de alto valor nutritivo para los niños y adolescentes en etapa estudiantil, ya que es una gran fuente de nutrición para ellos, logrando mejorar el desarrollo intelectual y físico de los mismos.

## **1.2. Antecedentes**

### **1.2.1. Municipio de Papel Pampa**

El municipio de Papel Pampa, que concentra al 2.26% de la población total de la provincia Gualberto Villarroel del departamento de La Paz, tiene como actividades la agricultura y la ganadería que son su base económica, cuentan con cultivos limitados a pequeñas parcelas cuyo rendimiento y rentabilidad es baja. Entre los productos cultivados se puede destacar a la quinua, cebada, haba, oca y papa. (Educa, s.f.).

De las cuales se puede aprovechar la quinua para la producción del producto lácteo probiótico fermentado, que además de proporcionarle una característica llamativa, también contribuirá de manera nutricional.

También se han introducido especies de ganado bovino que están dando buenos resultados, principalmente en lo referido a la producción lechera. (Educa, s.f.).

### 1.2.2. Educación

En los últimos años la cantidad de estudiantes del municipio de Papel Pampa ha variado al igual que en todo el país, podemos observar los datos de la cantidad de unidades educativas (Tabla 1), número de estudiantes en los niveles inicial, primario y de secundaria (Tabla 2) y ejecución presupuestaria para la Alimentación Complementaria Escolar (Tabla 3). En la Figura 1 se refleja la cantidad de estudiantes matriculados según el nivel de estudio, en la Figura 2, los estudiantes matriculados según sexo y para finalizar en la Figura 3, los estudiantes matriculados según dependencia.

**Tabla 1**

*Unidades educativas de educación regular, gestiones 2001, 2012, 2015 y 2020.*

Gestión	Número de unidades educativas
2001	31
2012	30
2015	30
2020	29

Fuente: Ministerio de Educación – Sistema de Información Educativa (SIE).  
Instituto Nacional de Estadística

**Tabla 2***Matrícula en la educación regular, por nivel y sexo, gestiones 2001, 2012, 2015 y 2020.*

		Número de alumnos			
Gestión		2001	2012	2015	2020
Total	Total	1799	1100	1115	926
	Mujer	863	552	528	459
	Hombre	936	548	587	467
Inicial	Total	100	159	194	135
	Mujer	55	84	71	-
	Hombre	45	75	123	-
Primaria	Total	1345	514	472	392
	Mujer	660	260	236	-
	Hombre	685	254	236	-
Secundaria	Total	354	427	449	399
	Mujer	148	208	221	-
	Hombre	206	219	228	-

Fuente: Ministerio de Educación – Sistema de Información Educativa (SIE).  
Instituto Nacional de Estadística

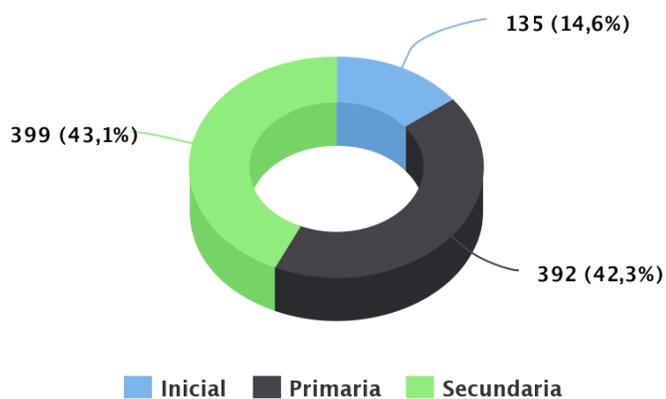
**Tabla 3***Ejecución presupuestaria Alimentación Complementaria Escolar, gestiones 2011 - 2015.*

Gestión	Presupuesto ACE (en Bolivianos)
2011	238.000
2012	222.841
2013	307.980
2014	302.592
2015	332.304

Fuente: Ministerio de Educación – Sistema de Información Educativa (SIE).  
Instituto Nacional de Estadística

## Estudiantes Matriculados según Nivel de Estudio

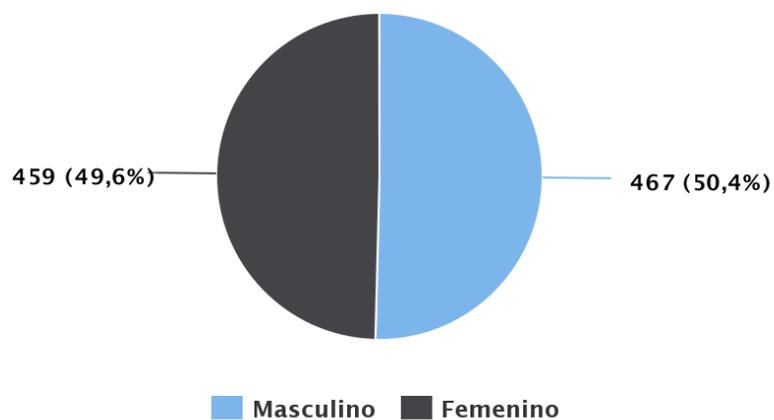
2020



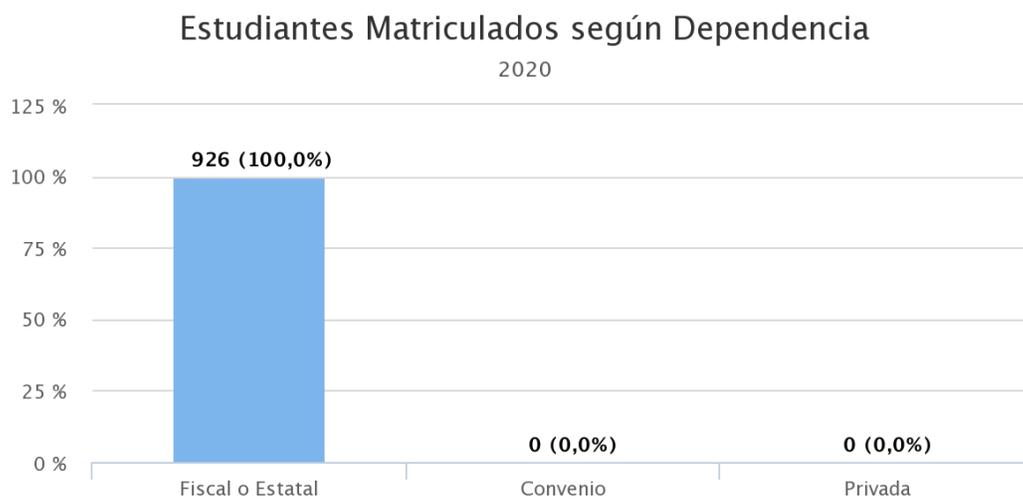
*Figura 1.* Estudiantes matriculados según nivel de estudio.  
Fuente: Ministerio de Educación – Sistema de Información Educativa (SIE).  
Instituto Nacional de Estadística

## Estudiantes Matriculados según Sexo

2020



*Figura 2.* Estudiantes matriculados según sexo.  
Fuente: Ministerio de Educación – Sistema de Información Educativa (SIE).  
Instituto Nacional de Estadística



*Figura 3.* Estudiantes matriculados según dependencia.  
Fuente: Ministerio de Educación – Sistema de Información Educativa (SIE).  
Instituto Nacional de Estadística

Como se puede observar en los gráficos cada año la cantidad de unidades educativas como de estudiantes va disminuyendo, los niños y adolescentes en etapa escolar de las zonas rurales son vulnerables a la pérdida de la oportunidad de estudio.

El acceso a la escuela varía según la situación económica de la familia, muchas familias migran al área urbana en busca de empleo, otra de las razones por la que abandonan el estudio se debe a que en el área rural muchos padres exigen a los niños y adolescentes que contribuyan con el trabajo y el ingreso económico familiar.

También podemos observar que la totalidad de los estudiantes asisten a escuelas fiscales, esto quiere decir que todos los estudiantes de este municipio se benefician del alimento complementario escolar proporcionado por la gobernación.

### **1.2.3. Planta de Derivados Lácteos de Papel Pampa**

El Gobierno Autónomo Departamental de La Paz, a través de la Secretaría de Desarrollo Económico y Transformación Industrial, realizó la implementación de maquinaria y equipo en la

Planta Municipal de Derivados Lácteos del Municipio de Papel Pampa de la provincia Gualberto Villarroel.

La maquinaria implementada es: tanque de enfriamiento de leche, bombas centrífugas, separador de crema, tanque de pasteurización de leche y yogurt, envasadora vertical automática de líquidos, tina de queso, envasadora al vacío y otros.

La asociación beneficiada de la planta es Asiga Proled la cual se encuentra funcionando desde 1985 en la comunidad de Mollebamba.

El resultado de este proceso derivará en la apertura de mercados formales donde se ofertarán productos dirigidos a la ACE y variedad de quesos en una primera instancia, contando con una marca y registros de acuerdo a normas vigentes; no dejando de lado que existirá el potencial para la diversificación de la producción de acuerdo a la demanda del mercado.

La perspectiva de ampliación es tener una planta moderna con capacidad de producción de 10 veces más de lo que actualmente se transforma. También producir productos más nutritivos utilizando los recursos del mismo municipio. (Radio Líder , 2017).

Carlos Espinoza, jefe de producción de la empresa INPROCO S.R.L, que llevó adelante la implementación de esta moderna planta, informó que “la tecnología Danesa de los equipos garantizan su eficiente funcionamiento de la planta que tiene un volumen de producción de más de 2000 litros de leche diaria, pero dependerá aumentar la producción de leche para trabajar hasta con 12 mil litros de leche”. (“Gobernación pone en marcha primera planta de derivados lácteos en municipio de Papel Pampa”, 2017).

#### **1.2.3.1. Productos elaborados**

Actualmente la planta lechera de Papel Pampa produce yogurt y queso de forma artesanal, la producción diaria es de aproximadamente 800 L, de los cuales el 60% a 70% va dirigido a la producción de queso fresco, que es el único tipo de queso que se está produciendo por el momento y el restante a yogurt saborizado.

La producción de yogurt saborizado se presenta en dos sabores que son frutilla y durazno, los cuales vienen en envases de 2L, 1L y 0.5L, que van dirigidos a la venta para el mismo municipio a precios muy accesibles de Bs. 12; 6 y 3 respectivamente (Cayoja, 2018).

Se tiene una visión de elaborar nuevos productos innovadores para la ACE y para la venta directa en el mismo municipio, implementando normas de calidad, pero estos productos no están definidos, por esta razón se propone este producto.

#### 1.2.4. Productos lácteos probióticos fermentados

Un producto lácteo fermentado es aquel que contiene suficiente cantidad de microorganismos viables que producirán mejoras más allá de los valores nutricionales al ser ingeridos porque afectan beneficiosamente a una o varias funciones del organismo proporcionando un mejor estado de salud y bienestar y/o reducen el riesgo de enfermedad (Reyes, 2008).

Internacionalmente ya existen muchas variedades de productos lácteos probióticos, como también a nivel nacional se está implementado este tipo de productos, pero lamentablemente por diversos factores estos no llegan a los municipios más alejados, evitando de esta manera que los habitantes de estos lares no gocen de los beneficios que estos proporcionan. Actualmente a razón de la implementación de plantas de lácteos en este tipo de municipios se puede producir este tipo de productos sin complicación para beneficio de todos sus habitantes.

Los profesionales de la salud cada vez están prestando más atención a los efectos beneficiosos de los alimentos con microorganismos vivos (probióticos) en la salud, y en particular de los productos lácteos en los niños y otros grupos de alto riesgo de la población. Se ha informado de que los probióticos pueden desempeñar un importante papel en las funciones inmunitaria, digestiva y respiratoria y podrían contribuir de forma significativa a aliviar las enfermedades infecciosas en los niños (FAO, 2001).

Los expertos convinieron en que hay datos científicos suficientes de que existe la posibilidad de derivar beneficios para la salud del consumo de alimentos que contienen probióticos. Sin embargo, se estimó que hacen falta más datos de investigaciones que confirmen varios de estos beneficios para la salud en los seres humanos, aplicando un criterio sistemático y siguiendo las directrices para la evaluación de los probióticos que se proponen en el presente informe.

Hay datos concluyentes de que determinadas cepas de probióticos son inocuas para el consumo humano y pueden conferir al huésped algunos beneficios para la salud, si bien no se puede extrapolar estos beneficios a otras cepas sin la experimentación correspondiente.

Algunos aspectos beneficios para la salud por los que se pueden aplicar los probióticos se incluyen afecciones como infecciones gastrointestinales, ciertos trastornos intestinales, alergias e infecciones urogenitales que afligen a una gran parte de la población mundial. La comunidad

médica debería estudiar de forma más amplia la posibilidad de aplicar probióticos para prevenir y tratar esos trastornos.

Están surgiendo datos que indican que personas sanas pueden tomar probióticos como medio de prevenir ciertas enfermedades y modular la inmunidad del huésped.

En la actualidad no se ha establecido a nivel internacional la situación reglamentaria de los probióticos como componente de los alimentos. Sólo en algunos países hay procedimientos de reglamentación en vigor o suficientemente desarrollados para poder describir los beneficios específicos para la salud de los productos probióticos (FAO, 2001).

### **1.2.5. Situación de la producción de productos lácteos probióticos fermentados a nivel nacional e internacional**

La producción de productos probióticos tanto a nivel nacional como internacional está creciendo mucho en los últimos años debido a los grandes beneficios que este nos proporciona.

En Bolivia la empresa Lacteosbol produce yogurt probiótico para proporcionar al subsidio y para la venta, la empresa de lácteos Pil Andina actualmente también ofrece este tipo de productos “Biogurt con probióticos” en tres sabores: frutilla, durazno y mango. Que se está distribuyendo a todo el país (“Biogurt con Probióticos”, s.f.).

Por su parte Compañía de alimentos Ltda. (Delizia), está empezando a producir productos con las mismas características, como por ejemplo el yogurt griego que lanzo recientemente y tuvo gran éxito comercial.

Así como en el país se comienza a implementar los productos probióticos, lo mismo sucede a nivel internacional, a medida que pasa el tiempo son más y más los productos que salen al mercado y cada vez se puede ver que las personas que consumen este tipo de producto van aumentando.

La mayor incidencia de enfermedades últimamente en todo el mundo está impulsando el interés del consumidor en alimentos y bebidas que mejore su función inmune, el consumo de los probióticos ha aumentado significativamente, países como Estados Unidos, Tailandia, Canadá, Colombia, entre otros han apostado por sacar al mercado estos productos para todo tipo de personas, entre ellos los niños en etapa escolar.

### 1.2.6. Antecedentes del proyecto

Arenas, Zapata y Gutiérrez en 2012 realizaron el artículo “Evaluación de la fermentación láctica de leche con adición de quinua” en la Universidad de Antioquia de Colombia, en el cual se utilizó la quinua en la elaboración de un yogur con el fin de mejorar las condiciones de fermentación y su valor nutricional promoviendo el crecimiento de bacterias ácido lácticas (BAL). Se empleó *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* como cultivos iniciadores y *Bifidobacterium* como probióticos. Se realizó análisis microbiológicos y fisicoquímicos con el fin de comparar con un yogur comercial. Se encontró recuentos de bacterias ácido lácticas de  $10^6$  UFC/g en todos los tratamientos, la cantidad de proteína aumentó con la presencia de quinua, así como la acidez titulable y el contenido de grasa.

Castillo (2014), elaboró la tesis “Viabilidad de probióticos en yogur batido durante su almacenamiento en refrigeración” en la Universidad Nacional Agraria La Molina de Lima Perú donde toma muestras de diferentes tipos de yogur que se almacenaron a 4°C durante 28 días. El yogur comercial con el cultivo Yo-Fast-88, mantuvo el recuento para *L. acidophilus* dentro de lo establecido por la Normativa Ecuatoriana de  $10^6$  UFC/g solamente por 21 días, mientras que para la cepa *Bifidobacterium* este período fue de sólo siete días.

El yogur elaborado con el cultivo ABY-3 fue seleccionado sensorialmente como el mejor y fue este yogur el que cumplió con la legislación establecida, obteniéndose en promedio recuentos superiores a  $10^7$  UFC /g y manteniendo además sus características fisicoquímicas y sensoriales a los 28 días de almacenamiento a 4°C.

## 1.3. Justificación de proyecto

### 1.3.1. Justificación académica

Constituirá un conjunto de conocimientos que pueden ser aprovechados por estudiantes y docentes en relación al proceso de producción de un producto lácteo probiótico y las propiedades que este brinda hacia la nutrición de las personas.

El actual proyecto aplicará conocimientos adquiridos durante toda la etapa universitaria, tales como: tecnología de alimentos, análisis de alimentos, balance de materia y energía, control de calidad, entre otros.

### **1.3.2. Justificación tecnológica**

El proyecto se presenta como una oportunidad de la empresa de derivados lácteos de Papel Pampa, en el sentido de que podrá implementar una nueva línea de productos orientados a ampliar el mercado de dicha empresa, para el cual será precisa la incorporación de nuevos equipos de producción y nuevos conocimientos para el personal de esta empresa.

### **1.3.3. Justificación social**

La idea de este proyecto surge ante la necesidad de un producto alimenticio dirigido hacia la Alimentación Complementaria Escolar de las unidades educativas del Municipio de Papel Pampa que genere un mayor bienestar en la salud de los estudiantes, por tanto se ofrece este alimento probiótico ideal por su alto valor nutritivo que son necesarias para el crecimiento y desarrollo de las personas en etapa estudiantil, asimismo mejorar indirectamente el nivel de aprendizaje y rendimiento escolar de los mismos, debido a una mejor salud.

## **1.4. Planteamiento del problema**

### **1.4.1. Descripción del problema**

Debido a que la población estudiantil crece con el paso del tiempo es importante por tanto generar un estudio sobre la alimentación escolar que estos deben recibir.

La situación alimentaria y nutricional de la población estudiantil del municipio refleja su realidad socioeconómica, la capacidad de transformar y producir los alimentos que satisfagan los requerimientos nutricionales de los estudiantes de todo nivel.

Las estadísticas del Ministerio de Salud Pública y del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, han puesto de manifiesto que un alto porcentaje de la población infantil, está afectada por la desnutrición en algunas de sus formas, sobre todo en áreas rurales como ésta.

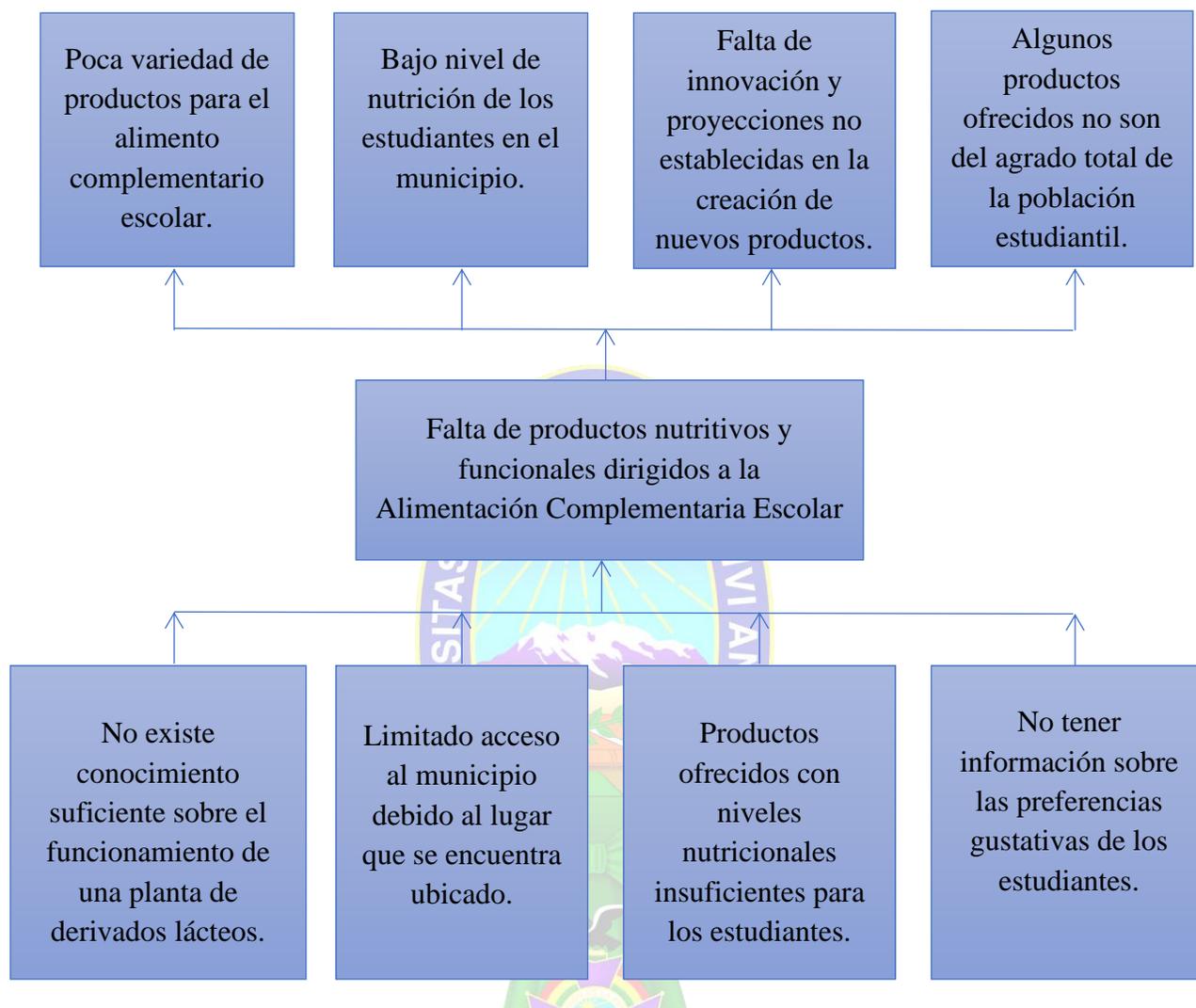


Figura 4. Árbol de problemas  
Fuente: Elaboración propia

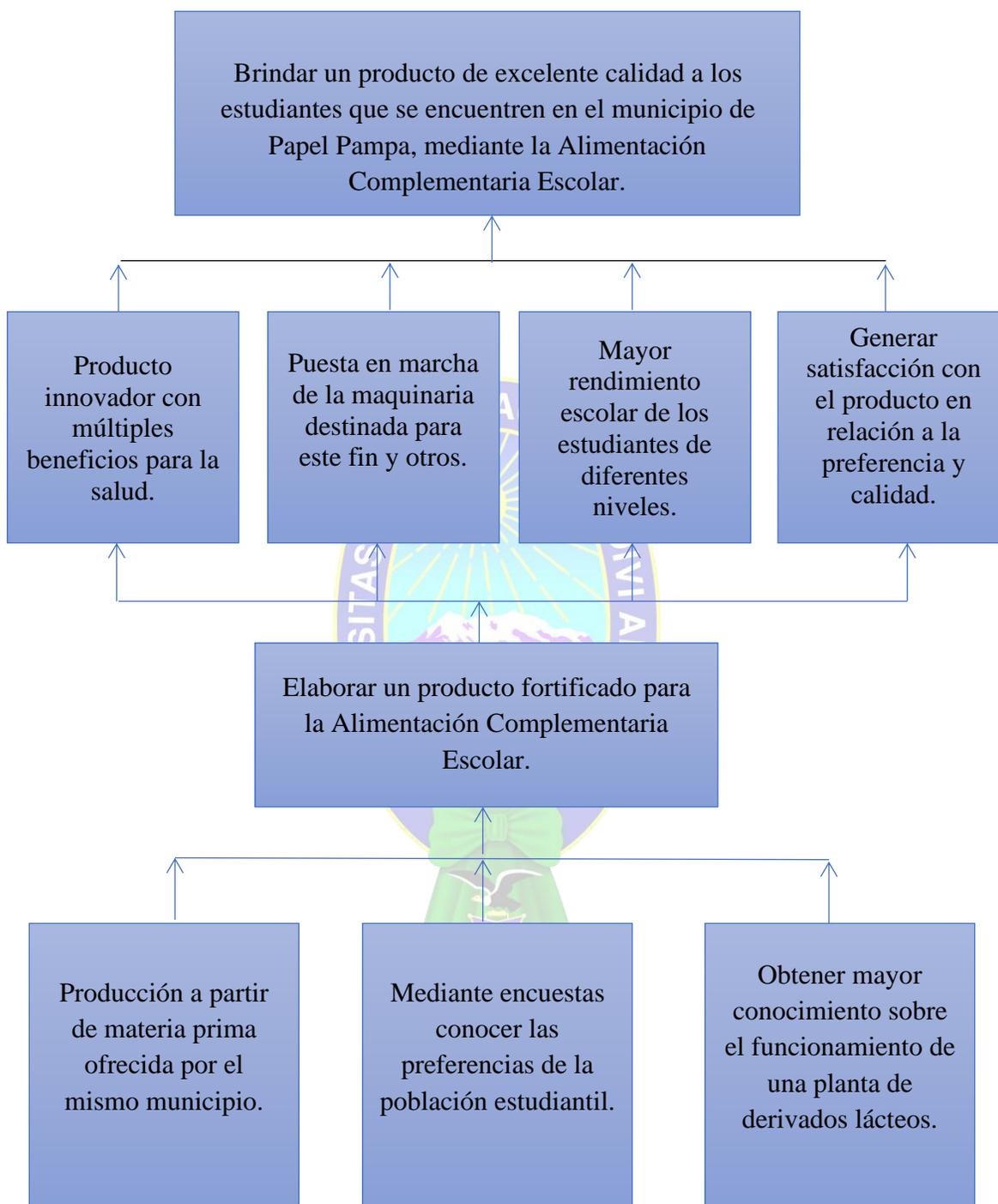


Figura 5. Árbol de objetivos  
Fuente: Elaboración propia

### **1.4.2. Formulación del problema**

En el municipio de Papel Pampa la Planta procesadora de derivados lácteos actualmente produce productos como yogurt saborizado, cabe destacar que no cuenta con una amplia gama de productos, razón por la cual la planta busca elaborar productos más saludables, nutritivos y funcionales dirigido a la Alimentación Complementaria Escolar. El proyecto propone elaborar un producto lácteo fermentado utilizando bacterias probióticas fortificado con quinua, que por las propiedades y beneficios observados es muy adecuado para la buena alimentación de los estudiantes. El producto debe ser elaborado a partir de materias primas producidas en el mismo municipio.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Diseñar y elaborar un producto lácteo probiótico fermentado fortificado con quinua orientado a la Alimentación Complementaria Escolar de unidades educativas en el Municipio de Papel Pampa.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Definir el diseño del producto lácteo probiótico fermentado fortificado con quinua.
- Desarrollar pruebas experimentales para conocer la cantidad de quinua y la forma en la que se agregará al producto lácteo probiótico fermentado.
- Analizar el producto para verificar las propiedades nutricionales.
- Conformar un panel sensorial para que se verifique la aceptación del producto.
- Describir el proceso de producción industrial de la elaboración del producto lácteo probiótico fermentado fortificado.

## **1.6. Alcance**

El presente proyecto va dirigido a la Planta Municipal de Derivados Lácteos de Papel Pampa, el cual se encargará del desarrollo del mismo y a su vez el producto obtenido será de

beneficio para los estudiantes de este municipio mediante la alimentación complementaria escolar (ACE).

### **1.7. Límites**

El desarrollo de este proyecto está realizado exclusivamente como una propuesta para la ACE del municipio de Papel Pampa, sin embargo, este debe ser estudiado y evaluado, no incluye la implementación y la validación del mismo. La presentación y posterior cumplimiento de requisitos establecidos por la entidad contratante será responsabilidad del personal encargado de la empresa.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Alimentos funcionales

A partir del siglo XX, para ser más exactos en la década de los ochenta, se dieron a conocer los alimentos funcionales, haciendo referencia a aquellos productos alimenticios que proveen al organismo ventajas adicionales para la salud a la que dan sus nutrimentos.

Sin embargo, debemos recordar que en el siglo 400 a. C. Hipócrates, Padre de la medicina, ya afirmaba: "...deja que los alimentos sean tu medicina y que tu medicina sean los alimentos", lo cual no hacía más que referencia a los alimentos funcionales (Galán, 2010).

Este concepto en si fue inventado en Japón en 1984, por aquellos científicos que estudiaban la relación entre nutrición, satisfacción sensorial y fortificación, como elementos para favorecer a la salud. Lo anterior a partir de la introducción del concepto FOSHU (*Foods for specific health use*), el cual hacía referencia a alimentos con un impacto benéfico para el consumidor en respuesta a sus constituyentes o debido a la remoción de los alérgenos presentes (Galán, 2010).

De acuerdo al Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine de Estados Unidos, un alimento funcional es “un ingrediente o suplemento alimenticio que aporta un beneficio funcional adicional específico (fisiológico o psicológico) a su valor nutricional básico”. Es importante recalcar, que los alimentos funcionales promueven la salud, no curan las enfermedades (Páez, 2013).

Debido al avance en la investigación científica en los últimos años, se han generado diversos conceptos en torno a los alimentos funcionales, con el objetivo de definir de forma clara y precisa a los mismos, la cual sugiere que un alimento es llamado funcional cuando se ha demostrado satisfactoriamente que, modificado o no, puede proporcionar un beneficio para la salud más allá del aporte de los nutrimentos que contiene. Además, este tipo de alimentos deben consumirse dentro de una dieta sana y equilibrada y en las mismas cantidades en las que habitualmente se consumen el resto de los alimentos (Galán, 2010).

Los alimentos funcionales para su elaboración requieren, ya sea nuevos procesos, nuevos ingredientes o a la incrementación de nutrientes o componentes, se clasifican en la categoría de nuevos alimentos que son el fruto del avance científico, aplicado a innovaciones industriales y comerciales, tecnologías de información, biotecnologías y gracias al desarrollo de estos alimentos

en la actualidad se ha implementado nuevos estilos de vida debido a la mejor calidad de alimentos que se está implementando en la dieta que afecta de manera positiva a la salud y bienestar del consumidor (Arévalo, 2015).

Un producto alimenticio se puede convertir en un alimento funcional mediante cinco estrategias básicas:

1. Eliminar un componente, del cual se sabe que podría causar un efecto perjudicial al consumidor, por ejemplo, eliminar una proteína alergénica de un alimento permitiría su ingesta por poblaciones susceptibles, ejemplo en la proteína del gluten de trigo.

2. Incrementar la concentración de un componente del alimento, el cual puede brindar resultados positivos sobre la salud de la población en general o un grupo específico de esta, por ejemplo, incrementar concentración de vitaminas o la concentración de ácido fólico en alimentos destinados a la dieta de madres embarazadas.

3. Adicionar un componente, que comúnmente no está presente en la mayoría de los alimentos, pero que se ha demostrado que causa efectos beneficiosos, por ejemplo, ciertos antioxidantes no vitamínicos, probióticos, prebióticos.

4. Sustituir un componente, que podría ser causante de efectos no deseables por otro que tiene efectos beneficiosos sobre la salud o bien que sea neutro siempre y cuando conserve las propiedades organolépticas de este, por ejemplo: la sustitución total o parcial de las grasas saturadas de diversos alimentos (leche, helados), cuya ingesta normalmente es excesiva, por esto mismo esta práctica cada día es más habitual.

5. Alterar la biodisponibilidad metabólica, ya sea mejorando la de compuestos que producen efectos beneficiosos como dificultando la de los componentes perjudiciales. Por ejemplo, se pueden diseñar alimentos enriquecidos con transferrina, una fuente de hierro que permite una mayor absorción y biodisponibilidad de este elemento y que ha demostrado su eficacia en casos de anemia infantil. Se puede alterar la absorción de grasas de los alimentos (de interés en obesidad) mediante el enriquecimiento con fitoesteroles, lo que disminuye la hipercolesterolemia (Arévalo, 2015).

Para la obtención de alimentos funcionales se debe enriquecer los alimentos tradicionales con componentes biológicamente activos como son los minerales, vitaminas, antioxidantes, fibra alimenticia, ácidos grasos, etc. (Arévalo, 2015).

Los procesos de transformación que se le pueden aplicar a un alimento con la finalidad de volverlo un alimento funcional, se mencionan en la Tabla 4.

**Tabla 4**

***Modificaciones hechas a los alimentos para convertirlos en alimentos funcionales.***

<b>Modificaciones del alimento</b>	<b>Funcionalidad</b>
Adición de péptidos bioactivos	Mejora las funciones inmunológicas y mejora la biodisponibilidad de los minerales
Adición de fibra dietética	Prevención del estreñimiento, disminución del riesgo de cáncer de colon, disminución de colesterol en la sangre.
Adición de ácidos grasos poliinsaturados $\Omega$ -3	Disminución del riesgo de ataque cardiaco y de algunos cánceres, mejoramiento del sistema inmunológico.
Adición de probióticos	Mejoramiento de la función gastrointestinal, del sistema inmunológico, y disminución del riesgo de cáncer de colon.
Adición de prebióticos	Mejoramiento de la función gastrointestinal, mejoramiento del sistema inmunológico, disminución del riesgo de cáncer de colon.

Fuente: Adaptada de Berner y O'Donnerll (2001) citado en (Yana, 2016).

Por lo antes mencionado, se podría decir que existen dos estrategias primordiales en la producción de alimentos funcionales, las que proponen un aumento de los componentes benéficos, aumentando su función original y por otro lado aquellas que proclaman la reducción de los componentes negativos del alimento disminuyendo así el riesgo de padecer enfermedades (Arévalo, 2015).

En países como Canadá y EEUU, se ha estimado que en el 40% de sus poblaciones, consumen alimentos funcionales en su dieta diaria. Mientras que, en los países europeos, el sector de alimentos funcionales es el de más rápido crecimiento, lo que se refleja en el manejo de cifras de aproximadamente 155 billones de euros en su comercialización. Luigi (2009) citado en (Galán, 2010) estimó que dentro de pocos años estos serán la tercera categoría de más ventas, seguida de los suplementos alimenticios y vitaminas, orgánicos, botánicos, productos descremados, productos de intolerancia alimentarla y nutrición deportiva.

Esquivel (2008) citado en (Galán, 2010) sugirió que con el desarrollo de los alimentos funcionales la relación de los alimentos y la salud se tornó a no de medicamentos, sino a productos para la prevención de enfermedades, siendo los lácteos los más comunes en el mercado como vehículos de elementos para reducir el riesgo al desarrollo de algunos padecimientos. Entre los productos lácteos funcionales más consumidos se encuentran las leches enriquecidas, leches infantiles y yogures enriquecidos, estos últimos adicionados con probióticos.

Los alimentos funcionales en los Estados Unidos han sido asociados con la prevención y/o tratamiento de por lo menos cuatro de las principales causas de muerte como cáncer, diabetes, enfermedades cardiovasculares e hipertensión (Yana, 2016).

Un alimento funcional puede serlo para toda una población o solo para un grupo específico según las necesidades de estos, generalmente definidos por sus características genéticas, sexo, edad o por otros factores.

Estos alimentos abarcan: Macronutrientes con efectos fisiológicos concretos como son el almidón o los ácidos grasos, omega 3, etc. Micronutrientes esenciales - no esenciales, naturales - modificados, normalmente en cantidades superiores a las recomendaciones dietéticas diarias (Arévalo, 2015).

### **2.1.1. Propiedades de los alimentos funcionales**

Las funciones y objetivos de salud en los que se ha enfocado la investigación de los alimentos funcionales son:

#### **2.1.1.1. Crecimiento y desarrollo**

Hoy en día es mucho más fácil encontrar alimentos enriquecidos con: yodo, ácido fólico, hierro, calcio, ácidos grasos como los omega 3, omega 6, vitaminas A y D, los cuales pueden ser beneficiosos ya sea con el consumo de la madre durante la etapa de gestación, como también durante la lactancia, para el desarrollo y crecimiento fetal, así como para el niño para el cual existen leches de fórmulas infantiles que contienen nutrientes específicos, prebióticos o probióticos que sirven para favorecer el desarrollo y crecimiento de los niños, además de optimizar las funciones neuronales (Arévalo, 2015).

### ***2.1.1.2. Metabolismo de sustancias***

Son alimentos enriquecidos con elementos como omega 3, ácido oleico, fibras, etc. Esos ingredientes son adecuados para mejorar la eficiencia metabólica, mantenimiento de un peso adecuado, control del colesterol y de azúcar en la sangre, siempre que se acompañe con actividad física. Usualmente este tipo de ingredientes se puede encontrar en bebidas y productos para deportistas (Arévalo, 2015).

### ***2.1.1.3. Defensa contra el estrés oxidativo***

Son productos alimenticios enriquecidos con sustancias antioxidantes como vitamina C, E,  $\beta$  carotenos, zinc, selenio, etc. La función de estos es actuar como barrera ante el efecto nocivo que generan los radicales libres sobre el ADN, las proteínas y los lípidos de nuestro cuerpo, se le atribuye por disminuir el riesgo de enfermedades degenerativas, problemas cardiovasculares e incluso el cáncer. También los podemos encontrar en productos como los zumos de frutas y bebidas lácteas (Arévalo, 2015).

### ***2.1.1.4. Sistema circulatorio***

Para evitar el riesgo de enfermedades cardiovasculares como: Hipertensión, dislipemias, lipoproteínas oxidativas, integridad de vasos, incremento de la coagulación sanguínea, entre otros. En el mercado ya se pueden adquirir productos alimenticios enriquecidos con: Vitaminas B6, B9, B12, fibra, sustancias antioxidantes como los fitoesteroles y especialmente enriquecidos con ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados como son el omega 3 y 6 (Arévalo, 2015).

### ***2.1.1.5. Función del tracto gastrointestinal***

En este tipo de alimentos encontramos los probióticos (leches fermentada, yogures, etc.), que ayuda de gran manera al funcionamiento gastrointestinal, encontramos también los prebióticos (alimentos con fibra soluble como los fructo-oligosacáridos) y los enriquecidos en fibra soluble e insoluble o ricos en fibra como las verduras, hortalizas, legumbres, frutos secos, cereales, etc. (Arévalo, 2015).

### ***2.1.1.6. Funciones psicológicas y conductuales***

En este tipo se engloban los alimentos enriquecidos con fibra de alto valor de saciedad, aminoácidos específicos, también algunos alimentos enriquecidos con sustancias excitantes del sistema nervioso, así como sustancias tranquilizantes como la cafeína y la melisa respectivamente. Este tipo de alimentos están en relación con el apetito y la sensación de saciedad, el rendimiento cognitivo, el humor o tono vital y el manejo del estrés (Arévalo, 2015).

### ***2.1.1.7. Funciones contra el cáncer***

Existen varios estudios acerca del consumo de cierto tipo de alimentos y la aparición o la prevención de diferentes tipos de cáncer. Entre los productos más estudiados están:

- Productos lácteos: Especialmente los probióticos que se relacionan con el cáncer colorrectal, se puede prevenir la aparición de esta enfermedad con la implementación de este tipo de productos en la dieta, ya que por la cantidad de bacterias benéficas que contienen se mejoraría el funcionamiento gastrointestinal.
- Carnes. El ácido linoleico conjugado que es un ácido graso aislado que está presente en la carne de vacuno cocinada, este podría ser anticancerígeno.
- Tomate: El licopeno del tomate que es un carotenoide se dice tiene un potencial efecto anticancerígeno sobre todo el cáncer de próstata.
- Crucíferas: Especialmente el brécol que debido a su alto contenido de glucosinolatos se le otorga su propiedad anticancerígena. La enzima mirosinasa hidroliza este componente en isotiocianatos e índoles que ayudan a prevenir en gran manera la aparición de cánceres estrogenodependientes.
- Soja: Sus componentes como son los fitosteroles, saponinas, ácidos fenólicos, ácido fitico y las isoflavonas son componentes que se han identificado como antitumorales.
- Ajo: Sus componentes sulfurados están relacionados con diferentes tipos de cáncer en especial el cáncer de aparato digestivo.
- Te: Los polifenoles que la constituyen especialmente las catequinas, se relacionan con la prevención de cáncer de mama (Arévalo, 2015).

## 2.2. Alimentos fortificados

Según El Código Alimentario Argentino define a los Alimentos Fortificados como “aquellos en los cuales la proporción de proteínas y/o aminoácidos y/o vitaminas y/o sustancias minerales y/o ácidos grasos esenciales es superior a la del contenido natural medio del alimento corriente, por haber sido suplementado significativamente”.

Esto quiere decir que los Alimentos Fortificados se elaboran especialmente con un contenido mayor de algún nutriente, su fin es satisfacer necesidades alimentarias específicas de determinados grupos de personas sanas, y por lo general son elecciones que toma la industria para agregar valor a sus productos (Alimentos Argentinos – MAGyP, 2014)

Son productos suplementados en forma significativa en su contenido natural de nutrientes esenciales (proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerales, ácidos grasos esenciales). Estos alimentos deben aportar entre el 20% y el 100% de los requerimientos diarios recomendados para adultos y niños mayores de 4 años y deben estar indicados en el rótulo del envase.

Las empresas utilizan la fortificación como una estrategia para obtener productos diferenciados que puedan ser percibidos como productos de mayor valor. Es por eso que generalmente se fortifican alimentos con poco costo adicional, como los panificados, cereales para desayunos, lácteos, galletitas y pastas.

La fortificación de los alimentos presenta varias ventajas:

- ✓ Permite equilibrar las dietas.
- ✓ Permite desarrollar una estrategia de diferenciación a muy bajo costo
- ✓ Permite aumentar la rentabilidad de la empresa, debido al alto potencial de agregado de valor (Programa educativo Por qué biotecnología, s.f.).

Como parte del enfoque alimentario, la fortificación de alimentos es una tecnología válida para disminuir la mala nutrición por carencia de micronutrientes, especialmente donde la disponibilidad y el acceso a los alimentos son limitados y la dieta no proporciona los niveles adecuados de nutrientes. En dichos casos, la fortificación de alimentos refuerza otros programas nutricionales y debe considerarse como parte de un enfoque integral más amplio que complementa otros enfoques para una mejor nutrición (Allen, de Benoist, Dary, & Hurrell, s.f.).

## 2.3. Generalidades del yogurt y los probióticos

### 2.3.1. Generalidades del yogurt

#### 2.3.1.1. Definición de yogurt

La FAO/OMS de acuerdo al Codex Alimentarius define al yogurt como “una leche coagulada obtenida por fermentación ácido láctica, producida por *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, bajo condiciones definidas de tiempo y temperatura usando como base la leche pasteurizada con o sin aditivos; donde los microorganismos presentes en el producto final deben ser viables y abundantes”.

El yogurt se produce por la acción controlada de las bacterias ácido lácticas sobre la lactosa que se transforma en ácido láctico; y por consiguiente sobre las proteínas. La incorporación de estos microorganismos garantiza la producción de características agradables y beneficiosas en la leche, ya que prolongan la vida útil, entregan un producto de sabor y consistencia agradable; además de contribuir a la buena salud de las personas que los consumen habitualmente (Reyes, 2008).

También puede acompañarse de otras bacterias ácido lácticas probióticas como *Bifidobacterias*, *Streptococcus* y principalmente *Lactobacillus*. En el proceso de elaboración se puede incluir antes de la fermentación: crema, leche en polvo y proteínas lácteas con el fin de elevar su valor nutricional (Schaller, Labriola, & Guardini, s.f.).

Para su elaboración se puede partir no solo de leche vacuna sino también de leche provenientes de cabra y oveja, entera, parcial o totalmente descremada, previamente pasteurizada. El tipo de leche utilizada para su elaboración depende del lugar en donde se elabora y consume. El yogurt se caracteriza por ser un producto levemente ácido, a menudo se le añade frutas y/o saborizantes para hacer a este productos más atractivo y apetecible, pero también puede elaborarse sin añadidos (Marquez, 2015).

#### 2.3.1.2. Composición nutricional

El creciente interés por la salud de los consumidores es el motivo por el que se le ubica a este alimento como uno de los alimentos nutritivos más importantes de hoy en día, ya que es una fuente importante de vitaminas, proteínas y minerales.

Con las investigaciones realizadas por Elye Metchinkoff que sostuvo que el yogur era un alimento capaz de prevenir y combatir una serie de enfermedades, dicho esto, tuvo influencia para realizar estudios más a fondo sobre el valor nutritivo del yogurt.

Los productos lácteos fermentados, sea o no que contienen microorganismos vivos como el yogur, asemejan mucho su valor nutricional a la de la leche de la cual provienen, pero influirá también el resto de materia prima utilizada y la manera en que este sea producido. Esto nos va a determinar el contenido de proteínas, vitaminas, grasa y minerales presentes en el yogur, por ejemplo, se ha determinado que el yogur contiene más proteínas del grupo B especialmente (tiamina y riboflavina) que la leche, pero se considera que tiene menos vitamina A.

La fácil digestibilidad de este alimento, así como el incremento de azúcar en este, hace que sea una gran fuente de energía en la dieta diaria debido a que una porción de 200-250g. Cubre el 82% del valor calórico aportado por las proteínas diariamente, debido al alto contenido de aminoácidos esenciales de las mismas (Arévalo, 2015).

#### *2.3.1.2.1. Proteínas*

Los lácteos fermentados tienen una característica adicional, debido a que durante la fermentación se da lugar a la ruptura parcial de las proteínas por el mecanismo llamado proteólisis con el cual se originan fragmentos de proteínas que son los péptidos y los polipéptidos e incluso aminoácidos libres.

Con la acidificación que se produce en la leche por la formación de lactosa en ácido láctico, esto conduce a una desnaturalización y coagulación de las proteínas, lo que ocasiona un aumento en la biodisponibilidad de las proteínas e incrementa la digestibilidad y el rendimiento asimilativo de la misma.

En los procesos de elaboración de yogur en los que se añade leche en polvo existe aún más concentración de proteínas por lo que es muy aconsejable este paso a la hora de dicha elaboración. (Arévalo, 2015).

#### *2.3.1.2.2. Grasa*

La grasa en los lácteos fermentados se reduce en relación a la leche entera con la que es elaborado, debido a que para su elaboración deben ser parcialmente desnatados, aunque en su comercialización se indiquen como enteros. Un yogur entero tiene en promedio 2,5% de grasa mientras que la leche contiene una media aproximadamente del 3.5% de grasa.

La fermentación en el yogur da lugar a una ligera producción de ácidos grasos libres, que hace de este producto mucho más fácil digerible. (Arévalo, 2015).

#### 2.3.1.2.3. *Carbohidratos*

El principal hidrato de carbono que contiene la leche es la lactosa, la cual en la elaboración de yogur debido a su fermentación este disacárido se transforma en dos monosacáridos simples del galactosa y glucosa que a la vez se transforma en ácido láctico, quedando así reducida la cantidad de lactosa presente en el yogur, lo cual implica un beneficio para personas que sufren intolerancia a la lactosa.

Esto se cumple siempre y cuando el proceso no incluya leche en polvo, ya que este componente incrementaría el contenido de lactosa y ya no se podría aludir la ventaja mencionada en el consumo de estos alimentos, aunque las enzimas de beta-galactosidasas contenidas por las bacterias del yogur contribuyen a la degradación y digestión de parte de esta lactosa añadida. (Arévalo, 2015).

#### 2.3.1.2.4. *Vitaminas*

El contenido vitamínico tendrá diferentes variaciones, las cuales dependerán de los microorganismos o bacterias ya que algunas vitaminas son consumidas por estas bacterias, mientras que otras son activamente sintetizadas, esto dependerá también de las condiciones de fermentación, de la cantidad de cultivo utilizados y de los procesos de fortificación y elaboración. En general en el yogur se produce un incremento vitamínico especialmente de aquellas vitaminas del grupo B como son la tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, ácido fólico, cianocobalamina, sin embargo, se da una disminución de vitamina B12, B6, C, y ácido fólico debido a las temperaturas que se necesitan para la elaboración que favorecen a la destrucción de estas. También se observa un incremento de vitamina D.

El contenido de vitaminas también disminuye notablemente durante el almacenamiento y esto varía con respecto al tiempo que tiene de elaborado el yogur. Algunas vitaminas son aparentemente más estables durante el almacenamiento en el yogur que en la leche, como la vitamina A y B2. (Arévalo, 2015).

### 2.3.1.2.5. *Minerales*

El calcio es por excelencia el componente más identificativo de la leche corriente y por lo tanto lo será también del yogur, un envase de yogur de tamaño individual puede llegar a cubrir el 25% de las necesidades de calcio diarias de la dieta, para un adulto. (Arévalo, 2015).

### 2.3.1.3. *Bacterias en el yogur - bacterias ácido lácticas*

#### 2.3.1.3.1. *Streptococcus thermophilus*

Según Dellaglio Torriani, Vlaeminck y Cornet (1992) citado en (Yana, 2016), las características principales del *Streptococcus thermophilus* son:

En forma de células esféricas u ovoides de 0,7 a 0,9  $\mu\text{m}$  de diámetro unidas en parejas o largas cadenas, según la temperatura de crecimiento y el medio de cultivo, vive en la leche y los productos lácteos; es homofermentativa, en la leche produce 0,7-0,8% ácido láctico L (+), algunas cepas son capaces de producir hasta un 1% de ácido láctico. No produce amoníaco a partir de la arginina, ni metaboliza el citrato. Algunas cepas son capaces de producir polisacáridos que forman un mucilago, lo cual es interesante para la viscosidad del yogurt. En la leche, además de ácido láctico grasos volátiles: fórmico, acético, propiónico, butírico, isovalerico y caproico, además produce acetoina y pequeñas cantidades de acetaldehído.

Presenta una actividad proteólita muy pequeña en la leche y la mayoría de aminoácidos liberados son consumidos durante la fase de crecimiento logarítmico, por ser una bacteria termófila su temperatura óptima de crecimiento es de 42 - 45°C, la mínima de 10°C y la máxima de 50°C, también es una bacteria termodurica, aguanta un tratamiento de calor en la leche de 30 minutos a 60°C; y es muy sensible a la presencia de inhibidores y en especial de antibióticos, por ejemplo su crecimiento es inhibido por 0,01 U.I de penicilina o 5  $\mu\text{g}$  de estreptomina por ml de leche. También es muy sensible a la sal, hecho que se aprovecha para diferenciarlo de otros *lactococcus* y *enterococcus*, no crece en presencia de un 4% de sal y algunas cepas en presencia de un 2% de sal.

#### 2.3.1.3.2. *Lactobacillus bulgaricus*

Según Dellaglio, Torriani, Vlaeminck y Cornet (1992) citado en (Yana, 2016), las características principales del *Lactobacillus bulgaricus* son:

Se presenta en forma de bacilos alargados con la punta rodeada, separados o formando cadenas. El tamaño medio en la leche es de 0,8-1  $\mu\text{m}$  de largo, vive en la leche y los productos lácteos; es homofermentativa. En la leche produce aproximadamente un 1,7% de ácido láctico D (-). Además de ácido láctico, produce pequeñas cantidades de otros productos como los ácidos grasos volátiles: acético, propionico, butírico, isovalerico, caproico y caprico; además produce acetoina, acetaldehído, acetona y 2-butanona.

Presenta una actividad proteolítica mediana, pero importante por la liberación que supone de aminoácidos, por ser una bacteria termófila. Su temperatura óptima de crecimiento es de 40-43°C, la mínima de 15°C y la máxima de 52°C (algunas cepas crecen hasta 60°C). Aunque no se considera una bacteria termodurica, algunas cepas aguantan temperaturas de 75°C durante 20-30 min; y presenta una mayor resistencia a los antibióticos que el *S. thermophilus*, es inhibido por 0,3-0,6 U.I de penicilina. También es muy sensible a la sal; no se desarrolla en presencia de sales biliares o en caldos con un 2% de NaCl.

Ambos microorganismos son microacrófilos, soportan una acidez elevada y viven en simbiosis.

## **2.3.2. Generalidades de los probióticos**

### **2.3.2.1. Definición de alimentos probióticos**

El término “probiótico” significa “a favor de la vida” y designa a las bacterias vivas y viables que presentan efectos beneficiosos para los seres humanos, mejorando su balance intestinal microbiano y por lo tanto la funcionalidad gastrointestinal. En esta definición de probióticos se incluyen algunas de las cepas con las que se producen diferentes tipos de yogur. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) un alimento probiótico es aquel que contiene "microorganismos vivos que, cuando son suministrados en cantidades adecuadas, promueven beneficios en la salud del organismo huésped".

Los probióticos pueden atravesar el tubo digestivo y recuperarse vivos en las heces, y también se adhieren a la mucosa intestinal. No son patógenos, excepto en casos en que se suministren a individuos inmunodeficientes ("Yogures Probióticos, ¿Nos sirven?", s.f.).

### 2.3.2.2. *Bacterias probióticas*

Para que un microorganismo sea considerado como un probiótico debe de cumplir con la función de protección, tiene que formar parte de la microbiota intestinal normal, tener un tiempo corto de reproducción, ser capaz de producir compuestos antimicrobianos y ser estable durante el proceso de producción, comercialización y distribución para que pueda estar vivo en el momento de ingerirse y llegar al intestino.

Se trata como probióticos, a las bacterias ácido lácticas integrantes de los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, y algunas cepas de *Streptococcus*. Para que se considere como alimento probiótico un yogur debe de contener aparte de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* alguno de estos otros grupos bacterianos en suficiente cantidad para que promuevan una actividad beneficiosa a nivel del intestino humano. La mayoría de las bacterias mueren cuando atraviesan la pared gástrica; pero los probióticos, debido a su alto nivel de producción de ácido láctico, son capaces de sobrevivir una vez han atravesado el tracto gastrointestinal. Ellos interactúan con la microbiota y/o células de la mucosa intestinal, induciendo o modulando distintas actividades biológicas beneficiosas.

La protección que dan estas bacterias se lleva a cabo por la competencia por los nutrientes o los sitios de adhesión que impiden la multiplicación de los patógenos y la producción de toxinas lo que imposibilita su acción dañina, mediante esta modulación inmune protegen al huésped de las infecciones induciendo a un aumento de la producción de inmunoglobulinas, ampliación de la activación de las células mononucleares y de los linfocitos. En el yogur, las proteínas del suero (lactoalbúmina y lactoglobulina) permanecen dentro del producto, mientras que la presencia simultánea de lactosa y ácido láctico permiten que los oligoelementos tales como calcio y fósforo, resulten más disponibles para ser asimilados y en mayor abundancia por la acción de los probióticos a nivel intestinal (Yana, 2016).

Hay microorganismos probióticos que pueden añadirse a la leche para obtener diferentes tipos de leches fermentadas con diferentes características. ("Anejo III", s.f.).

Algunos de estos microorganismos son lactobacilos, bifidobacterias, streptococos y alguna levadura. Tenemos como algunos ejemplos: *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. casei* Shirota, *L. bulgaricus*, *L. lactis cremoris*, *Bf. Longum*, *Bf. Animalis*, *Bf. Bifidum*, *S. salivaris*, *S. diacetylactis* ("Anejo III", s.f.).

Dairy and Food Culture Technologies afirma que las bacterias consideradas probióticas comúnmente se relacionan a los productos lácteos. Esto se debe a que algunos de estos microorganismos pueden jugar un rol en la transformación de la leche a productos fermentados y además brindar beneficios a la salud humana. Se menciona que los productos lácteos proveen el vehículo adecuado para el transporte de probióticos por varias razones:

**Protección de la bacteria:**

Los productos lácteos neutralizan la acidez de los ácidos estomacales y de las altas concentraciones biliares en el intestino delgado, que pueden reducir por muerte o daño la concentración de bacterias.

**Refrigeración:**

La refrigeración de los lácteos promueve la estabilidad de los probióticos. El uso de cultivos activos vivos en los productos lácteos da una imagen positiva ante los consumidores lo cual facilita la transmisión de mensajes de salud.

**Salud:**

Las propiedades de salud de los probióticos se combinan con las propiedades saludables de los lácteos para crear un alimento funcional. Se ha demostrado el efecto benéfico de los productos lácteos probióticos en el balance de la microbiota intestinal, hipertensión, osteoporosis, cáncer, intolerancia a la lactosa y alto colesterol entre otros (Yana, 2016).

*2.3.2.2.1. Género lactobacillus*

Según Frazier (1972), citado por (Castillo, 2014), los *Lactobacillus* son bacilos microaerófilos, Gram positivos y catalasa negativos, estos organismos forman ácido láctico como producto principal de la fermentación de los azúcares.

Gomes y Malcata (1999) citado por (Castillo, 2014), señalan que son microorganismos inmóviles, no esporulados, que mejoran su crecimiento en anaerobiosis o bajo reducidas presiones de oxígeno y entre 5 y 10 por ciento de dióxido de carbono. Su temperatura óptima de crecimiento se sitúa entre 30 y 40 °C. Su tolerancia al ácido varía desde 0.3 hasta 1.9 por ciento de acidez titulable.

Morfológicamente, algunos bacilos son bastones delgados y largos; otros algo parecidos al colibacilo, pero, por el contrario de este, todos son Gram positivos, casi todos son inmóviles, pero se han señalado excepciones. Aparecen solos o encadenas pequeñas o grandes (Castillo, 2014).

La clasificación de los lactobacilos se ha basado en la fuente de donde se aislaron y de los productos que se obtienen de la fermentación y menciona que éstos se dividen en dos grupos:

a. *Lactobacillus* homofermentativos, los cuales dan lugar a ácido láctico como producto principal de la fermentación de los azúcares. Este grupo está integrado por *Lactobacillus caucasicus*, *Lactobacillus bulgaricus*, entre otros.

b. *Lactobacillus* heterofermentativos, estos producen además de ácido láctico, dióxido de carbono, etanol y otros productos volátiles. El *Lactobacillus* de la especie *acidophilus* y cepa específica La-5 es la más estudiada y utilizada como bacteria probiótica. (Castillo, 2014).

#### 2.3.2.2.2. Género *bifidobacterium*

Las bacterias probióticas del género *bifidobacterium*, constituyen una de las pocas especies de bacterias predominantes en la microbiota del colon a lo largo del ciclo de vida, y se asocian a un estado saludable en humanos. Las funciones del *bifidobacterium* en el colon no se han explicado en su totalidad; pero sus beneficios son numerosos. Cuando se utilizan para fermentar la leche, proporcionan diferentes perfiles de sabor en comparación con aquellos productos que contienen solamente bacterias ácido lácticas (BAL); porque no solamente producen ácido láctico sino también ácido acético, como uno de sus principales productos de fermentación. Además, poseen ventajas probióticas potenciales, en particular efectos antimicrobianos, en la reducción del riesgo de contraer cáncer, y en el equilibrio de la microflora intestinal. En general, las bifidobacterias son bastones Gram positivos y anaerobios estrictos, tienen necesidades nutricionales especiales y crecen lentamente en la leche. Muy pocas cepas se han adaptado lo suficientemente bien a la leche y pueden crecer en número suficiente como para sobrevivir durante la vida de anaquel de las leches fermentadas. Pero en los últimos años, estudios in vivo en adultos y en bebés han confirmado que algunas cepas de bifidobacterias son capaces de sobrevivir a su paso a través del tracto gastrointestinal, y también sobreviven más que algunas bacterias ácido lácticas (BAL). A medida que los retos tecnológicos relacionados con su viabilidad y su enumeración están siendo superados, las leches fermentadas por estos microorganismos (solos o en combinación con BAL) tienen la

capacidad de proporcionar productos consistentemente satisfactorios que contienen un gran número de microorganismos viables.

El crecimiento del *Bifidobacterium* depende de los aminoácidos disponibles que son liberados por bacterias proteolíticas, las cuales fueron utilizadas como iniciadores; sin embargo, los aminoácidos esenciales están presentes en la quinua, contribuyendo en el crecimiento de las bacterias. Las bífidobacterias difieren del resto de las bacterias ácido lácticas, en que no solamente producen ácido láctico sino también ácido acético, como uno de sus principales productos de fermentación (Yana, 2016).

La especie *animalis* y subespecie *lactis* es la más usada como microorganismo probiótico. Este agente ha recibido las denominaciones *B. bifidum*, *B. animalis*, *Bifidobacterium lactis* Bb-12 o, simplemente, Bb-12. *Bifidobacterium lactis* se caracteriza por ser capaz de sobrevivir a pH de 3.5 y, a diferencia de otras especies de *Bifidobacterium*, tolera bajas concentraciones de oxígeno, lo que representa una ventaja en su capacidad de adaptación en comparación con las otras especies con las que comparte el ambiente del lumen del colon.

En cuanto a los medios óptimos para el crecimiento de *Bifidobacterium*, la leche se posiciona como uno de los medios más óptimos, porque contiene todos los nutrientes esenciales para el desarrollo de este microorganismo probiótico, aunque no siempre aquellos existen en formas biodisponibles o en concentraciones óptimas (Castillo, 2014).

### **2.3.2.3. Requisitos de los cultivos probióticos**

Según Céspedes (1995), citada por (Yana, 2016) los microorganismos probióticos se inoculan en una alta concentración (mayor que  $10^7$  UFC/ml). Deben cumplir con una serie de requisitos; entre ellos, los más importantes son:

- Mantener su viabilidad en las condiciones de preparación del alimento en el que se utilizan, por ejemplo, la presencia de azúcares y aditivos.
- Mantener su viabilidad en las condiciones de extrema acidez en el estómago, y ser capaces de colonizar el intestino.
- Tener una alta velocidad de crecimiento para dominar sobre los otros microorganismos intestinales.

#### **2.3.2.4. *Producto lácteo probiótico fermentado***

Un producto lácteo probiótico fermentado es aquel que contiene algún tipo de bacterias probióticas, y además puede contener bacterias ácido lácticas, este producto contiene suficiente cantidad de microorganismos viables que producirán beneficio más allá de los valores nutricionales al ser ingeridos, porque afectan beneficiosamente a una o varias funciones del organismo proporcionando un mejor estado de salud y bienestar y/o reducen el riesgo de enfermedad. Los productos lácteos fermentados son de los principales portadores de probióticos; ya que, durante la fermentación de la leche, la lactosa se separa en dos componentes más simples: glucosa y galactosa, con la producción de ácido láctico. Esto conduce a que el producto resulte más conveniente para aquellos que sufren de intolerancia a la leche, causada por la carencia de una enzima llamada lactasa, haciendo a estos alimentos de gran aceptación en los distintos grupos de población por su fácil digestión (Yana, 2016).

#### **2.3.2.5. *Composición nutricional de un producto lácteo probiótico fermentado***

La composición nutricional dependerá de la materia prima y los insumos que se vayan a utilizar para su elaboración. Generalmente, la composición nutricional de este tipo de productos es 80.35% de humedad, proteína bruta 3.50%, 2.54% de extracto etéreo, carbohidratos 12.69%, 0.1% de fibra bruta, 0.82% de cenizas, calcio 12.913%, cobre 0.04%, zinc 0.04%, hierro 0.023%, magnesio 0.03%, potasio 1.078 %, sodio 15%, 4.38% de vitamina A (equivalentes en 1.5% de retinol), 0.07% de ácido ascórbico, 0.04% de riboflavina y 0.10% de niacina. El aporte energético regular es de 87.1 kcal por cada 100g. Además de la leche fermentada con cultivos lácteos, el producto puede contener otros ingredientes tales como sólidos lácteos, azúcares, frutas, etc. (Reyes, 2008).

La composición de un producto lácteo probiótico fermentado es por lo general similar o igual al de un yogur elaborado solamente con bacterias ácido lácticas, solo podría variar en menor medida el sabor debido a la mayor producción de ácido acético por parte de las bacterias probióticas, aunque esta característica no resalta en gran medida.

#### **2.3.2.6. *Beneficios de la ingestión de probióticos***

Los principales mecanismos de acción de las bacterias probióticas incluyen la inhibición competitiva para la adhesión de bacterias, síntesis de compuestos que inhiben los patógenos y la estimulación de la respuesta inmune a través de la mejora de la barrera intestinal, es decir,

mejorando la permeabilidad y estimulando la respuesta intestinal. Otros efectos se relacionan con disminución de la inflamación intestinal y de las reacciones de hipersensibilidad.

Chr-Hansen (2004) citado en (Castillo, 2014) indica que las propiedades de adhesión de las bacterias probióticas son necesarias para tener una influencia positiva sobre el sistema inmune. Algunos efectos beneficiosos de probióticos que cuentan con documentación en ensayos clínicos se describen más a detalle en la Tabla 5.

**Tabla 5**

***Efectos beneficiosos de probióticos con documentación en ensayos clínicos.***

<b>Cepas probióticas</b>	<b>Efectos beneficiosos</b>
<i>Lactobacillus acidophilus</i> NCFM (Rhodia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora el metabolismo de la lactosa</li> <li>- Reducción del riesgo de cáncer de colon mediante la limitación de los daños del ADN en las células del colon, lo que reduce la actividad de las enzimas procarcinogénicas y mutágenos vinculantes</li> <li>- Reduce el nivel de colesterol sérico</li> <li>- Prevención de las infecciones urogenitales</li> </ul>
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG (Valio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción del riesgo de trastornos gastrointestinales tales como enfermedades inflamatorias del intestino</li> <li>- Normalización de la permeabilidad intestinal</li> <li>- Reducción del riesgo de caries dentales</li> </ul>
<i>Lactobacillus casei defensis</i> DN 114 001 (Danone)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eficaz en el tratamiento y prevención de las infecciones gastrointestinales</li> <li>- Mantiene la actividad ureasa constante</li> <li>- Estimulación del sistema inmune</li> </ul>
<i>Lactobacillus casei shirota</i> (Yakult)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eficaz en el tratamiento de la diarrea por rotavirus</li> <li>- Reducción del riesgo de trastornos gastrointestinales</li> <li>- Reducción de la actividad de las enzimas procarcinogénicas</li> </ul>
<i>Lactobacillus johnsonii</i> La1 (Danone)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción de la incidencia de infecciones por <i>H. pylori</i></li> <li>- Reducción de la inflamación</li> <li>- Estimulación del sistema inmune</li> </ul>
<i>Bifidobacterium animalis</i> DN 173 010 (Danone)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alivio de los síntomas de eczema atópico en niños con hipersensibilidad a la leche</li> <li>- Reduce la duración del aumento de la producción de heces en niños con enfermedades diarreicas</li> </ul>
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduce la incidencia de las infecciones por rotavirus en los niños y estimula la respuesta de anticuerpos específicos contra el rotavirus</li> <li>- Mejora de la digestión de la lactosa</li> </ul>

Fuente: (Castillo, 2014).

Los beneficios atribuidos a los productos lácteos con bacterias probióticas también son de gran importancia, debido a que la producción de alimentos de estas características va en ascenso, algunos de los beneficios que podemos encontrar son:

- ✓ Fácilmente digerible y asimilable.
- ✓ Es recomendable para cualquier edad por su alto contenido de calcio.
- ✓ Previene la osteoporosis.
- ✓ Capacidad de regular lípidos, bajar los niveles de colesterol y favorecer la fermentación intestinal, muchos especialistas consideran que los probióticos tienen la virtud de prolongar la longevidad.
- ✓ Aporta proteínas, grasas, vitaminas A y B, y minerales como fosforo, potasio, magnesio, zinc y yodo.
- ✓ Aumenta la protección frente a infecciones intestinales.
- ✓ Mejora el estreñimiento.
- ✓ Fortalecer el sistema inmunológico.
- ✓ Previene el desarrollo de algunos tipos de cáncer.
- ✓ Reduce el riesgo de sufrir diabetes de tipo 2.
- ✓ Controla la presión arterial.
- ✓ Reduce el colesterol 'malo'
- ✓ Previene enfermedades neurológicas.
- ✓ Ayuda a absorber mejor los minerales de otros alimentos ("Anejo III", s.f.).

### **2.3.3. Comparación yogurt normal y producto lácteo probiótico fermentado (yogur probiótico)**

#### **2.3.3.1. Yogur normal**

El yogurt normal o común suele llevar principalmente *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* que llegan vivas al colón en pequeñas cantidades o prácticamente no llegan a sobrevivir. Estas bacterias no suelen encontrarse en el colon humano.

#### **2.3.3.2. Producto lácteo probiótico fermentado (yogur probiótico)**

El producto lácteo probiótico fermentado suele contener *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* que son bacterias comunes en el colon de las personas, además de

*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termophilus*, según el tipo de bebida. Estas bacterias llegan al colon, desplazan a las bacterias patógenas y refuerzan las defensas de la mucosa intestinal. Por lo tanto, tienen efectos beneficiosos para la salud.

La cantidad de bacterias que llevan los yogures varían de unos a otros, así como el tipo de bacteria que le añaden. No todas las bacterias producen los mismos beneficios (Madrid, 2017).

#### **2.4. La quinua**

La quinua es una planta andina que tiene un alto valor proteico, superior al de los demás cereales. El 37% de las proteínas de la quinua está formado por aminoácidos esenciales. Estos aminoácidos ayudan en procesos de producción de energía y participan en fenómenos como el aprendizaje, la memorización, la plasticidad neuronal, funcionamiento hepático, gástrico, inmunitario y del sistema cardiovascular.

La quinua también contiene grasas (monoinsaturadas y poli-insaturadas) que contribuyen en la formación y funcionalidad del sistema nervioso y visual, disminuyen el nivel de colesterol total y el colesterol LDL (colesterol malo) en la sangre. Además, es rica en fibra la cual ayuda a mejorar problemas digestivos.

La quinua se considera libre de gluten porque es un pseudocereal y tan solo puede contener 20 mg de gluten o menos por cada kg. Esto hace que la quinua sea ideal para las personas con intolerancia al gluten.

El grano de la quinua tiene minerales en un nivel superior al de los demás cereales. También contiene un alto contenido de vitaminas B, C y E y en el caso de las vitaminas B y C es mayor a la del trigo. Los minerales que contiene son fundamentales para la regulación de líquidos, el correcto desarrollo óseo y compensan los electrolitos en el organismo y las vitaminas ayudan a la digestión de proteínas, a la funcionalidad encefálica, facilita el transporte de oxígeno en la sangre y tiene propiedades antioxidantes.

“La quinua es el único cereal que además de estabilizar los niveles de grasa en el cuerpo humano, es capaz de reemplazar, en situaciones de emergencia a la leche materna. Se le denomina pseudo cereal porque no pertenece a la familia de las gramíneas en la que se encuentran los demás cereales tradicionales, pero debido a su alto contenido de almidón, su uso es el de un cereal. Se cultiva en los Andes del Perú y Bolivia y en pequeña escala en Ecuador, Colombia, Chile y Argentina” (Kamiya, Rida, & Torres, 2013).

### 2.4.1. Origen

La quinua *Chenopodium quinoa wild* es un pseudocereal originario de América del sur. Se cultivaba ya hace 5000 años en áreas andinas de mayor concentración en el altiplano de Perú y Bolivia, en las que era utilizada como alimento sagrado y como ofrenda a los dioses indígenas (incas, quechuas, aymaras y otros). Una evidencia del uso de la quinua en aquellas épocas se encuentra en la cerámica de la cultura de Tiahuanaco, en la cual se ilustra a una de las variedades más primitivas de estas plantaciones. Cuando llegaron los españoles, la quinua tenía un desarrollo tecnológico apropiado y una amplia distribución en el territorio inca y fuera de él. Garcilazo de la Vega describe que, “la planta de quinua es uno de granos más grandes que se cultivan sobre la faz de la tierra y que se asemeja algo al mijo o arroz pequeño” (Cerron, 2013).

### 2.4.2. Composición nutricional de la quinua

La quinua tiene un excepcional valor nutritivo, con grandes cantidades de carbohidratos, proteínas y excelente balance de aminoácidos esenciales, pero lamentablemente poco difundido en la canasta y el consumo familiar.

La quinua biológica contiene los 10 aminoácidos esenciales. Es un producto muy nutritivo (16% de proteína) y no contiene gluten (tiene más proteínas que el trigo y el doble de hierro, además de calcio, y vitaminas (B, E, I y C)).

El consumo de quinua está siendo cada vez más popular entre las personas interesadas en la mejora y el mantenimiento de su estado de salud mediante el cambio de los hábitos alimentarios, ya que es un excelente ejemplo de "alimento funcional" (que contribuye a reducir el riesgo de varias enfermedades). Este alimento por sus características nutricionales superiores, puede ser muy útil en las etapas de desarrollo y crecimiento del organismo. Además, es fácil de digerir, no contiene colesterol y se presta para la preparación de dietas completas y balanceadas (Pogo, 2013).

Para la FAO, Organismo de las Naciones Unidas que maneja el tema de la alimentación, la quinua es uno de los alimentos con más futuro y una fuente de solución a los problemas de nutrición (Gamarra, 2010).

En la siguiente Tabla 6, se puede apreciar el contenido de macronutrientes y la comparación con otros alimentos como maíz, arroz o trigo. Si bien es cierto las proteínas se presentan en similar cantidad en el caso del trigo, la quinua destaca por su calidad proteica ya que contiene aminoácidos

en mayor cantidad que los otros alimentos. Además de ser una buena fuente de grasas poliinsaturadas, fibra dietética y minerales.

**Tabla 6**

***Comparación del valor nutricional de la quinua con otros cereales.***

	Quinua	Trigo	Arroz	Maíz
Valor energético Kcal/100g	350.00	305.00	353.00	338.00
Proteínas g/100g	13.81	11.50	7.40	9.20
Proteínas g/100g	5.01	2.00	2.20	3.80
Hidratos de Carbono g/100g	59.74	59.40	74.60	65.20
Agua g/100g	12.65	13.20	13.10	12.50
Ca mg/100g	66.60	43.70	23.00	150.00
P mg/100g	408.30	406.00	325.00	256.00
Mg mg/100g	204.20	147.00	157.00	120.00
K mg/100g	1040.00	502.00	150.00	330.00
Fe mg/100g	10.90	3.30	2.60	-
Mn mg/100g	2.21	3.40	1.10	0.48
Zn mg/100g	7.47	4.10	-	2.50

Fuente: "Quinua el grano de los andes". Comité de exportación de quinua. La Paz – Bolivia

#### ***2.4.2.1. Proteínas y aminoácidos***

Lo que caracteriza a la quinua es su elevado valor proteico, y que la calidad de sus proteínas y equilibrio, son superiores a las de los demás cereales, fluctuando entre 12,5 a 16,7%. El 37% de las proteínas que posee la quinua está formado por aminoácidos esenciales. Los aminoácidos esenciales son aquellos que no produce el organismo, por lo que necesitan ser ingeridos a través de la dieta. La carencia de estos aminoácidos en la dieta limita el desarrollo del organismo, ya que no es posible reponer las células de los tejidos que mueren o crear nuevos tejidos, en el caso del crecimiento. Los aminoácidos esenciales para el ser humano son: valina, leucina, treonina, lisina, triptófano, histidina, fenilalanina, isoleucina, arginina y metionina. Los aminoácidos que contiene en mayor cantidad con respecto a otros cereales son: ácido glutámico, ácido aspártico, isoleucina, lisina, fenilalanina, tirosina y valina. El ácido glutámico participa en los procesos de producción de energía para el cerebro y en fenómenos tan importantes como el aprendizaje, la memorización y la plasticidad neuronal, el ácido aspártico mejora la función hepática y es indispensable para el mantenimiento del sistema cardiovascular, la tirosina tiene un importante efecto antiestrés y juega

un papel fundamental en el alivio de la depresión y la ansiedad, entre otras funciones, la lisina por ser su contenido el doble en la quinua que en los demás cereales, mejora la función inmunitaria al colaborar en la formación de anticuerpos, favorece la función gástrica, colabora en la reparación celular, participa en el metabolismo de los ácidos grasos, ayuda al transporte y absorción del calcio e, incluso, parece retardar o impedir -junto con la vitamina C- las metástasis cancerosas, por mencionar sólo algunas de sus numerosas actividades terapéuticas (Yana, 2016).

#### **2.4.2.2. Vitaminas**

La quinua posee un alto contenido de vitaminas del complejo B, C y E, y su contenido de vitamina B y C es superior a la del trigo. Es rica en caroteno y niacina (B3), también la vitamina A está presente en la quinua. Contiene sustancialmente más riboflavina (B2), tocoferol (vitamina E) y caroteno que el trigo y el arroz (Yana, 2016).

#### **2.4.2.3. Grasa**

En la quinua la mayoría de sus grasas son monoinsaturadas y poliinsaturadas, que son beneficiosas para el cuerpo por ser elementales en la formación de la estructura y en la funcionalidad del sistema nervioso y visual del ser humano, a la vez que disminuyen el nivel de colesterol total y el colesterol LDL (colesterol malo) en la sangre, sólo por hacer mención a algunos de los múltiples beneficios que tiene el consumo de los ácidos grasos omega para el organismo. Los valores de ácidos grasos en el grano crudo son de 8,1%, 52,3%, 23% de omega 3, omega 6, omega 9 respectivamente (Yana, 2016).

#### **2.4.2.4. Minerales**

El grano de la quinua tiene casi todos los minerales en un nivel superior a los demás cereales, contiene fósforo, calcio, hierro, potasio, magnesio, manganeso, zinc, litio y cobre. Posee 1,5 veces más calcio en comparación con el trigo, este mineral es responsable de varias funciones estructurales de huesos y dientes. Por esta razón el calcio es un componente esencial de la alimentación. El aporte recomendado de calcio en niños de 4 a 9 años es de 600-700 mg/día y para adultos va entre 1000 a 1300 mg/día. El calcio es absorbido por el organismo, debido a la presencia simultánea del zinc, lo que la hace muy recomendable para evitar la descalcificación y la osteoporosis, a diferencia de otros alimentos que si contienen calcio pero que no logra ser absorbido por el cuerpo. El contenido de zinc en la quinua es el doble que la que contiene el trigo, y comparada con el arroz y el maíz, las diferencias son aún mayores (Yana, 2016).

#### **2.4.2.5. Carbohidratos y fibra dietética**

La quinua es un alimento con grandes cantidades de carbohidratos, concretamente, de cada 100 gramos de quinua, 70 son carbohidratos. Según la FAO, Organismo de las Naciones Unidas, la quinua cuenta con aproximadamente 399 Kcal por cada 100 gramos y la mayoría del contenido calórico proviene de los hidratos de carbono. Los carbohidratos de las semillas de quinua contienen entre un 58 y 68% de almidón y un 5%

de azúcares, lo que la convierte en una fuente óptima de energía que se libera en el organismo de forma lenta por su importante cantidad de fibra, El almidón es el carbohidrato más importante en todos los cereales.

La quinua también es rica en fibra, esta supone un 15% del total del producto, se ha demostrado que la fibra dietética disminuye los niveles de colesterol total, LDL-colesterol, presión arterial y actúa como antioxidante. Los antioxidantes nos protegen frente a los radicales libres, causantes de los procesos de envejecimiento y de algunas otras enfermedades (Pogo, 2013).

#### **2.4.3. Proceso de postcosecha, transformación y agroindustria de la quinua**

El incremento de la calidad y disponibilidad de alimentos se logra mediante un proceso integral de manejo de la producción agropecuaria. Un enfoque integral del proceso productivo de un cultivo involucra necesariamente analizar el sistema de producción desde la siembra hasta la utilización de los productos, pasando por todas las etapas agronómicas (crecimiento, reproducción y maduración), y por las etapas de cosecha y postcosecha (cosecha, acondicionamiento, beneficio, almacenamiento, empaque y distribución), hasta que el producto llegue al consumidor.

Este proceso integral conocido tradicionalmente como manejo del sistema "De producción a consumo", modernamente se conoce como el enfoque o manejo de la "Cadena agroalimentaria" y que no es otra cosa que enfocar el proceso de producción y disponibilidad de alimentos en una forma integral, sin dejar de lado problemas que sin ser agronómicos muchas veces determinan la calidad y disponibilidad de los mismos.

Las pérdidas de productos alimenticios debido a problemas de postcosecha en muchos casos superan a las pérdidas causadas por problemas de producción. En el caso del cultivo de quinua, las pérdidas en postcosecha parecen ser muy significativas. Por ejemplo, en un estudio, Nieto y Soria, en 1991, se encontró que, en promedio, sin incluir las pérdidas por procesamiento (limpieza, secado y desaponificado de granos), se producen hasta un 16% de pérdidas en campo,

durante el proceso de precosecha y cosecha del cultivo. En este caso, se comprobó que las pérdidas durante el proceso de maduración se producen debido que los agricultores dejan demasiado tiempo la cosecha en el campo, lo que incrementa el ataque de aves o la caída de granos por viento o lluvia.

Por otro lado, en cultivos como la quinua, que requieren de ciertos tratamientos especiales antes de ser consumidos, los procesos de postcosecha y acondicionamiento se vuelven determinantes para mejorar la calidad y aprovechamiento de las cosechas. El manejo de estos procesos en productos agrícolas, no solamente ayuda a mejorar la calidad de los productos y subproductos finales, sino que eleva los ingresos de los productores, al evitar o disminuir las pérdidas (Gamarra, 2010).

#### **2.4.4. Usos alimentarios**

Según Abdón, D. (2003) citado en (Gamarra, 2010), “el grano de quinua es la parte primordialmente empleada en la *alimentación* y nutrición del ser humano previa eliminación de la saponina, su consumo es ya sea como grano o procesado y en combinación con harinas de otros granos”.

Los principales usos de la quinua son:

##### **Uso alimenticio**

La quinua es un alimento muy completo y de fácil digestión para el ser humano, ya que posee 10 aminoácidos esenciales. Una vez eliminada la saponina que produce el sabor amargo, mediante el lavado a mano, los granos de quinua se tostan y con ellos se produce harina. También pueden ser cocidos, añadidos a las sopas, ensaladas, postres, usado como cereal, pastas e incluso se fermenta para obtener cerveza o chicha, bebida tradicional de los Andes. Cuando se cuece toma un sabor similar a la nuez.

La quinua molida puede ser utilizada para la elaboración de distintos panes, tanto tradicionales como industriales, permite mejorar características de la masa, haciéndola más resistente, lo cual favorece una buena absorción de agua; muchas veces sustituye a la harina de trigo y enriquece así sus derivados de panes, tortas y galletas.

##### **Usos medicinales**

Las aplicaciones de la quinua en la medicina tradicional son conocidas desde hace miles de años. En las comunidades del altiplano y los valles se menciona que los curanderos hacen

múltiples usos de la quinua para fines curativos e inclusive mágicos, utilizando el grano, los tallos, y las hojas para este fin. Los usos más frecuentes que para los que se aplicaba son para el tratamiento de abscesos, hemorragias y luxaciones, haciendo una pasta mezclada con alcohol o aguardiente.

Según la medicina tradicional, el tallo y las hojas de la quinua cocidas con aceite, vinagre y pimienta proporcionan sangre, de igual manera si se hacen cocer las hojas sólo con vinagre y se hacen gárgaras, o se coloca una cataplasma, se desinflama la garganta y se curan las anginas. Si las hojas se hacen cocer con azúcar y canela, este cocimiento purifica el estómago, desaloja la flema y la bilis y quita las náuseas y el ardor del estómago. La infusión de las hojas se usa para tratar infecciones de las vías urinarias o como laxante (Pogo, 2013).

Entre otros usos de diferentes partes de la planta, están:

- Como *forraje* y concentrado en la alimentación de animales,
- Para el *control sanitario* de plagas y parásitos que afectan a los animales domésticos.
- En la agricultura: como *tutor* en siembras asociadas y para hacer separaciones entre cultivos y terrenos.
- También utilizado en *costumbres* ceremoniales.
- Usado también como *combustible*, los rastrojos y tallos secos.
- El polvillo con saponina obtenido en el descascarado por fricción de la quinua perlada. Se usa en la fabricación de jarabe de frutas, cerveza, crema de afeitar, etc. (Gamarra, 2010).

#### 2.4.5. Subproductos de la quinua

Los principales productos que se obtienen a partir de la quinua y sus usos se detallan a continuación.

##### **Harina cruda de quinua**

Es el producto resultante de la molienda de la quinua perlada, su finura dependerá del número de zaranda o malla que se usan en la molienda. Se utiliza en panificación, fidelería, galletería, repostería, etc. (Meyhuay, s.f.).

##### **Harina tostada de quinua**

Es el producto resultante de la quinua perlada tostada sometido a un proceso de molienda, se usa generalmente para la repostería (Meyhuay, s.f.).

### **Harina instantánea de quinua**

Es la harina de quinua precocida (gelatinizada), reducida a polvo y que se dispersan rápidamente en líquidos, esta cualidad y la de poder ser consumido sin previa cocción la ponen en ventaja sobre la harina cruda para ciertos usos como en la preparación de bebidas instantáneas, uso en postres, cremas como suplemento nutritivo en cocoa y leches malteadas (Meyhuay, s.f.).

### **Quinua perlada**

Es el grano entero, producto del proceso de escarificado o extracción de la saponina del grano de quinua. Se utiliza directamente en la elaboración de guisos tradicionales o indirectamente para la elaboración de harinas, hojuelas y expandidos (Meyhuay, s.f.).

### **Hojuelas de quinua**

Los granos de quinua perlada son sometidos a un proceso de laminado a presión, ejercido por 2 rodillos lisos sobre los granos, lo que permite darles una forma laminada o aplanada. Este producto es consumido previa cocción y mezclado con leche en el desayuno bajo la forma de “cereal” (Meyhuay, s.f.).

### **Expandido de quinua**

Se obtiene a partir de la quinua perlada, aunque algunas veces de la quinua al natural. Este producto resulta de la expansión brusca de los granos obtenidos al someter estos a una temperatura alta y descompresión violenta. Es consumido en su mayoría por niños (Meyhuay, s.f.).

### **2.4.6. Beneficios de la quinua**

Es un alimento que se podría decir que tiene un sinnúmero de beneficios, entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

- La quinua es un producto sin gluten.
- Contiene todos los aminoácidos esenciales.
- Contiene la mayor parte de los ácidos grasos no saturados.
- Contiene la mayor parte de los ácidos grasos esenciales.
- Al consumir la quinua, las células del organismo garantizan la producción conveniente de energía, gracias a la vitamina B2 o riboflavina.
- La quinua reduce el riesgo de enfermedades del corazón.
- Aumenta los niveles de hierro en las mujeres con embarazo.
- Ayuda como tratamiento para el asma.

- Cien gramos de quinua aportan entre 11 a 21.3 g de proteína, 5.3 a 8.4 g de grasa, 53.5 a 74.3 g de carbohidratos y 2.1 a 4.9 g de fibra (Pilco, 2015).

## **2.5. Alimentación complementaria escolar**

La Alimentación Complementaria Escolar es aquella alimentación sana, nutritiva y culturalmente apropiada, provista regular y permanentemente a las y los estudiantes dentro de las unidades educativas del Sistema Educativo Plurinacional durante la gestión educativa, que complementa la alimentación del hogar contribuyendo a la mejora de la nutrición y el rendimiento escolar.

La Alimentación Complementaria Escolar, antes denominada “Desayuno Escolar”, es un servicio que beneficia a las y los estudiantes de manera muy heterogénea, en diversos aspectos como mejorar la cobertura, estimular la permanencia, evitar la deserción y mejorar el rendimiento. Algunos municipios solo prestan el servicio en determinados periodos de la gestión escolar, el privilegio casi generalizado con el servicio a las y los estudiantes de primaria antes que a los de inicial y secundaria. La calidad y cantidad de la alimentación, la excesiva oferta de alimentos con bajo o inadecuado aporte nutricional, factores que de alguna manera están determinando las condiciones de prestación del servicio que se debe superar en el más corto plazo (Ministerio de educación [ME], 2015).

### **2.5.1. ¿Qué es la ración alimentaria escolar?**

En primer lugar, una ración alimentaria orienta sobre la cantidad de los distintos grupos de alimentos que debemos consumir para conseguir una alimentación saludable. Una ración o porción alimentaria es la cantidad habitual de alimento que se suele consumir expresada en gramos o en medidas caseras. El tamaño de las raciones y la frecuencia de consumo deben adecuarse a la edad, recomendaciones energéticas y situación fisiológica de cada persona. Por ejemplo, una rebanada de pan (35 g), 1/2 taza (35g) de verduras o frutas, una taza (200 ml) de leche o bebida láctea, o 80 g de carne, pollo o pescado.

La ración de alimentos sanos y nutritivos que las y los portadores del derecho reciben dentro de las Unidades Educativas, complementa y no sustituye la alimentación del hogar contribuye a satisfacer las recomendaciones diarias de energía y nutrientes.

La ración alimentaria ya sea el desayuno, merienda y/o almuerzo escolar es un complemento a las principales comidas y se sirve como un refrigerio tanto en el turno de la mañana, tarde y noche durante todos los días hábiles de la gestión educativa. En una merienda escolar saludable no deben faltar alimentos de los grupos: cereales, lácteos y frutas.

Los alimentos del grupo lácteos proporcionan calcio y proteínas, nutrientes básicos para el crecimiento. Es recomendable el consumo de leche, yogur o un pedazo de queso de manera alterna.

Una de las características en la dotación de la alimentación complementaria escolar es la distribución de leche, bebidas lácteas o combinadas con algún cereal. Es aconsejable mantener la frecuencia como parte de la ración líquida intercalando con jugos o zumos de fruta o yogur (Ministerio de Educación[ME]; Ministerio de Salud[MS], 2018).

### **2.5.2. Calidad de la alimentación complementaria escolar**

La calidad de la alimentación complementaria escolar, se define por los siguientes aspectos:

- El contenido nutricional de la ración adecuada en cantidad y variedad, valorando las costumbres locales de acuerdo a las recomendaciones nutricionales del grupo poblacional según edad, sexo y actividad física.
- Características organolépticas (olor, color, sabor, textura) e inocuidad.
- La calidad de la alimentación complementaria escolar implica que la ración de alimentos, debe suministrar un aporte de energía y nutrientes, según las recomendaciones, considerando la edad promedio de las y los estudiantes del subsistema de educación regular, respetando los patrones y hábitos alimentarios locales o regionales.
- Los productos destinados a la alimentación complementaria escolar deben ser nutritivos, sanos, inocuos (libres de contaminación) pudiendo ser además ecológicos y orgánicos sin contaminación agro tóxicas, aditivos y otras sustancias que puedan ser nocivas para la salud de las y los estudiantes, ni presentar deterioro físico.
- Los alimentos procesados e industrializados deben cumplir la norma de etiquetado NB-314001 y especificar los ingredientes, la cantidad en gramos o mililitros, el aporte nutricional, la fecha de elaboración y expiración, instrucciones para su preparación, esta información deberá estar ubicada en un lugar visible y legible
- La Resolución Administrativa 072/2002 (SENASAG), se refiere al cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura de los alimentos para la obtención del registro sanitario.

- El Decreto Supremo 26510, se orienta a la protección de la salud humana y se aplica a todos los productos pre envasados.
- La Ley 2274, se orienta a que los alimentos elaborados en base a organismos genéticamente modificados (OMG) no podrán ser incorporados en la alimentación complementaria escolar.
- El control de la calidad de alimentos destinados a la alimentación complementaria escolar debe incluir pruebas laboratoriales (bromatológicas, microbiológicas y nutricionales), que deben ser realizados por laboratorios autorizados de la Red de Laboratorios Oficiales para el Análisis de Alimentos y Aguas (RELOAA).
- Para el control de la inocuidad y calidad nutricional de los alimentos destinados a la alimentación complementaria escolar: el proveedor debe facilitar las muestras necesarias y en cantidad suficiente a requerimiento del Gobierno Autónomo Municipal, bajo control del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG) en la toma de muestras, el mismo que debe ser remitido a un laboratorio de la REDLOAA.
- Para una respuesta oportuna en caso de emergencias de detección de alimentos deteriorados el municipio debe utilizar mecanismos directos de respuesta para la toma de decisiones inmediata.
- El contenido de micronutrientes en los alimentos de la alimentación complementaria escolar deben ser certificados por laboratorios oficiales.
- Los Gobiernos Autónomos Municipales crearán espacios de concertación y coordinación para la alimentación complementaria escolar, en el marco del Derecho Humano a la Alimentación Adecuada, Soberanía y Seguridad Alimentaria Nutricional en los cuales participarán los Consejos Educativos Social Comunitario de Unidades Educativas, proveedores de alimentos, autoridades locales y otros involucrados en el control de calidad sanitaria y nutricional (Ministerio de Educación[ME]; Ministerio de Salud[MS], 2018).

### **2.5.3. La evaluación sensorial o de aceptabilidad**

La calidad de los alimentos se mide por las características sensoriales (apariencia, color, sabor, olor y consistencia/textura) de los alimentos, que determinan su aceptación final por parte de las y los portadores del derecho que reciben el servicio de alimentación complementaria escolar en sus unidades educativas.

El análisis sensorial o evaluación sensorial es la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente, con un producto nuevo con diferentes formulaciones o simplemente con un cambio en alguno de los componentes con el fin de mejorarlo. Se debe tener claro el propósito y el aspecto o atributo que se va a medir.

Los gobiernos autónomos municipales en coordinación con los Servicios Departamentales de Salud (SEDES), las Direcciones Departamentales de Educación y los Consejos Educativos Comunitarios con la finalidad de mejorar la alimentación complementaria escolar, establecerán mecanismos para conocer el grado de aceptabilidad, tolerancia y satisfacción, realizando pruebas de aceptabilidad con la siguiente frecuencia.

- Al inicio de la gestión
- Cada vez que se introducen preparaciones o productos nuevos
- A media gestión
- A finalizar la gestión escolar

En cada unidad educativa se debe disponer de buzones de sugerencias y reclamo, sobre los alimentos que reciben de la alimentación complementaria escolar, los mismos deben ser analizados por el o la directora, las maestras y maestros, el Consejo Educativo Comunitario, padres de familia y dos representantes de los estudiantes y ser informados al municipio para la toma de decisiones técnicas.

Para que un producto, o preparación sea considerado con grado adecuado de aceptabilidad debe alcanzar el 85% de preferencia (Ministerio de Educación[ME]; Ministerio de Salud[MS], 2018).

#### **2.5.4. Como aplicar la prueba de aceptabilidad**

La metodología para aplicar la prueba de aceptabilidad, comprende los siguientes pasos:

- Explicar a las y los portadores del derecho en que consiste la prueba.
- Como llenar el formulario de aceptabilidad.
- Llevar a cabo la degustación.

- Marcar su preferencia con una X en el espacio que corresponda a la expresión con la que más identifican el producto.
- En observación escribir las sugerencias para mejorar el producto por ejemplo aumentar azúcar, está muy duro, tiene olor extraño y todos los que consideren importantes.

No deben olvidar que la percepción de un alimento es propia de cada estudiante; esta prueba permite mejorar la alimentación respondiendo a factores de calidad como es la aceptación y la calidad nutricional de los alimentos.

Esta prueba reportará resultados sobre el grado aceptabilidad del producto X, lo que permitirá aceptar o rechazar el producto.

La aceptabilidad es el aspecto que más debería pesar en la definición del menú para la alimentación complementaria escolar, pues, aunque los demás aspectos de calidad sean atendidos, si las y los portadores del derecho no consumen los alimentos de dotación escolar todos los esfuerzos habrán sido en vano (Ministerio de Educación[ME]; Ministerio de Salud[MS], 2018).

### **2.5.5. Modalidades de atención del servicio de la ACE**

Las modalidades de atención del servicio de la alimentación complementaria escolar se dividen en dos:

- 1) La alimentación complementaria escolar elaborada en la unidad educativa, que se refiere a la preparación de la merienda y/o almuerzo para las y los portadores del derecho en el sitio, considerando la duración de la jornada escolar.
- 2) El servicio de alimentos procesados e industrializados, que se refiere a la dotación de alimentos procesados e industrializados a las unidades educativas.

Se brinda el servicio de una modalidad específica dependiendo de la ubicación y de los recursos que cuenten en la unidad educativa como en el lugar donde se encuentra (Ministerio de Educación; Ministerio de Salud, 2018).

En nuestro caso se aplicará la segunda modalidad, ya que el lugar donde se distribuirá el desayuno escolar cuenta con los recursos necesarios para prestar este servicio.

#### ***2.5.5.1. Servicio de alimentos procesados e industrializados***

Para esta modalidad se deben tener en cuenta varios aspectos:

Considerar espacios exclusivos para el almacenamiento y distribución. Los productos lácteos deben ser almacenados a temperaturas entre 2 – 5 °C o en lugares frescos y secos de la Unidad Educativa, o contar con equipos de refrigeración para su mantenimiento.

Los envases primarios para los alimentos de la ACE deben cumplir la norma boliviana de etiquetado NB 314001 (IBNORCA), ser inocuo y no debe comprometer la calidad del alimento.

Los envases secundarios o empaques, según el tipo de ración sólida o líquida podrán ser bolsas plásticas o cartones.

Los envases terciarios o empaques según el tipo de ración sólida o líquida podrán ser contenedores plásticos o cajas metálicas para facilitar el transporte, almacenamiento e inocuidad del alimento.

El transporte, almacenamiento y distribución de alimentos de la alimentación complementaria escolar deben garantizar la inocuidad de los alimentos procesados e industrializados, buenas prácticas higiénicas de acuerdo a norma boliviana (NB 855 IBNORCA).

Con el fin de garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos que componen la ración procesada e industrializada, se debe contar con equipos e implementos que garanticen el almacenamiento transitorio de los alimentos desde su entrega a la unidad educativa por parte del operador, hasta el consumo por parte de las y los estudiantes.

Los Gobiernos Autónomos Municipales, para la distribución y consumo, deben dotar del menaje y vajilla, de materiales resistentes al uso y corrosión, así como a la utilización frecuente de los agentes de limpieza y desinfección y en cantidad suficiente para asegurar un servicio ágil y oportuno (Ministerio de Educación[ME]; Ministerio de Salud[MS], 2018).

La ración estimada de la merienda varía dependiendo de la edad de los estudiantes como de la hora del día a la que lo vayan a consumir. Debido a que la producción del alimento complementario escolar generalmente es elaborada en grandes cantidades se recomienda una cantidad entre 140 – 200 ml para el caso del yogurt, ya que dentro de este rango de cantidad se ajusta a lo que cada estudiante en diferentes etapas escolares debería consumir.

#### **2.5.6. Contrataciones de proveedores locales de alimentos para la ACE**

Los proveedores locales y contrataciones se realizan de acuerdo según la Ley 622 de Alimentación Escolar, programa nacional de alimentación complementaria escolar.

### **Proveedores locales para la alimentación complementaria escolar.**

Para los fines de la presente Ley, son proveedores locales de alimentos para la Alimentación Complementaria Escolar, los siguientes actores de la economía social comunitaria:

- a) Personas Naturales.
- b) Asociaciones de Pequeños Productores Rurales-APPR.
- c) Organizaciones Económicas Campesinas, Indígena Originarias-OECAS.
- d) Organizaciones Económicas Comunitarias-OECOM.
- e) Familias productoras indígena originario campesinas, interculturales y afrobolivianas organizadas en la agricultura familiar sustentable (Ministerio de educación [ME], 2015).

### **Contratación de alimentos para la alimentación complementaria escolar.**

- I. En el marco de la política de soberanía alimentaria y con la finalidad de fomentar la economía social comunitaria, se autoriza a los gobiernos autónomos municipales de los municipios con categorías demográficas A y B, realizar la contratación directa de alimentos para la Alimentación Complementaria Escolar, provistos por proveedores locales con establecimiento de su actividad productiva en el municipio y que cumplan con las condiciones establecidas por la entidad contratante.
- II. El procedimiento para las contrataciones establecidas en el Parágrafo precedente, deberá ser reglamentado y aprobado por el órgano ejecutivo del gobierno autónomo municipal.
- III. Para la contratación de alimentos destinados a la Alimentación Complementaria Escolar, en el marco de la normativa de contrataciones estatales, se deberá priorizar la compra de productos y/o materia prima que provengan de productores locales de las diferentes regiones del país, fomentando el consumo de alimentos sanos y culturalmente apropiados.
- IV. Para la contratación de alimentos destinados a la Alimentación Complementaria Escolar, se deberá prever que los productos semi-procesados y procesados, sean elaborados con materia prima de producción nacional, evitando la utilización de materia prima y productos que no sean de origen nacional.
- V. Queda prohibida la contratación de alimentos genéticamente modificados (transgénicos) para la Alimentación Complementaria Escolar (Ministerio de educación [ME], 2015).

Para promover el Apoyo Nacional a la Producción y Empleo se aplicará la contratación de alimentos destinados al desayuno escolar y programas de nutrición, donde se establecerá que los

productos sean elaborados con materias primas de producción nacional, con énfasis en la producción local, prohibiéndose la compra de alimentos de origen genéticamente modificado (transgénicos). Se deberá incorporar en el desayuno escolar cereales producidos en el país como: maíz, amaranto, cañahua, quinua, tarwi y otros (Federación de asociaciones municipales de Bolivia [FAM - BOLIVIA], 2008).

### **Requisitos.**

- I. Los requisitos para contratar a los proveedores locales de alimentos, establecidos en el Artículo 6 de la presente Ley, son los siguientes:
  - a. Carnet de Identidad para personas naturales.
  - b. Personería Jurídica o documento que acredite la condición de Asociaciones de Pequeños Productores Rurales-APPR, Organizaciones Económicas Campesinas, Indígena Originarias-OECAS, Organizaciones Económicas Comunitarias-OECOM y familias productoras indígena originario campesinas, interculturales y afrobolivianas organizadas en la agricultura familiar sustentable, emitido por las instancias competentes.
  - c. Poder general amplio y suficiente del representante legal, o documento que acredite la representación.
  - d. Número de Identificación Tributaria - NIT, salvo lo previsto en la Disposición Adicional Primera de la presente Ley.
  - e. Retención del siete por ciento (7%) de cada pago parcial, como garantía de cumplimiento de contrato. En procesos de contratación donde el pago sea contra entrega de los bienes y no exista pagos parciales, no se realizará retenciones y no se solicitará garantías.
  
- II. Las entidades territoriales autónomas responsables de contratar la Alimentación Complementaria Escolar, no solicitarán

a los proveedores locales de alimentos, establecidos en el Artículo 6 de la presente Ley, más requisitos de los establecidos en el Parágrafo precedente (Ministerio de educación [ME], 2015).

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

#### 3.1. Definición del producto

El producto lácteo probiótico fermentado fortificado con quinua que se desea elaborar tiene características muy particulares y beneficiosas para la salud, tal como al estar elaborado con bacterias probióticas como *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* además de las bacterias lácticas *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* que están presentes en el yogurt común, proporciona un nivel nutritivo elevado que, al consumirlo no solo permite aprovechar sus propios nutrientes, sino también al ayudar a limpiar el sistema digestivo nos permite aprovechar todos los alimentos que se consumen. Este producto lácteo está fortificado con quinua procesada, que le da una característica llamativa y aumenta su valor nutritivo, ya que este pseudocereal es llamado el grano de oro por la infinidad de características beneficiosas que cuenta.

#### 3.2. Materia prima

##### 3.2.1. Leche natural

La selección de la leche para la elaboración del producto lácteo probiótico fermentado debe ser cuidadosa, la leche utilizada debe cumplir con las Normas Bolivianas NB o el Codex correspondiente. Debiendo ser de buena calidad microbiológica y libre de sustancias inhibidoras como ser antibióticos, pesticidas, detergentes, etc. (Programa de desarrollo lechero del Altiplano [PDLA], 2004).

La leche será adquirida de los comunarios de la misma localidad de Papel Pampa, y antes de ser aceptada deberá pasar todas las pruebas de control de calidad.

##### 3.2.2. Quinua

Bolivia posee la mayor diversidad de semillas de quinua. En Bolivia, se cultiva la quinua en el altiplano norte, central y sur, valles interandinos y en los salares existentes al sur que se caracterizan por tener un clima templado. El cultivo rinde mejor en lugares áridos y semiáridos, con influencia de la radiación solar, como por ejemplo en La Paz, en las provincias Manco Kapac, Aroma, Gualberto Villarroel, y últimamente se está incursionando en la provincia Pacajes.

La variedad de quinua más cotizada a nivel internacional es la “Quinua Real” por sus propiedades nutricionales, que solo se produce en el altiplano sur y parte del altiplano central y no ha podido ser adaptada a otras regiones del mundo, ya que es una variedad de altura y su floración depende de un número de horas luz bien definido. Esta es la variedad de quinua que más se produce en el altiplano boliviano (PROCISUR, 2014).

Siendo esta una de las variedades más producidas y además la más cotizada debido a todas las bondades que posee, será esta la variedad de quinua que se va a adquirir del mismo municipio a los productores locales, esta materia prima también deberá pasar las pruebas de control de calidad para que pueda ser aceptada.

### **3.2.3. Azúcar**

La sacarosa es un hidrato de carbono muy abundante en el reino vegetal y se conoce popularmente como “azúcar”. El azúcar se utiliza en la industria alimentaria como agente edulcorante, es un alimento rico en carbohidratos. Para la producción del producto fermentado probiótico es importante la adición de azúcar debido a que además de aumentar la cantidad de sólidos totales le proporciona un sabor más agradable al producto.

La adquisición de azúcar deberá ser de industria nacional.

## **3.3. Aditivos**

### **3.3.1. Citrato de sodio**

El citrato de sodio actúa como agente amortiguador o agente estabilizador para controlar el pH que ayuda a regular el sabor amargo o la acidez, también en la producción de leches fermentadas ayuda a resaltar el sabor y aroma del producto final.

### **3.3.2. Esencia y colorante**

Son muy utilizados en la industria alimentaria para mejorar el sabor, aroma y darle un aspecto más llamativo al producto, la adición de estos no le proporcionará valor nutritivo alguno. La adición de esencias y colorantes al producto probiótico fermentado no deberá modificar las propiedades principales.

La adquisición de los aditivos deberá ser de industria nacional.

### 3.3.3. Cultivo

Para la producción de leches fermentadas se utilizan una gran variedad de cultivos como las que contienen las bacterias del yogurt y las que contienen las bacterias probióticas dependiendo del tipo de producto que se busca, en nuestro caso se hará uso de ambas, se va a incorporar el cultivo láctico liofilizado ABY-1, que contiene las bacterias probióticas (*Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium species*) y las bacterias del yogurt (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*). Se eligió este cultivo debido a que es uno de los que cuenta con más estudios clínicos en humanos con protocolos de alta calidad, proporciona múltiples beneficios para la salud entre los más relevantes esta que ayuda con la función intestinal y va dirigido a la población en general.

El cultivo láctico liofilizado ABY-1, elaborado por la empresa Christian Hansen's Inc., será adquirido mediante la empresa que los importa a Bolivia "Biotal".

Las características de este cultivo láctico se describen en la siguiente tabla 7.

**Tabla 7**

***Características del cultivo ABY - 1***

<b>Cultivo ABY-1</b>	
Características	Descripción/Escala
Composición de bacterias	Bifidobacterium species (BB-12)
	Lactobacillus acidophilus (LA-5)
	Streptococcus thermophilus (ST)
	Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus (LB)
Firmeza del gel	3
Textura	1
Velocidad de fermentación	5
Post acidificación	4
Sabor	3

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de (Chr Hansen, 2014).

Escala: 1 = muy bajo/muy lento, 2 = bajo/lento, 3 = medio, 4 = alto/rápido, 5 = muy alto/muy rápido.

### 3.4. Selección de la tecnología

La maquinaria para la elaboración del producto lácteo probiótico fermentado fortificado con quinua a nivel industrial es la siguiente:

### **3.4.1. Tanque de recepción de leche**

En el marco de la producción lechera, un tanque de leche o enfriador de leche es una tina de depósito empleada para enfriar y conservar la leche a baja temperatura hasta que esta pueda ser utilizada. El tanque de recepción de la leche debe ser de acero inoxidable, de fácil limpieza, diseñado de forma arqueada para evitar problemas de residuos.

### **3.4.2. Centrifugador**

En el proceso de elaboración de algunos productos lácteos se debe normalizar la cantidad de grasa en la leche, la leche es enviada previamente a la centrifugadora separadora de grasa, o comúnmente llamada descremadora o desnatadora, con la finalidad de obtener un producto con un porcentaje final de grasa menor al que se tiene inicialmente. Este proceso se completa al exponer a la leche entera a una fuerza centrífuga a través de varias series de anillos o platos rotatorios a velocidades elevadas (Jemio, 2012).

### **3.4.3. Homogenizador**

Para la producción de derivados lácteos u otros productos con grasa se recomienda incorporar un homogeneizador para reducir el contenido de grasa libre en el producto final.

La homogeneización es el proceso de reducción del tamaño del glóbulo graso en tal extensión que después de 48 horas de almacenamiento no se presente una separación visible. El contenido graso tampoco diferirá en más del 10% desde el principio hasta el final. Este proceso se completa al forzar la leche entera a través de pequeñas aberturas a presiones extremadamente elevadas.

El diámetro medio de los glóbulos grasos antes de la homogeneización es de 3 a 4 micras, aunque existen glóbulos desde 0,1 a más de 20 micras. Después de la homogeneización, los glóbulos tendrán un diámetro medio de 0,3 a 0,4 micras, con lo que habremos reducido el tamaño a un décimo del tamaño inicial.

Los homogeneizadores se consideran como bombas de desplazamiento positivo, así que su ubicación en el sistema puede ser importante en relación a los requisitos de tiempo - temperatura - presión.

Un homogeneizador es una bomba de émbolo muy potente de alta presión. Por medio de alta presión se hace pasar a la mezcla a través de pequeñas ranuras existentes entre la válvula y el asiento, lo que produce la rotura de los glóbulos (Sarzuri, 2011).

#### 3.4.4. Pasteurizador

La pasteurización detiene la actividad vital de formas patógenas de bacterias resistentes al calor. Para la pasteurización de leche destinada a la elaboración de quesos o leches fermentadas, la pasteurización batch o por lotes es la más adecuada. La pasteurización para este tipo de productos es de larga duración, generalmente desde 15 a 30 minutos.

El pasteurizador debe estar construido en acero inoxidable, con chaqueta térmica, con un sistema de fácil drenaje, nivel de agua para controlar mejor la cantidad de líquido que ingresa y termómetro digital, debe ser de fácil limpieza (Cooperación Alemana al Desarrollo - GIZ, 2013).

#### 3.4.5. Tanque de maduración

La fermentación biológica es generalmente exotérmica, por lo que, en la mayor parte de los casos, para mantener la temperatura constante en el proceso el tanque está rodeado por una camisa por la que circula agua (u otro fluido), lo que permite controlar la temperatura; para tanques mayores, este sistema ya no es eficiente y es reemplazado por un serpentín que circula adyacente a la pared interior del tanque. Por ello al implementar un tanque se requiere de un intercambiador de calor para mantener el líquido de enfriamiento a la temperatura deseada.

La misma propagación celular (*Fouling*) puede afectar la esterilidad y eficiencia del tanque agitado, especialmente en los intercambiadores de calor; para evitar esto, el tanque debe ser de fácil limpieza y con acabados lo más sanitariamente posible (de ahí sus formas redondeadas y lisas).

Este tipo de tanques enchaquetados son comúnmente cilíndricos, variando en tamaño desde algunos mililitros hasta varios metros cúbicos y son usualmente fabricados con acero inoxidable pulido.

El diseño de este tipo de tanques es una tarea de ingeniería bastante compleja porque los microorganismos o células son capaces de realizar su función deseada con gran eficiencia solo bajo condiciones óptimas; estas condiciones ambientales como flujo de gases (por ejemplo, oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono, etc.), temperatura, pH, oxígeno disuelto y velocidad de agitación o circulación, deben ser cuidadosamente monitoreadas y controladas. La mayoría de los fabricantes industriales de biorreactores usan recipientes, sensores, controladores y un sistema de control interconectados para su funcionamiento en el sistema de cultivo. Los factores que se consideran fundamentales para el diseño de biorreactores son tamaño, condiciones del proceso,

configuración del biorreactor, modo de operación, esterilización, procesos post-fermentativos y coste.

El cultivo tipo batch o por lotes, si bien es quizás el más difundido en los procesos de fermentación y es el que se aplica en la obtención de yogur; pero es el que ofrece menos posibilidades de control. Una vez sembrado el medio de cultivo y fijada la temperatura, las células quedan sujetas a su propia potencialidad, que se manifiesta creciendo a la máxima velocidad que le permite el medio de cultivo empleado, siendo el operador solamente un espectador de los acontecimientos, limitándose a mantener constantes las condiciones que requiere este proceso para continuar. La duración del cultivo batch es limitada en el tiempo y depende esencialmente de las condiciones iniciales del cultivo. Una vez inoculado el medio, la concentración de biomasa aumenta rápidamente a expensas de los nutrientes del medio; y conforme el sustrato que limita el crecimiento se va agotando la propagación se hace más lenta hasta que se detiene toda reproducción celular, finalizando entonces el batch (Reyes, 2008).

Características requeridas en el tanque:

El proceso para elaborar producto lácteo probiótico fermentado requiere de ciertas condiciones que debe de cumplir el tanque donde se lleve a cabo; pues es necesario aparte de mantener a los organismos vivos durante todo el proceso, tener una transferencia de calor eficaz un mezclado adecuado y evitar la contaminación del producto final. Por eso el tanque multiuso debe cumplir, por lo menos, con lo siguiente:

- Acceso fácil a todos sus componentes para su limpieza.
- Una tapadera de cierre totalmente hermético para evitar la contaminación del medio, pero con un visor adecuado para ver la evolución del producto.
- El material de fabricación no debe contaminar el proceso.
- Indicadores para determinar el volumen que se ha colocado dentro del tanque.
- Puertos de acceso en la camisa para la entrada y salida del fluido térmico.
- Puerto de descarga para el producto del diámetro adecuado.
- Coplas para insertar los sensores de temperatura y pH (Reyes, 2008).

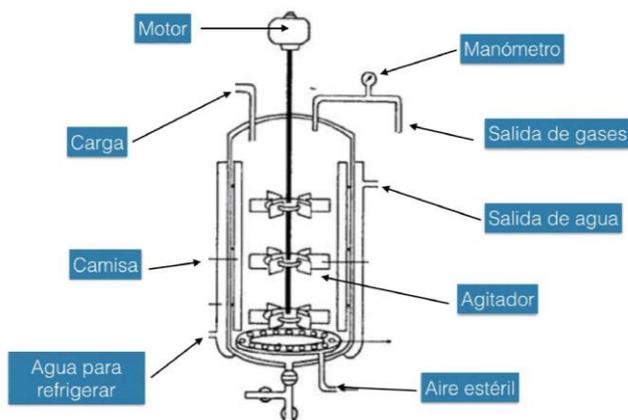


Figura 6. Tanque batch  
Fuente: docsity.com

### 3.4.6. Ensachetadora (Envasadora vertical)

Este es el sistema más preciso y aséptico en existencia en el mercado, ya que el producto lácteo pasa directamente a la ensachetadora. La transferencia del líquido tiene lugar por medio de una bomba que presiona la manguera desde el exterior transportándolo hasta el envase; las cuales se pueden cambiar si se envasan diferentes tipos de productos. La ventaja es que la bomba realiza la dosificación en cada envase, pues el caudal se regula mediante un *timmer*, la presión máxima es bastante baja y son fáciles de instalar. Prácticamente el operario solo se encarga de colocar y retirar los envases (Tello, 2008).

### 3.4.7. Cámaras de refrigeración

La refrigeración adecuada y a la vez la conservación de la cadena de frío asegura la calidad sanitaria desde el fin de la producción hasta las manos del consumidor.

Para la refrigeración es necesario contar con cámaras de refrigeración que mantengan el producto a la temperatura adecuada para que no se dañen durante su almacenamiento, el tamaño de la cámara depende de la cantidad de producto que se vaya a almacenar, la cámara de refrigeración debe ser de fácil limpieza, contar con repisas resistentes y de fácil acceso.

### **3.4.8. Complementarias**

#### **3.4.8.1. Bombas**

##### *3.4.8.1.1. Bomba para leche*

Las bombas para leche se destinan a múltiples etapas para el transporte de este alimento, como en la recepción de la leche, desde el vaciado del carro cisterna, para pasar por el desairedor, filtro en línea y por último para pasar al tanque de recepción de leche.

Generalmente las empresas exigen un bombeo cuidadoso a fin de mantener la consistencia del producto, debido a la escasa viscosidad de la leche obliga a utilizar muchas veces bombas centrífugas, aunque también se pueden utilizar bombas de desplazamiento positivo, como las bombas helicoidales de husillo que poseen una mayor flexibilidad. Las bombas deben vaciarse automáticamente y no deben tener espacios muertos, de forma que la instalación pueda limpiarse sin necesidad de desmontarla (Jung Process System, s.f.).

##### *3.4.8.1.2. Bomba para productos lácteos*

Al finalizar el proceso de elaboración de producto lácteo probiótico fermentado, es necesario transportarlo del tanque hacia la envasadora utilizando una bomba; la cual debe tener las características adecuadas. Por lo que resulta vital una correcta elección, ya que cualquier tratamiento mecánico inadecuado puede afectar en forma definitiva la viscosidad del producto.

Steenbergen ha estudiado el efecto del bombeo en la viscosidad de las leches fermentadas, destacando como aspectos importantes la velocidad de la bomba, la forma y tipo de rotor y la existencia de una presión opuesta en la línea de procesado. Por ello a nivel industrial utilizan bombas de desplazamiento positivo, específicamente las de pistones rotatorios.

A fin de evitar los efectos de la velocidad en lugar de incrementar la frecuencia, se recomienda utilizar una bomba con mayor capacidad de bombeo; la viscosidad de la leche fermentada también se reduce después del bombeo por la presión opuesta, que es resultado de diversos factores como el tipo y número de accesorios, la disposición de las conducciones. Cualesquiera que sean las precauciones que se adopten la manipulación del yogur siempre supondrá una disminución en la viscosidad, aunque esta debe mantenerse al mínimo (Tello, 2008).

Otro tipo de bombas de desplazamiento positivo, utilizadas para productos lácteos con viscosidad que podrían contener frutas son las de tornillos sinfín; el desplazamiento positivo

también puede lograrse con una bomba rotatoria de paletas flexibles, en las que por la fuerza que genera la acción de vacío y compresión al moverse las paletas, hacen que el yogur se desplace.

#### **3.4.8.2. Desaireador**

La desaireación tiene como objetivo principal la eliminación del aire previo al proceso de tratamiento térmico, debido al vacío del régimen de trabajo, generado por una bomba de vacío anillo líquido, el desaireador retira por aspiración el aire y otros volátiles que pueden entrar en contacto con la superficie del producto. Estos compuestos volátiles en un intercambiador dispuesto en la zona superior del desaireador, siendo devueltos a este (por gravedad, debido a la inclinación del condensador), con objeto de mantener al máximo las propiedades organolépticas del producto.

El producto entra en el sistema por una válvula presurizadora situada en la parte superior del desaireador, de forma que se produce una dispersión de la misma en el interior del depósito lo que facilita la extracción de los elementos indeseables. La entrada de producto en el desaireador estará regulada automáticamente por una válvula tipo mariposa (Mael Tecnomat, 2015).

#### **3.4.8.3. Filtro**

Permite eliminar todas las impurezas macroscópicas de la leche, para este propósito se debe utilizar filtros esterilizados, los materiales de los filtros en línea varía, pero el más conocido y utilizado industrialmente es el de acero inoxidable.

Los filtros de leche de acero inoxidable proporcionan un sistema de filtración de alta calidad que evita que segmentos no deseados lleguen al tanque. Aunque estos sean los más recomendables para la filtración, se deben lavar correctamente para que no se convierta en el vehículo de transmisión de microorganismos a la leche (Castilla, Wendy, & Miranda, 2016).

#### **3.4.8.4. Caudalímetro**

Los equipos más empleados en la industria láctea son con gran diferencia, los caudalímetros electromagnéticos. Tienen el interior de teflón y los electrodos de acero inoxidable y, se utilizan en la industria láctea por sus características sanitarias y su facilidad de limpieza, el exterior puede ser también de acero inoxidable o de acero pintado. Este tipo de caudalímetros se utilizan también porque tienen una mayor precisión, siendo la leche uno de los líquidos más difíciles de medir porque forma espuma a la mínima en contacto con el aire y esto se traduce en errores de medida en cualquier tipo de caudalímetro (Contatec, 2020).

### 3.5. Ubicación experimental

La elaboración del producto y los análisis fisicoquímicos se llevaron a cabo en la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Tecnología, Carrera de Química Industrial, los análisis microbiológicos y bromatológicos fueron realizados por El Instituto de Investigaciones Químicas de la Facultad de Ciencias Puras de la misma universidad.

La elaboración del producto a nivel industrial será realizada en la Planta Municipal de Derivados Lácteos de Papel Pampa “Paleche”, que se encuentra al sur del departamento de La Paz.

Las encuestas para el análisis sensorial se llevaron a cabo en la unidad educativa “República del Ecuador” y en la escuela “Agustín Aspiazú”, de la ciudad de La Paz.

### 3.6. Formulaciones

Para realizar las diferentes formulaciones se tomó en cuenta como base la guía de laboratorio de tecnología de derivados lácteos (García, 2018). Para conocer los procesos de elaboración con respecto a la quinua más detalladamente dirigirse al anexo 1.

A continuación, se presentan las formulaciones finales con diferentes procesos para la quinua.

**Tabla 8**

***Fórmula 1 - Quinua cocida***

<b>Fórmula con quinua cocida</b>		
Material	Cantidad [g]	Porcentaje [%]
Leche natural	89.35	75.71
Azúcar	9.00	7.63
Quinua	19.50	16.52
Citrato de sodio	0.15	0.13
Cultivo	0.01	0.01
Total	118.01	100

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9*****Fórmula 2 - Leche de quinua***

<b>Fórmula con leche de quinua preparada</b>		
Material	Cantidad [g]	Porcentaje [%]
Leche natural	89.35	69.53
Azúcar	9.00	7.00
Leche de quinua	30	23.34
Citrato de sodio	0.15	0.12
Cultivo	0.01	0.01
Total	105.01	100

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10*****Fórmula 3 - Quinua insuflada***

<b>Fórmula con quinua insuflada</b>		
Material	Cantidad [g]	Porcentaje [%]
Leche natural	89.35	69.53
Azúcar	9.00	7.00
Quinua insuflada	30	23.34
Citrato de sodio	0.15	0.12
Cultivo	0.01	0.01
Total	105.01	100

Fuente: Elaboración propia

En todas las fórmulas se añadió 2 ml de esencia con colorante por litro de producto para darle sabor y un color más llamativo, tomar en cuenta que esta esencia se adquirió de la empresa “Maprial”, el producto está compuesto por esencia concentrada y colorante natural E120 en una sola presentación. Si se desea añadir estos aditivos al producto seguir las indicaciones del productor, siendo que la concentración varía de acuerdo a la empresa.

La fórmula elegida de acuerdo al análisis sensorial (anexo 2) fue a la que se adiciona quinua cocida.

**3.6.1. Adición de la quinua al producto final**

Se realizó varias pruebas para la cantidad de quinua cocida que se adicionará al producto lácteo. Para conocer las cantidades y mayor información acerca de las características que presento el producto dirigirse al anexo 2.

**Tabla 11**  
*Fórmulas finales con quinua preparada*

<b>Cantidad de quinua agregada al producto final</b>		
Cantidad [g]	Porcentaje [%]	Características del producto
7.5	7.07	La quinua no se percibe, prácticamente es solo el producto con pequeñas trazas de quinua
13.0	11.66	Es producto es agradable, pero aun así la quinua no se percibe bien al consumir el producto
19.5	16.52	La quinua es perceptible al paladar, el producto es agradable y tiene buena textura.
30	23.34	La cantidad de la quinua es mucha para la percepción, el sabor de la quinua se siente un poco más intensa, la textura es más espesa.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar se realizó 4 pruebas de adición de quinua en nuestro producto, se tomó en cuenta las características más óptimas que presentará el producto final para la elección de la cantidad de quinua que llevará. En este caso se seleccionó el porcentaje de 16.52 %, como el más adecuado.

### **3.7. Diseño del producto**

Para la realización del diseño del producto se tomó como base la formula inicial, alterando las cantidades de quinua que será añadida. Se optó por una cantidad mínima de quinua de 2.5 g y 10 g como máximo.

Para tal propósito se trabajó con el programa Design Expert 11, utilizando el método Simplex Lattice, debido que es el más recomendado para este tipo de mezclas, obteniendo buenos resultados.

Las variables de respuesta que se tomaron en cuenta fueron los porcentajes de proteína y materia grasa que tendrá nuestro producto final. Estos resultados fueron obtenidos teóricamente de acuerdo a la cantidad de estos parámetros presentes en la materia prima.

### 3.8. Descripción del proceso

#### 3.8.1. Control de calidad de la materia prima

En esta primera etapa del proceso, se analiza la calidad de la leche que llega de los productores, la materia prima se sometida a una serie de evaluaciones fisicoquímicas, para comprobar la calidad de la leche que se va utilizar, este análisis incluye la determinación de grasa, pH, acidez, densidad y prueba de alcohol. Estos parámetros nos ayudan a determinar si la leche ha sido o no adulterada (Arévalo, 2015).

Y según los resultados se tomará la decisión de destinarla al proceso de producción, la leche debe ser de gran calidad caso contrario será rechazada. Los parámetros de la leche deben ser evaluadas según normas establecidas (Jemio, 2012).

Las evaluaciones que deben cumplir se muestran en la tabla 12:

**Tabla 12**

#### *Características organolépticas de la leche*

Parámetro	Característica
Aspecto	Líquido homogéneo
Color	Blanco opaco o blanco cremoso
Olor	Característico de la leche
Sabor	Poco dulce, agradable

Fuente: Elaboración propia

El producto no debe tener olores ni sabores ajenos a la leche.

**Tabla 13**

#### *Requisitos fisicoquímicos de la leche*

Parámetro	Mínimo	Máximo	Norma
Densidad a 20°C [g/ml]	1.028	1.034	NB 230
Acidez [ % A.L.]	0.15	0.18	NB 229
pH	6.6	6.8	
Sólidos totales	10.8	-	NB 231:1
Sólidos no grasos	8.2	-	NB 706
Materia Grasa	2.6	-	NB 228
Prueba del alcohol (79%)	Negativo		NB 829

Fuente: Elaboración propia

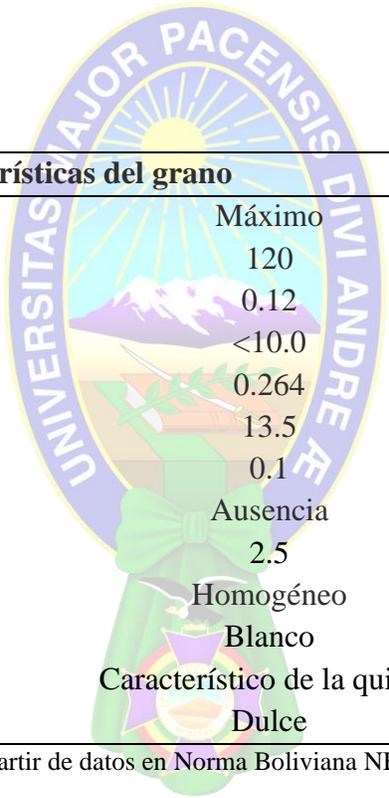
Los valores citados en la composición son referenciales que dependerán de varios factores, ambientales, fisiológicos y genéticos.

También se realiza análisis de la quinua para comprobar que sean de procedencia certificada y verificar su calidad. La quinua será adquirida de productores de la misma localidad, se aceptará para la producción aquel producto que cumpla con todos los requisitos.

Los parámetros más importantes son comprobar que no contenga gran cantidad de residuos de saponina, ni granos dañados o presencia de materias extrañas.

Los requisitos que debe cumplir la quinua para ser aceptada se muestran en la tabla 14.

**Tabla 14**  
**Requisitos de la quinua**



Características del grano		Norma
Parámetro	Máximo	
Saponina [mg/100g]	120	NB/NA 0038
Saponina [%]	0.12	NB/NA 0038
Altura espuma saponina [mm]	<10.0	NB 683
Acidez [ % A.S.]	0.264	
Humedad [%]	13.5	NB/NA 0038
Impurezas totales [%]	0.1	NB/NA 0038
Piedrecillas [U/100g]	Ausencia	NB/NA 0038
Granos dañados [%]	2.5	NB/NA 0038
Aspecto	Homogéneo	NB/NA 0038
Color	Blanco	NB/NA 0038
Olor	Característico de la quinua	NB/NA 0038
Sabor	Dulce	NB/NA 0038

Fuente: Elaboración propia a partir de datos en Norma Boliviana NB/NA 0038 Granos andinos.

No debe tener olores objetables, ni residuos materiales tóxicos, ni infectadas, ni infestadas.

### 3.8.2. Recepción de la materia prima

Una vez garantizada la leche, se adquiere en cantidades suficientes para la elaboración de nuestro producto, asegurando que mantenga todo el tiempo las condiciones de frío adecuadas, es decir se mantenga a una temperatura de aproximadamente 4 °C, desde el momento que se adquiere la leche hasta el momento que se va a utilizar para la producción, para esta operación se utiliza un tanque de recepción.

Ya que la quinua haya pasado las pruebas de control de calidad, se acepta el producto y se almacena en un lugar seco y que tenga las condiciones adecuadas para la conservación de este hasta que se vaya a utilizar para la producción.

Los granos se deben conservar en las condiciones apropiadas para garantizar su calidad sanitaria y organoléptica, la degradación de los granos en almacenamiento se ve afectada por la combinación de tres factores ambientales como la temperatura, humedad, contenido de oxígeno. Los granos almacenados también son afectados por microorganismos, insectos, aves y roedores. Las formas de almacenamiento de los granos son básicamente, en sacos, al aire libre o en almacenes.

Los factores que determinan la calidad de grano o semilla durante el almacenamiento son los siguientes:

- **Contenido de Humedad del Grano:** El grano es higroscópico, es decir que puede ganar o perder humedad del medio ambiente. Un alto contenido de agua, mayor de 14% no es deseable ni recomendable para almacenar grano de quinua.
- **Humedad y Temperatura ambiente:** Son los factores que más afectan la calidad fisiológica de los granos durante el almacenamiento. El almacenamiento de los granos debe hacerse en recintos secos, frescos y bien aireados y teniendo como base parihuelas de madera (Meyhuay, s.f.).

Como indica Castillo (1990) citado en (Cancho, 2015), de un estudio realizado para conservar las semillas y los granos de quinua, se encontró que si la semilla se va a conservar a corto plazo, es suficiente almacenar en recipientes sellados como bolsas o tarros y almacenarlos a 10 °C o menos y con baja humedad ambiental (10 a 13%); pero, si la conservación es a mediano o largo plazo, (más de dos años), se recomienda sellar las semillas herméticamente y guardarlas en cámaras refrigeradas (0°C o menos). En este último caso, los mejores resultados se han obtenido con el uso de bolsas de aluminio-polietileno, con lo que se supera el problema de humedad ambiental de la cámara refrigerada. Las semillas para ser conservadas a largo plazo deben ser secadas hasta un nivel de por lo menos 8%, para garantizar un mínimo de actividad fisiológica y asegurar su conservación.

### **3.8.3. Filtración de la leche**

El filtrado se puede realizar mediante filtro en línea o caso contrario con un filtro de acero inoxidable con la finalidad de eliminar la mayor parte de impurezas macroscópicas que se presentan en esta al ser adquirida, esto hará que se obtenga un producto lácteo de mejor calidad (Arévalo, 2015).

La operación consiste en hacer pasar el producto a través del filtro donde quedan retenidas todas las partículas que se presentan en la leche, especialmente cuando el ordeño se realiza de forma manual (Castilla, Wendy, & Miranda, 2016).

### **3.8.4. Pesado, dosificación y estandarización**

En general todos los ingredientes sólidos son pesados en balanzas para gran cantidad de producto o si se necesita en poca cantidad deberá ser pesado en una balanza que tenga más precisión en el pesaje, mientras que los líquidos como la leche pueden ser pesados por un tanque para pesaje o dosificados mediante medidores volumétricos.

Las materias primas a utilizar han de seleccionarse y proporcionarse de manera que le confieran al producto lácteo probiótico fermentado las características deseadas.

La estandarización se realiza para conferirle a la leche el contenido graso requerido, esta etapa determina también la cantidad de materia grasa que tendrá el producto obtenido.

### **3.8.5. Mezcla de sólidos**

Después de haber sido dosificados, se agregaron los sólidos no grasos con el objetivo de aumentar los sólidos totales de la leche y mejorar características como viscosidad, textura y consistencia de nuestro producto a ser elaborado (Arévalo M. A., 2015).

Todos los ingredientes que entran en la composición, se mezclan en un tanque con agitador calentando hasta 40 - 50°C para facilitar la disolución y conseguir una mezcla homogénea, que a continuación se pasteuriza.

### **3.8.6. Pasteurización**

La mezcla homogénea de la leche y los sólidos fue sometida a un tratamiento térmico, en la que se monitoreará la temperatura hasta alcanzar los 85 °C durante 20 - 30 minutos a la misma temperatura (Mendoza, 2015).

La pasteurización se realiza a una temperatura suficientemente alta para lograr la destrucción de todos los microorganismos patógenos que pueda contener sin alterar en forma considerable su composición, sabor ni valor alimenticio.

Esta etapa del proceso es la más importante, es cuando se obtendrá la calidad del producto final, las proteínas de la leche se desnaturalizan provocando la liberación de péptidos que contribuyen al crecimiento de los microorganismos inoculados los cuales actúan favoreciendo aspectos de viscosidad del yogur y separación del suero de la leche (Sichez, 2018).

*Efectos sobre las proteínas del tratamiento térmico de la leche destinada a la elaboración de yogur*

Las caseínas son termoestables, pero las proteínas del lactosuero se desnaturalizan a partir de los 65°C; por encima de los 80°C se produce la unión entre la  $\beta$ -lactoglobulina y la  $\kappa$ -caseína presente en la micela de caseína. Estos hechos determinan los siguientes cambios:

Aumento de las propiedades hidrofílicas de las proteínas de la leche hasta un óptimo que coincide con el tratamiento térmico recomendado al principio de este apartado. Si la temperatura o el tiempo aumentan, las características hidrofílicas disminuyen gradualmente.

En la leche tratada térmicamente, las micelas de caseína aumentan de tamaño y forman una matriz reticular, que determina una distribución continua de la proteína en toda la masa del yogur, quedando la fracción acuosa retenida en la red formada.

La consecuencia es la formación de un coágulo firme menos susceptible a la sinéresis.

*Otros efectos del tratamiento térmico*

El tratamiento térmico destruye a las aglutininas, que son las proteínas responsables en parte de la agregación de los glóbulos grasos y de su separación del resto de la leche, con lo que, en el caso de los pequeños fabricantes de yogur que no disponen de equipos de homogeneización, la capa de grasa que se formaría en la superficie del yogur coagulado en el envase mientras está en reposo en la fase de fermentación sería menos espesa.

La pasteurización se realiza en intercambiadores de calor de placas o tubulares cuando la fabricación se realiza en continuo; normalmente es el caso de grandes producciones de yogur, o en tanques multiuso cuando es en discontinuo. Estos tanques están equipados con camisa de circulación de agua caliente o fría con regulación de la temperatura y sistemas de agitación, en los cuales se puede realizar la mezcla base, la pasteurización y la fermentación; normalmente se

utilizan en las pequeñas fabricaciones, aunque las capacidades pueden ir desde los 200 L hasta los 20.000 L.

### **3.8.7. Enfriamiento**

Después del tratamiento térmico, la leche debe ser enfriada hasta una temperatura de 43 °C, que es la temperatura óptima para adicionar el cultivo y el desarrollo de microorganismos, para esta operación se recomienda que se realice lo más rápido e higiénicamente posible para evitar contaminar la mezcla, este procedimiento se logrará mediante la refrigeración que debe pasar por el tanque enchaquetado con agua helada, hasta llegar a la temperatura deseada (Mendoza, 2015).

### **3.8.8. Inoculación**

La siembra consiste en la inoculación de los microorganismos específicos del producto fermentado, (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium species*, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*). Se debe mezclar muy bien al agregar el cultivo procurando extremar las medidas higiénicas con el fin de evitar una contaminación.

La inoculación se puede realizar de manera directa a la mezcla pasteurizada o con previa preparación del cultivo para una disolución más efectiva y rápida, en este caso se preparó la dilución de los cultivos en un recipiente separado.

#### **3.8.8.1. Preparación del cultivo láctico**

Para esto se comenzó por seleccionar 1 litro de leche de buena calidad, se calentó hasta 85°C por 20 – 30 minutos, luego se enfrió en baño María hasta llegar a los 43°C para inocular.

Se saca el cultivo ABY-1 del congelador justo antes de su utilización, limpiar la parte superior del sobre con cloro (Chr Hansen, 2008), y abrir el cultivo que contiene una mezcla de cultivos del yogurt con los cultivos probióticos (se procederá a dosificar la cantidad de inóculo en función a la cantidad de leche fermentada a preparar) y se colocó el cultivo en un envase sobre la leche cuando esta esté a 43°C para disolverlo por completo (Arévalo, 2015).

Luego de hacer una disolución completa de los cultivos, se colocará en un vaso de precipitado y se debe asegurar que se encuentre a 43°C, si no es el caso lo mejor será elevar la temperatura en baño maría hasta alcanzar los 43 °C para luego ser inoculados en el resto de leche pasteurizada, con el fin de evitar el choque térmico. Después se procede a agitar la mezcla durante 10-15 minutos para distribuir el cultivo homogéneamente.

### **3.8.9. Incubación**

Se efectuó a 43 °C y se mantendrá esta misma temperatura durante 5 a 6 horas hasta que la leche fermentada alcance un pH igual a 5.0 y coagule. Otra alternativa es registrar la acidez titulable que alcanza la leche fermentada que debe ser alrededor de 0.6% (Mendoza, 2015).

La temperatura y el tiempo de incubación, como también la cantidad de inóculo no solo influyen en la acidez final sino también en la relación entre bacterias, en este punto se da la producción de ácido láctico por parte de los microorganismos. La incubación se realiza en un tanque agitado enchaquetado industrial.

### **3.8.10. Refrigeración**

Finalizado el proceso de incubación el producto obtenido se enfría inmediatamente para evitar que la acidez siga incrementándose y restringir el crecimiento bacteriano, debe ser enfriado a 15 °C para que se termine de formar el coágulo y se obtenga una textura más firme (Mendoza, 2015).

### **3.8.11. Batido**

Se procede al batido que es un tratamiento mecánico suave, la ruptura del coágulo se realiza mediante agitación para conseguir una consistencia homogénea, brillante y viscosa.

En caso de disponer de sistema de enfriamiento eficaz, adecuado y rápido, el enfriamiento inicial se efectúa en el momento que se logra la acidez deseada. Si el sistema de enfriamiento no es tan efectivo se debe empezar el enfriamiento un poco antes ya que las bacterias pueden seguir desarrollándose lentamente durante el enfriamiento, pudiendo producir ácido láctico aun a temperaturas de 20 -22 °C (Programa de desarrollo lechero del Altiplano [PDLA], 2004).

#### ***3.8.11.1. Adición de esencias y colorantes***

Agregar la esencia y colorante de acuerdo a la cantidad de producto, al sabor del producto lácteo probiótico fermentado que se quiera obtener y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Agitar hasta obtener un color homogéneo.

#### ***3.8.11.2. Adición de la quinua***

Luego del proceso de batido, se procede a la adición de la quinua previamente procesada, se debe agregar poco a poco agitando constantemente hasta obtener una mezcla homogénea.

### 3.8.11.2.1. Preparación de la quinua

Este procedimiento consiste en someter la quinua a un proceso de cocción en agua hirviendo, generalmente se utiliza dos partes de agua por parte de quinua. Debido a que la quinua suele triplicar su tamaño. El procedimiento que se debe seguir es el siguiente:

- Lavar la quinua con abundante agua para eliminar algún residuo de saponina que pudiera contener (solo realizar este proceso si la quinua contiene trazas de saponina), debido a que podría afectar el sabor. Escurrir el agua en su totalidad para el proceso de cocción.
- Colocar agua y quinua en un recipiente de acero inoxidable en una relación de 3:1 respectivamente y llevarlo a ebullición, el agua alcanza la ebullición aproximadamente a 85°C, dependiendo de las condiciones. El hervor tiene la particularidad de matar ciertos gérmenes y bacterias.
- La cocción se da en un tiempo de 20 - 30 minutos aproximadamente, en función a la cantidad de quinua.
- Una vez que haya transcurrido este periodo de tiempo, verificamos que la quinua ya esté completamente cocida y se procede a retirar de la fuente de calor.
- Dejar reposar en el mismo recipiente durante 15 - 20 minutos, esto le da a la quinua la particularidad de que los granos no se peguen entre sí.
- Revolver y dejar enfriar por completo antes de agregarlo al producto.

### 3.8.12. Envasado

El envasado consiste en la descarga del fluido al terminar el proceso, el producto se descarga a través de la válvula al fondo del tanque, pasa a través de la bomba que lo dosifica y, para finalizar el producto llega a la envasadora en donde se deposita en su envase.

El envasado es la fase final de la fabricación, pero no por eso deja de ser importante; un manejo inadecuado produce contaminación y variación de volumen en el producto final. Por la naturaleza del proceso se prefiere usar envase primario de polietileno tricapa con fondo oscuro, herméticamente selladas, este tipo de envase práctico permite un mejor manejo y almacenamiento del producto final, el etiquetado debe estar elaborado en cumplimiento de la norma boliviana NB 314001 (Tello, 2008).

### 3.8.13. Almacenamiento

Se efectúa en condiciones asépticas e inmediatamente después de realizar el envasado, debe almacenarse en refrigeración a una temperatura de 4 °C, por el contrario, se produciría el deterioro del mismo (Mendoza, 2015).

### 3.9. Diagrama de flujo de la elaboración del producto



Figura 7. Diagrama de flujo de la elaboración del producto  
Fuente: Elaboración propia

### 3.10. Layout de la planta

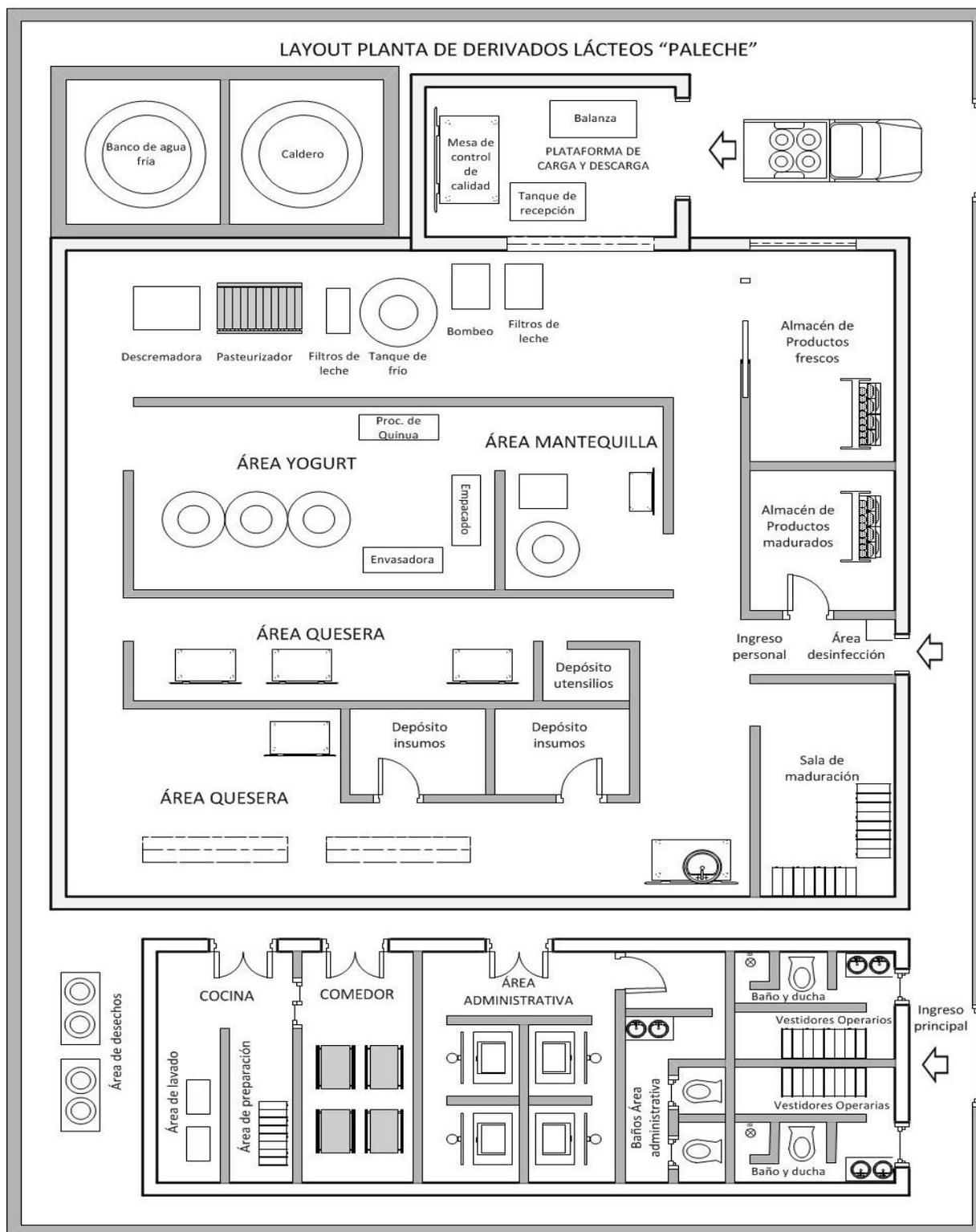


Figura 8. Layout de la Planta de derivados lácteos de Papel Pampa  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos en (GADLP; GAMPP, 2020)

### 3.10.1. Layout Área Yogurt

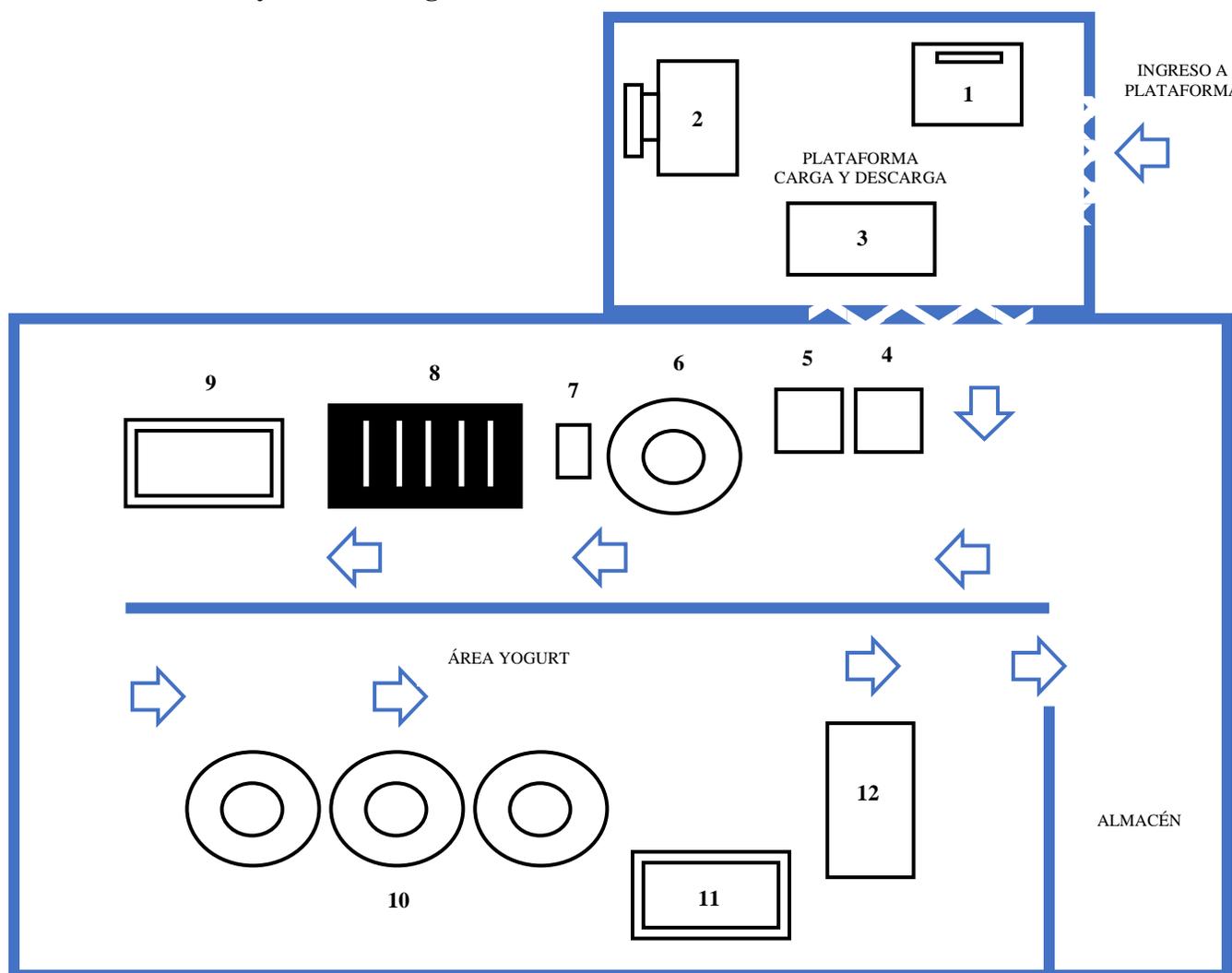


Figura 9. Layout del área de yogurt - Planta de derivados lácteos de Papel Pampa  
Fuente: Elaboración propia

- 1) Balanza
- 2) Mesa de control de calidad
- 3) Tanque de almacenamiento
- 4) Filtros de leche
- 5) Bombeo
- 6) Tanque de frío
- 7) Filtros de leche
- 8) Placas de pasteurización
- 9) Descremadora
- 10) Tanques de yogurt
- 11) Envasadora
- 12) Empacado

### 3.11. Requerimiento de materia prima y aditivos

La materia prima e insumos necesarios para la fabricación del producto lácteo probiótico fermentado fortificado con quinua, será la leche fluida natural, quinua, cultivo con probióticos, azúcar, aditivos como citratos, esencias y colorantes, todas estas se adquieren a nivel nacional y/o local, debido a que nuestro país es eminentemente agrícola y ganadero, motivo por el cual existe disponibilidad de materia prima, lo cual representa una oportunidad para el proyecto. Todas las características de los productos y por lo tanto lo que aportan a nuestro producto a ser elaborado se detalla a continuación.

**Tabla 15**  
*Materia prima e insumos*

<b>Materia prima e insumos</b>	<b>Características técnicas</b>
Leche	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La leche aporta calcio y vitamina B2</li> <li>- Además, aporta sólidos (proteínas y minerales) y un porcentaje de grasas.</li> </ul>
Quinua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pseudocereal que aporta vitaminas y minerales</li> <li>- Contribuye con aminoácidos.</li> <li>- Gran cantidad de proteínas</li> </ul>
Cultivo probiótico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuenta con Bacterias probióticas, <i>Lactobacillus acidophilus</i> y <i>Bifidobacterium species</i></li> <li>- Cuenta con bacterias lácticas, <i>Lactobacillus bulgaricus</i> y <i>Streptococcus termophilus</i></li> </ul>
Azúcar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar sabor agradable al yogurt</li> <li>- Aumenta la cantidad de sólidos totales</li> <li>- No posee valor nutritivo</li> </ul>
Aditivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los aditivos son sustancias que se añaden a los alimentos con el propósito de modificar algunas características como la apariencia, sabor, conservación, etc., sin cambiar sus propiedades nutritivas.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### 3.12. Requerimiento de equipos y materiales

#### 3.12.1. Nivel laboratorio

Los equipos y materiales para la elaboración del producto lácteo probiótico fermentado fortificado con quinua a nivel laboratorio son los siguientes:

**Tabla 16**  
*Equipos y materiales*

Equipo	Cantidad	Características técnicas
Fermentador	1	Acero inoxidable
Cocina	1	Mínimo de dos hornillas
Balanza analítica	1	Precisión mínima de 0.001g
Materiales		
Recipiente	2	Acero inoxidable
Paleta	2	Madera
Contenedor	1	Plástico
Vaso de precipitado	1	1000 ml
Termómetro	2	0 °C – 100 °C
Probeta	1	100 ml
Lactodensímetro	1	Con o sin termómetro incluido
Refractómetro	1	0 °Brix – 30 °Brix

Fuente: Elaboración propia

#### 3.12.2. Nivel industrial

La provisión de la maquinaria y equipos para el procesamiento de leche y sus derivados deben estar fabricados en el marco a las normas, con garantía de correcta fabricación y su funcionalidad.

La provisión de la Maquinaria y Equipo para el procesamiento de leche, debe garantizar los requerimientos de inocuidad alimentaria para cumplir con las normas de “SENASAG”: en el procesamiento de la leche y sus derivados deben emplear materiales que no produzcan ni emitan sustancias contaminantes, no impregne a la leche y sus derivados con olores o sabores desagradables o extraños. Toda superficie que hace contacto directo con el alimento debe ser de material acero inoxidable, resistente a la corrosión, sean capaces de soportar repetidas operaciones de limpieza y desinfección, sean de material liso y duro; puesto que espacios muertos y grietas pueden almacenar suciedad y gérmenes (GADLP; GAMPP, 2020).

La maquinaria mínima que se necesita y se tiene disponible, además de los materiales para la elaboración del producto lácteo probiótico fermentado fortificado con quinua a nivel industrial se describen en las siguientes tablas 17, 18, 19 y 20:

Sala de recepción y tratamientos previos de la leche:

**Tabla 17**

***Equipos y materiales Sala de recepción y tratamientos previos de la leche***

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Características técnicas</b>
Tachos lecheros*	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De alta resistencia y durabilidad en acero inoxidable.</li> <li>- 50 L de capacidad.</li> <li>- Tapa hermética con seguro.</li> <li>- Guarnición de goma en tapa.</li> <li>- 5 mm de espesor.</li> <li>- Asas soldadas.</li> </ul>
Balanza*	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de 500 Kg.</li> <li>- Precisión de 50 g.</li> <li>- Cabezal de acero inoxidable.</li> <li>- Plataforma de acero inoxidable.</li> <li>- Display LCD.</li> <li>- AC: 220 V – 50 Hz.</li> <li>- DC: Batería 4 V – 6 A</li> </ul>
Tanque de almacenamiento*	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de 1000 L.</li> <li>- Acero inoxidable.</li> </ul>
Filtro de leche	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acero inoxidable no tóxico.</li> <li>- Filtro de alta resistencia.</li> <li>- Jaula de acero inoxidable.</li> <li>- Ajuste perfecto con sellos de goma.</li> </ul>
Bomba centrífuga sanitaria	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad 1000 litros/hora aprox.</li> <li>- Construido en acero inoxidable.</li> <li>- Acabado sanitario.</li> </ul>
Tanque de enfriamiento de leche	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad 1000 L.</li> <li>- Tanque doble pared.</li> <li>- Construido en acero inoxidable AISI 304.</li> <li>- Soldadura TIG.</li> <li>- Pulido interno y externo provisto de aislamiento térmico de poliuretano expandido.</li> <li>- Evaporador de placas de enfriamiento.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agitador de acero inoxidable con moto reductor de 40 rpm. Aprox.</li> <li>- Bola de limpieza CIP de material inoxidable.</li> <li>- Unidad condensadora hermética 3x380V.</li> <li>- Condensador.</li> <li>- Ventilador.</li> <li>- Depósito.</li> <li>- Presostato de alta/baja frecuencia.</li> <li>- Filtro.</li> <li>- Compresor para gas R-404.</li> <li>- Chasis para tanque y equipo de enfriamiento en material resistente a la oxidación y corrosión.</li> <li>- Panel de control, con controlador digital de temperatura y tiempo de agitación, contactor, botonera y otros.</li> <li>- Filtro para recepción de leche y accesorios.</li> </ul>
Placas de pasteurización*	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conexiones embridadas de acero al carbono.</li> <li>- Conexiones de las tuberías de acero inoxidable.</li> <li>- Marco y placa de presión de acero inoxidable.</li> <li>- Placas de transferencia térmica 316/316L.</li> <li>- Cámara de fuga.</li> <li>- Arandela de cierre.</li> <li>- Cubierta de perno.</li> </ul>
Descremadora	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad 500 litros/hora.</li> <li>- Motor: 3x380V, 50 Hz.</li> <li>- Todas las partes que estén en contacto con el producto debe ser de acero inoxidable.</li> <li>- Tanque de alimentación de acero inoxidable.</li> </ul>

Fuente: (GADLP; GAMPP, 2020). \*Elaboración propia

Área yogurt:

**Tabla 18**

***Equipos y materiales Área yogurt***

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Características técnicas</b>
Tanques de yogurt	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de 1000 L.</li> <li>- Tanque de proceso de doble camisa.</li> <li>- Con agitador vertical.</li> <li>- Con válvula de salida.</li> <li>- Construido en acero inoxidable AISI 304.</li> <li>- Proceso de conformado equidistante.</li> <li>- Tanque completamente aislado.</li> <li>- Soldadura MIG.</li> <li>- Camisa con 3 secciones independientes para elaborar yogurt entre 300 a 1000 litros aprox.</li> <li>- Sistema de agitación compuesto por un motor reductor de 0.75 Hp mínimo.</li> <li>- Alimentación eléctrica: 3x380V, 50Hz.</li> <li>- Eje de agitación tipo ancla.</li> <li>- Con ingreso de hombre y respiradero.</li> </ul>
Bomba de desplazamiento positivo*	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bomba de rodete flexible autoaspirante y autocebante.</li> <li>- Amplio rango de aplicaciones (líquidos claros, viscosos, delicados, con sólidos, etc.)</li> <li>- Rodete de paletas flexibles en nitrilo.</li> <li>- Gran sencillez de desmontaje, limpieza y mantenimiento.</li> <li>- Tamaño compacto y soportable.</li> <li>- Caudal máximo 1000 L/min.</li> <li>- Potencia 0.33 – 4 KW</li> <li>- Viscosidad máxima 20000 cP.</li> <li>- Material AISI 316</li> </ul>
Envasadora vertical automática de líquidos	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad o velocidad de llenado 2400 unidades/hora aprox.</li> <li>- Tipo de accionamiento electro neumático.</li> <li>- Para envasado de leche fluida, leche saborizada, yogurt, jugos y otros.</li> <li>- Volúmenes de llenado de 100 a 1000 ml.</li> <li>- Ancho de boquilla 320 mm.</li> <li>- Tipo de formación de bolsa tipo almohadilla.</li> </ul>

- Material de la bolsa polietileno de baja densidad (PEDB).
- Tipo de codificado tipo Hot stamping con marcaje por termo transferencia.
- 3 líneas de impresión.
- Incluye tipos de bronce L, V, P, F y números del 0 al 9.
- Capacidad de tolva de llenado 19 litros mínimo y construido en acero inoxidable.
- Alimentación eléctrica: 3x380V, 50Hz.
- Sistema de control de mando electrónico y programable.

Fuente: (GADLP; GAMPP, 2020). \*Elaboración propia

Complementarias:

**Tabla 19**  
***Equipos complementarios***

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Características técnicas</b>
Caldero de producción de vapor	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad: De 150 kg vapor/hora.</li> <li>- Presión de trabajo: 6 kg/cm<sup>2</sup>.</li> <li>- Caldera de vapor humo tubular de 2 pasos.</li> <li>- Con quemador automático GLP y/o gas natural de tiro forzado.</li> <li>- Tubos de acero cédula 40.</li> <li>- Con protección de ladrillo refractario.</li> <li>- Válvulas de seguridad y de alivio de resorte regulable.</li> <li>- Válvulas de purga.</li> <li>- Control de nivel de agua a flotador con visor de nivel.</li> <li>- Presostatos de trabajo y seguridad.</li> <li>- Bomba de inyección de agua de alta presión.</li> <li>- Tablero de mando.</li> <li>- Contactores, relés térmicos, disyuntores y otros.</li> </ul>
Banco de agua helada	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad 2000 L.</li> <li>- Construido en acero inoxidable.</li> <li>- Con aislamiento de poliuretano expandido.</li> <li>- Banco de tubos de cobre al interior como intercambiador de calor.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Provisto de un sistema de frío.</li> <li>- Compuesto por unidad hermética de enfriamiento con refrigerante.</li> <li>- Sistema de condensación por circulación forzada de aire válvulas de expansión válvulas de seguridad.</li> <li>- Sistema de homogenización de temperatura por burbujeo de aire.</li> <li>- Cuenta con doble tapa aislada con poliuretano expandido y revestimiento en plancha de acero inoxidable.</li> <li>- Provisto de una bomba centrífuga tipo mono bloque construida en acero inoxidable el cabezal.</li> </ul>
Sistema de limpieza móvil tanque inoxidable	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad 250 L.</li> <li>- Tanque vertical con intercambiador a placa de pared simple.</li> <li>- Construido en plancha de acero inoxidable AISI 304 de 3 mm de espesor.</li> <li>- Fondo de forma cónica con cantos redondeados.</li> <li>- La tapa superior plana desmontable.</li> <li>- Cuenta con ingreso de producto.</li> <li>- El fondo del recipiente, cuenta con una salida para producto.</li> <li>- El Intercambiador a placa, construida en plancha de acero inoxidable AISI 304.</li> <li>- Con proceso de conformado especial y con perforaciones equidistantes.</li> <li>- La soldadura de la chaqueta al recipiente interior, por proceso de soldadura MIG.</li> <li>- Provista de patas de material inoxidable.</li> </ul>
Bomba de producto CIP adelante	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presión: 3 Bar.</li> <li>- Bomba centrífuga construida en acero inoxidable AISI 304 y acabado sanitario.</li> <li>- Con sello mecánico inoxidable.</li> <li>- Provisto de chasis y cobertor de acero inoxidable, con ruedas sanitarias.</li> <li>- Tanque y bomba montada sobre una estructura inoxidable móvil con ruedas sanitarias.</li> </ul>

Fuente: (GADLP; GAMPP, 2020).

**Tabla 20**  
*Materiales complementarios*

<b>Equipo y materiales complementarios</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Características técnicas</b>
Balanza analítica	1	Precisión mínima de 0.001g
Cocina	1	Mínimo de dos hornillas
Recipiente	1	Acero inoxidable
Paleta	1	Madera
Vaso de precipitado	1	1000 ml
Termómetro	2	0 °C – 100 °C
Probeta	1	100 ml
Lactodensímetro	1	Con o sin termómetro incluido
Refractómetro	1	0 °Brix – 30 °Brix

Fuente: Elaboración propia

### 3.13. Balance de materia total

A continuación, en la tabla 21 se muestra un balance de materia para un tanque batch de 1000 L de capacidad.

**Tabla 21**  
*Balance de materia total*

<b>Operación</b>	<b>Movimiento del proceso (Kg)</b>			
	<b>Inicio</b>	<b>Ingresas</b>	<b>Sale</b>	<b>Continúa</b>
RMP	768,03	0	0	768,03
Mezcla	768,03	77,35	0	845,38
Pasteurización	845,38	0	67,27	778,11
Enfriamiento	778,11	1,25	0	779,36
Inoculación	779,36	0,10	0	779,46
Incubación	779,46	0	0	779,46
Refrigeración	779,46	0	0	779,46
Batido	779,46	0	0	779,46
Adición de quinua	779,46	192,97	25,26	947,17
Envasado	947,17	0	0	947,17
Almacenamiento	947,17	0	0	947,17

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar existe pérdida de materia en la pasteurización y en la adición de quinua, esto se debe a la evaporación de agua durante estos procesos.

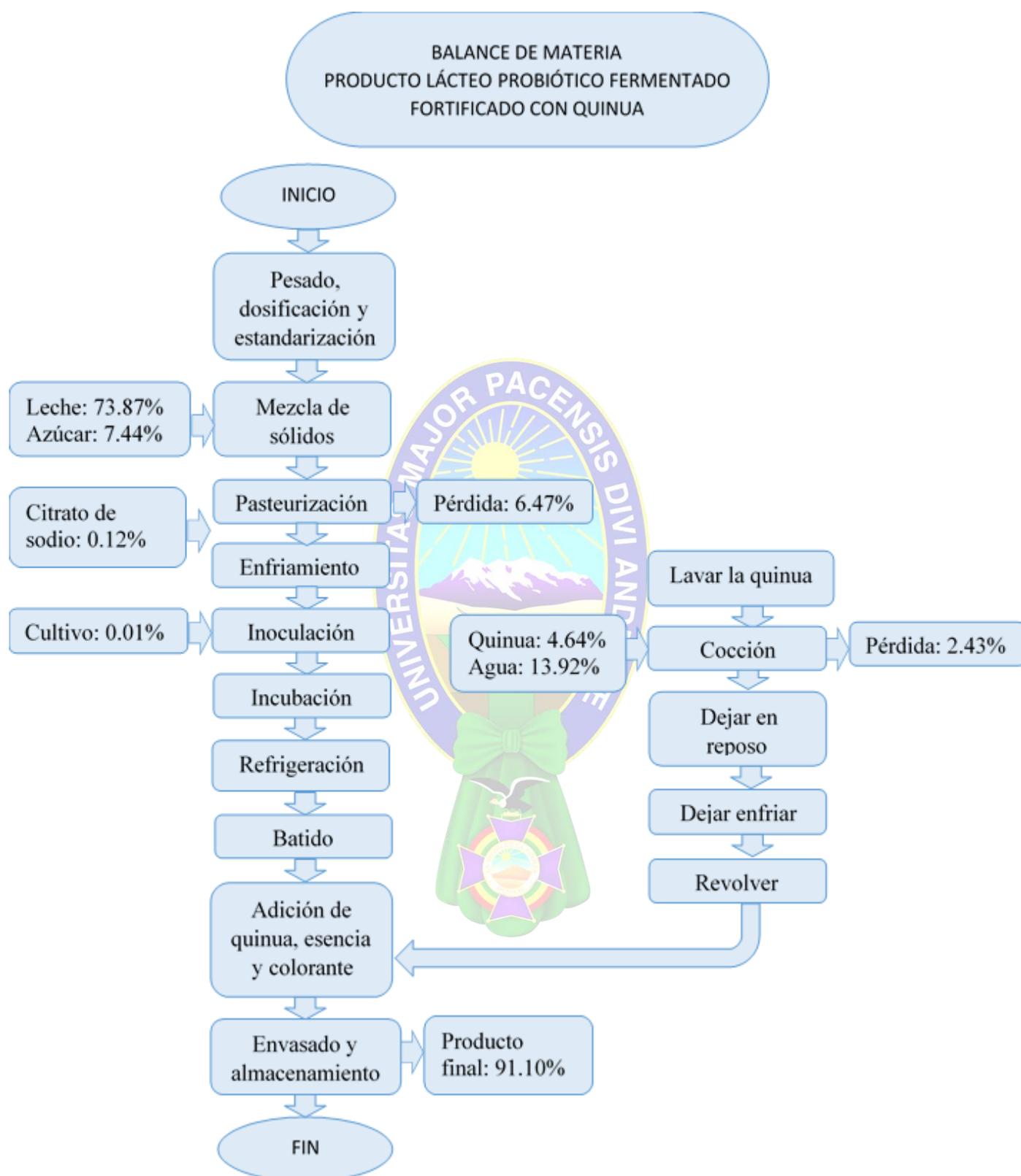


Figura 10. Balance de materia  
Fuente: Elaboración propia

### 3.13.1. Balance de sólidos totales

ENTRADA = SALIDA

$$F1 + F2 + F3 + F4 + F5 + F6 = F7 + F8 + F9$$

$$F1X1 + F2X2 + F3X3 + F4X4 + F5X5 + F6X6 = F7X7 + F8X8 + F9X9$$

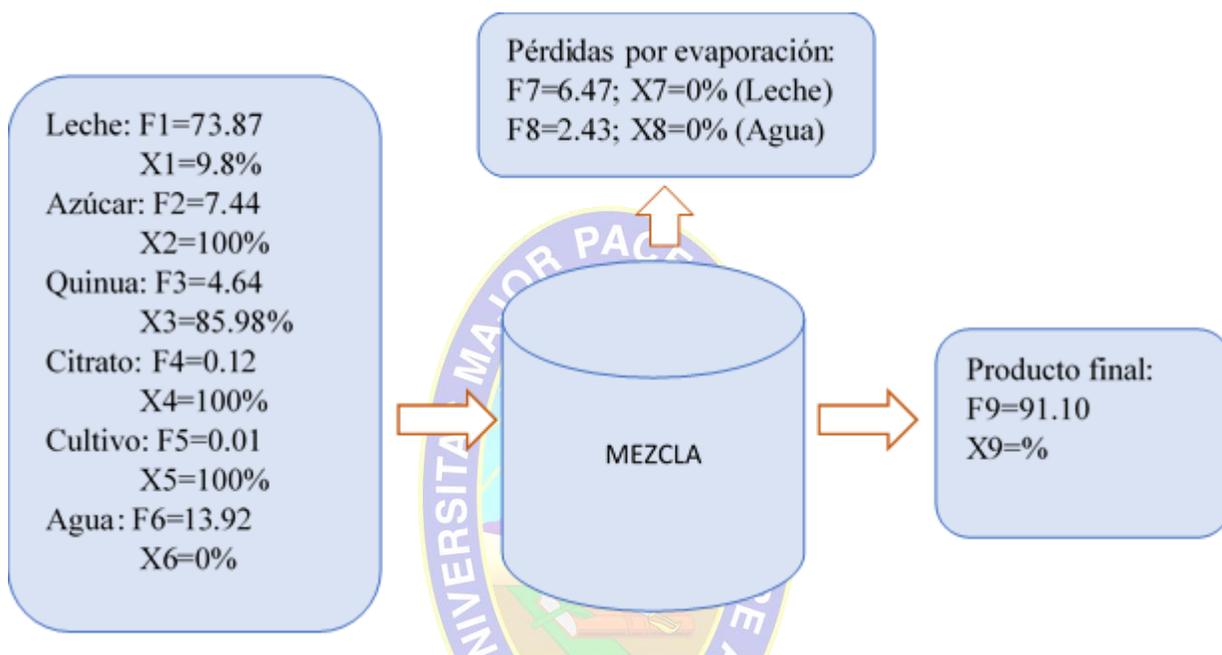


Figura 11. Balance de Sólidos totales  
Fuente: Elaboración propia

Despejando F9:

$$F9 = (73.87 + 7.44 + 4.64 + 0.12 + 0.01 + 13.92 - 6.47 - 2.43) \text{ g}$$

$$F9 = 91.10 \text{ g}$$

Tomar en cuenta: Para el balance de sólidos totales no se incluye el agua de la entrada, ni las pérdidas por evaporación, debido a que su contenido de sólidos es cero.

Despejando X9:

$$X9 = \frac{(73.87 * 9.8 + 7.44 * 100 + 4.64 * 85.98 + 0.12 * 100 + 0.01 * 100)}{91.10}$$

$$X9 = 20.64 \%$$

Por lo tanto, la cantidad de sólidos en el producto final será 20.64 %.

### 3.13.2. Balance de materia grasa

ENTRADA = SALIDA

$$F1 + F2 + F3 + F4 + F5 + F6 = F7 + F8 + F9$$

$$F1Y1 + F2Y2 + F3Y3 + F4Y4 + F5Y5 + F6Y6 = F7Y7 + F8Y8 + F9Y9$$

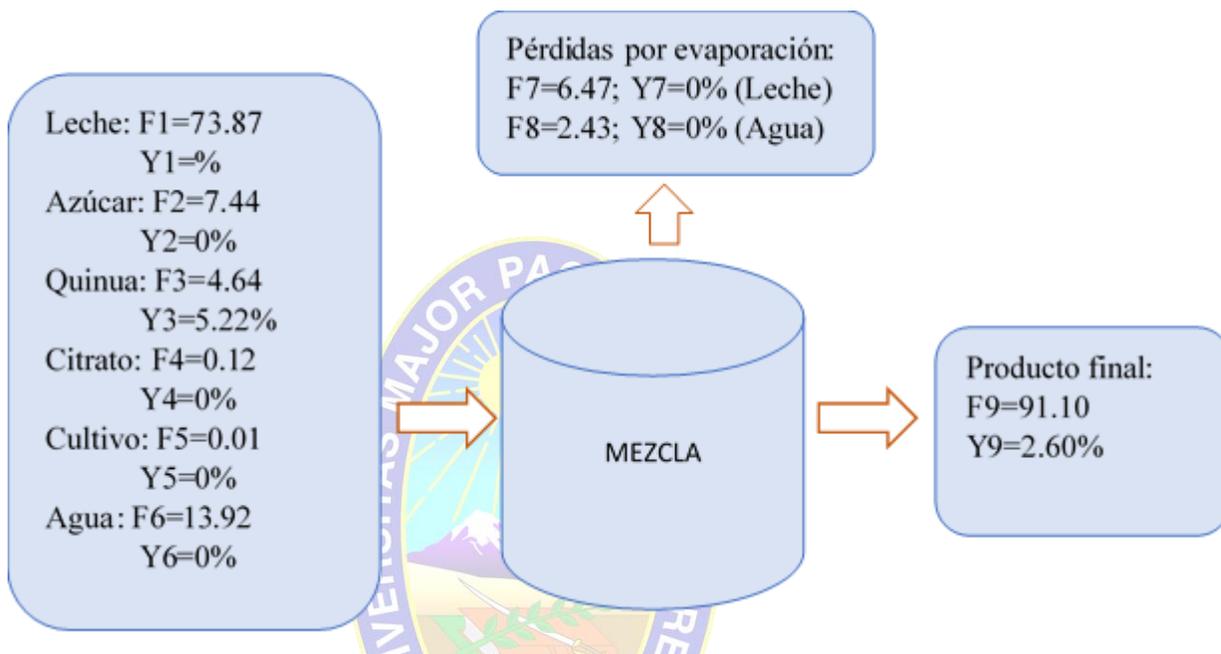


Figura 12. Balance de materia grasa  
Fuente: Elaboración propia

Despejando F9:

$$F9 = (73.87 + 7.44 + 4.64 + 0.12 + 0.01 + 13.92 - 6.47 - 2.43) \text{ g}$$

$$F9 = 91.10 \text{ g}$$

Tomar en cuenta: Para el balance de materia grasa no se incluye el azúcar, citrato de sodio, cultivo y agua de la entrada, ni las pérdidas por evaporación, ya que todos estos no contienen esta propiedad.

Despejando Y1:

$$Y1 = \frac{(91.10 * 2.60 - 4.64 * 5.22)}{73.87}$$

$$Y1 = 2.88 \%$$

Por lo tanto, para que la cantidad de materia grasa en el producto final sea 2.60 %, el de la leche debe ser 2.88 %.

### 3.14. Balance de energía

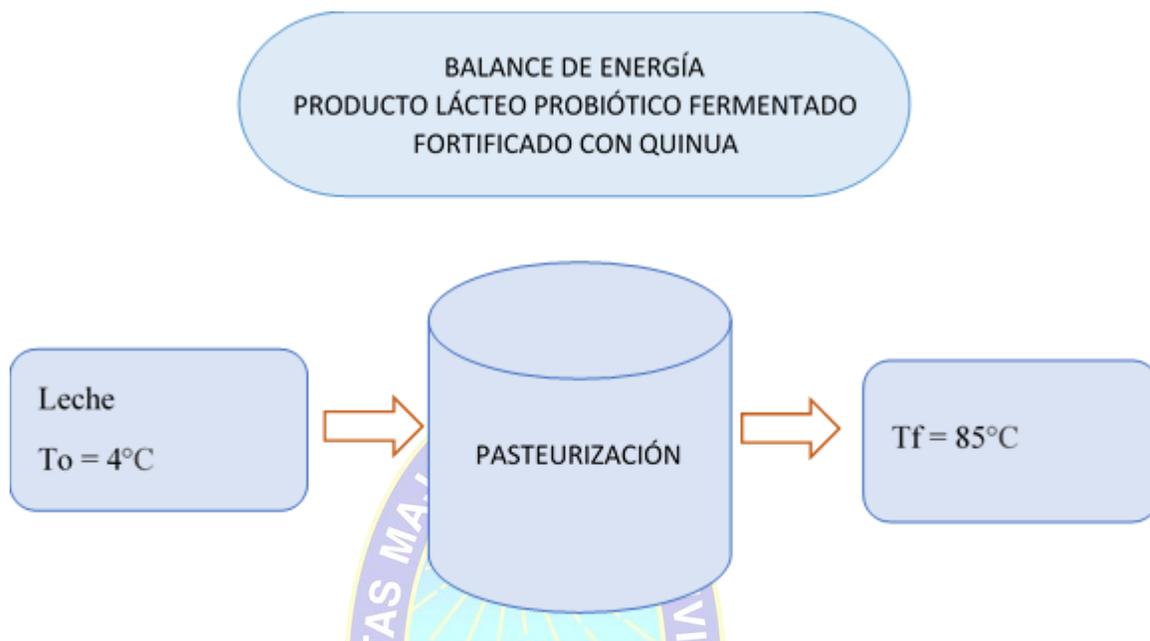


Figura 13. Balance de energía  
Fuente: Elaboración propia

Datos:

Cantidad del producto:  $1000 \text{ L} = 1039.7 \text{ Kg}$

Densidad del producto:  $1.0397 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$

Cantidad de leche:  $747.0347 \text{ L} = 768.0264 \text{ Kg}$  (73.87%)

Densidad de la leche:  $1.0281 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$

Calor específico de la leche:  $0.93 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

Calor de vaporización del agua:  $545.20 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$

Tiempo de pasteurización: 30 min

Cálculo de la carga térmica hacia el sistema:

$$\Delta E = Q - W$$

$$\Delta U + \Delta E_c + \Delta E_p = Q - W$$

Consideraciones:

- No existe energía cinética ni potencial en el tanque.
- El trabajo realizado por el agitador es despreciable.
- Las pérdidas de calor son despreciables ya que el tanque tiene aislamiento.

$$Q = \Delta U$$

$$Q = m * Cp * \Delta T$$

$$Q = 768.0264 \text{ Kg} * 0.93 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} * ^\circ\text{C}} * (85 - 4)^\circ\text{C}$$

$$Q = 57855.4287 \text{ Kcal}$$

Cálculo del flujo requerido:

$$\bar{Q} = \frac{Q_{\text{Requerido}}}{t_{\text{Operación}}}$$

$$\bar{Q} = \frac{57855.4287 \text{ Kcal}}{1800 \text{ s}}$$

$$\bar{Q} = 32.1419 \frac{\text{Kcal}}{\text{s}}$$

Cálculo del vapor de calefacción consumido:

$$\dot{m} = \frac{\bar{Q}}{\lambda_{\text{vapor}}}$$

$$\dot{m} = \frac{32.1419 \frac{\text{Kcal}}{\text{s}}}{545.20 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}}$$

$$\dot{m} = 0.0590 \frac{\text{Kg}}{\text{s}}$$

$$\dot{m} = \frac{0.0590 \text{ Kg}}{\text{s}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}}$$

$$\dot{m} = 212.2356 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

### 3.15. Determinación de los análisis físico-químicos de la materia prima

La determinación de los parámetros de calidad de la materia prima fue desarrollada según normas bolivianas.

### 3.15.1. Análisis de la leche

#### 3.15.1.1. Determinación de la acidez titulable

Determinación de acidez titulable por el método volumétrico.

Se titula la acidez de la leche con una solución normalizada de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador.

#### Procedimiento

Medir 9 ml de muestra con la pipeta y se colocan en un vaso de precipitado, añadir 2 – 3 gotas de indicador Fenolftaleína, titular con NaOH 0.1 N, agitando constantemente el vaso hasta un cambio de coloración ligeramente rosado.

#### Expresión de resultados

El número de ml gastados de NaOH 0.1 N se debe multiplicar por 10 para obtener los resultados en grados °Dornic, y este dividido entre 100 nos da como resultado el porcentaje de ácido láctico.

$$\text{°D} = V \text{ NaOH} * 10$$

$$\% \text{Ácido láctico} = \frac{\text{°D}}{100}$$

Los valores de porcentaje de ácido láctico corresponderán a los gramos de ácido láctico por cien gramos de muestra (Garcia, 2018).



Figura 14. Determinación de la acidez titulable de la leche  
Fuente: Elaboración propia

### 3.15.1.2. Determinación de los sólidos totales

El equipo más utilizado para la medición de sólidos totales de la leche es el refractómetro, también conocido como brixómetro, es un instrumento óptico preciso, y como su nombre lo indica, basa su funcionamiento en el estudio de la refracción de la luz.

#### Procedimiento

Para hacer una medición se abre la parte superior del prisma y se deposita una gota de leche, bien mezclada previamente, sobre la otra parte inferior del prisma, luego se cierran los prismas esperándose un minuto por lo menos.

Se gira entonces el ocular hasta que aparezca la escala graduada, se procede a orientar el instrumento hacia una fuente de luz para realizar la lectura sobre la escala identificada por la línea de separación entre el campo claro y oscuro.

Se obtiene los mejores resultados cuando la medición es efectuada a la temperatura ambiente, esto es que la leche a analizar debe tener dicha temperatura antes de ser analizada. El instrumento esta calibrado para la temperatura de 15 °C. Para conocer la corrección de temperatura que debe hacerse, se efectúa primeramente una medición con agua a la temperatura ambiente. Se depositan algunas gotas de agua sobre el prisma del aparato y se hace la lectura, esta debe ser cero (Jemio, 2012) (Garcia, 2018).



Figura 15. Determinación de los sólidos totales  
Fuente: Elaboración propia

### 3.15.1.3. Determinación de la densidad

La determinación de la densidad se realizó según la norma NB - 230 - Productos lácteos – Determinación de la densidad relativa.

Para medir la densidad de la leche se utiliza comúnmente el lactodensímetro. Es muy práctico y rápido, con resultados bastante exactos.

El lactodensímetro es un densímetro adaptado especialmente para medir la densidad de la leche, con un vástago calibrado generalmente en unidades de 15 a 40, lo que corresponde a densidades de 1,015 a 1,040. Algunos tipos vienen con un termómetro incorporado y se denominan termo lactodensímetros. El lactodensímetro debe ser calibrado a una temperatura, a la cual se deben realizar las mediciones (Garcia, 2018).

#### Procedimiento

Homogenizar la muestra a la temperatura de 40 °C, agitando suavemente; enfriar y dejar en reposo durante unos minutos en un recipiente cerrado a 20 °C.

Agregar la leche a la probeta de 100 ml, con esta inclinada para evitar la formación de espuma. Llenar la probeta hasta un nivel tal que el volumen libre sea netamente inferior al del cuerpo del lactodensímetro.

Introducir el lactodensímetro con cuidado en la leche.

Provocar un ligero movimiento de rotación.

Estimar la indicación del lactodensímetro con exactitud de 0.5 °C. La temperatura preferible es de 20 °C.

#### Expresión de resultados

Corregir el valor en el caso que la temperatura no es exactamente 20 °C según la fórmula:

$$D_{20} = D_t + 0.2(t - 20)$$

Donde:

$D_{20}$  = Densidad de la muestra a 20 °C.

$D_t$  = Densidad encontrada a la temperatura de medición.

$t$  = Temperatura de la muestra durante la medición.

La densidad de la muestra a 20 °C es expresada g/ml (Garcia, 2018).



*Figura 16.* Determinación de la densidad de la leche  
Fuente: Elaboración propia

#### ***3.15.1.4. Determinación de la prueba del alcohol***

La leche sometida a alta temperatura debe ser de muy buena calidad.

Las proteínas de la leche cruda no deben causar inestabilidad térmica, la estabilidad térmica de las proteínas puede ser determinada mediante la prueba del alcohol.

Cuando se mezclan muestras de leche con volúmenes iguales de una solución de alcohol etílico las proteínas se inestabilizan y la leche flocula a cierta concentración.

Cuanto mayor es la concentración de la solución de alcohol etílico sin provocar gelificación, mejor es la estabilidad térmica de la leche.

Esta prueba sirve para determinar si la leche puede ser sometida o no a tratamientos térmicos, si la leche se coagula en presencia de alcohol no puede ser procesada.

La coagulación de la leche en esta prueba puede ser debida a la acidificación de la leche por adición de calostro o por acción de los microorganismos, a la presencia de leche de lactancia avanzada o con desbalance de sales; por ello no se puede depender de esta prueba para aceptar o rechazar la leche que llega a una planta.

#### **Procedimiento**

Coloque 5 ml de leche en un tubo de ensayo.

Agregue 5 ml de alcohol al 68% y 79%.

Invierta el tubo 4 veces, en forma lenta, para que la leche se mezcle con el alcohol.

Si aparecen partículas de cuajada, la prueba es positiva o sea que la leche no puede someterse a tratamientos (García, 2018).



*Figura 17.* Prueba del alcohol de la leche  
Fuente: Elaboración propia

### ***3.15.1.5. Determinación de la prueba del hervor***

Esta prueba se realiza a en leches que van a ser tratadas a temperaturas altas. Las leches ácidas o con desequilibrios salinos, forman precipitados indicando que la leche no es estable al calor y no puede ser sometida al proceso de pasteurización.

#### **Procedimiento**

Colocar 100 ml de leche en un vaso de precipitado.

Llevar a la temperatura a la que será sometida.

Si la leche no precipita o hay formación de grumos, puede ser procesada a pesar de que la prueba del alcohol dio positiva (Garcia, 2018).



*Figura 18.* Prueba del hervor de la leche  
Fuente: Elaboración propia

### 3.15.2. Análisis de la quinua

#### 3.15.2.1. Determinación de saponina en la quinua

El siguiente procedimiento rápido permite estimar la saponina y es apto para ser usado en un control de calidad de la quinua que se puede efectuar en el mismo almacén o incluso en el campo.

#### Procedimiento

Pesar 0.5 g de muestra de granos enteros de quinua y colocarlos en un tubo de ensayo.

Añadir 5 ml de agua destilada y tapar el tubo con un tapón o con el dedo pulgar y agitar vigorosamente durante 30 segundos.

Dejar el tubo en reposo durante 10 segundos, luego medir la altura de la espuma, en cm.

#### Expresión de resultados

Para conocer la cantidad de saponina en porcentaje se debe utilizar la siguiente expresión:

$$\%Saponina = \frac{0.646 * (\text{Altura de la espuma en cm}) - 0.104}{(\text{Peso de la muestra en g}) * 10}$$



Figura 19. Determinación de la saponina de la quinua  
Fuente: Elaboración propia

### 3.15.2.2. Determinación de acidez de la quinua

Este método se basa en una reacción ácido base usando una solución alcalina en presencia de un indicador.

Una vez obtenida la muestra realizar la molienda, la muestra debe molerse hasta alcanzar una harina de granulometría uniforme.

#### Procedimiento

Pesar 5 g de muestra homogénea y colocar en un matraz erlenmeyer.

Agregar 50 ml de alcohol al 90 %, tapar el matraz y agitar durante 1 h con agitador magnético.

Tomar con una pipeta una alícuota de 10 ml del líquido claro sobrenadante y colocar en el matraz erlenmeyer.

Agregar 1 ml de fenolftaleína como indicador.

Titular con hidróxido de sodio 0.02 N hasta color rosa pálido.

#### Expresión de resultados

El contenido de acidez en la muestra se puede expresar como ácido sulfúrico, en base seca y se obtiene de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\%Acidez, expresado como H_2SO_4 = \frac{490 * N * V}{m(100 - H)} * \frac{V_1}{V_2}$$

Donde:

490 = Equivalentes de ácido sulfúrico.

V = Volumen de la solución de NaOH 0.02 N gastados en la titulación, en ml.

m = Masa de la muestra en g.

V<sub>1</sub> = Volumen del alcohol empleado en la extracción, en ml.

V<sub>2</sub> = Volumen de la alícuota tomada en la titulación, en ml.

H = Porcentaje de humedad en la muestra.

El contenido de acidez en la muestra se puede expresar como ácido láctico, en base seca y se obtiene de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\%Acidez, expresado como Ácido láctico = \frac{900 * N * V}{m(100 - H)} * \frac{V_1}{V_2}$$

Donde:

900 = Equivalentes de ácido láctico.

V = Volumen de la solución de NaOH 0.02 N gastados en la titulación, en ml.

m = Masa de la muestra en g.

V1 = Volumen del alcohol empleado en la extracción, en ml.

V2 = Volumen de la alícuota tomada en la titulación, en ml.

H = Porcentaje de humedad en la muestra (Ibñorca , 2000).



Figura 20. Determinación de la acidez de la quinua

Fuente: Elaboración propia

### ***3.15.2.3. Determinación de sólidos totales de la quinua***

Una vez obtenida la muestra realizar la molienda rápidamente para evitar cambios apreciables en el contenido de humedad, la muestra debe molerse hasta alcanzar una harina de granulometría uniforme.

#### **Procedimiento**

Secar las cápsulas en la estufa a 104 °C, durante 30 minutos con su respectiva cubierta, enfriar a temperatura ambiente, seguidamente pesar los recipientes y sus cubiertas.

En los recipientes ya tarados, pesar alrededor de 5 a 10 g de muestra previamente preparada, extenderla uniformemente sobre toda la base, colocar en la estufa a 105 °C al igual que sus respectivas tapas, durante 3 horas.

Para retirar de la estufa deben ser tapados con sus respectivas cubiertas, se los transfiere al desecador y se pesan tan pronto como hayan alcanzado la temperatura ambiente, toda la operación

de traslado de los recipientes debe ser efectuada con pinzas, evitando en lo posible el contacto con las manos.

Repetir el secado nuevamente por una hora en las mismas condiciones anteriores, una vez enfriadas volver a pesar.

Se repite este proceso hasta que la diferencia entre dos pesadas sucesivas sea constante.

### Expresión de resultados

$$H = \frac{M1 - M2}{M1 - M0} * 100$$

$$100\% = ST + H$$

Donde:

H = Humedad en % (en masa).

ST = Sólidos totales en % (en masa).

M0 = Peso del recipiente vacío con su tapa en g.

M1 = Peso del recipiente y su tapa con la muestra sin secar en g.

M2 = Peso del recipiente y su tapa con la muestra seca en g.

Tomar como resultado la media aritmética de las determinaciones realizadas simultáneamente (Ibñorca, 2006).



*Figura 21.* Determinación de los sólidos totales de la quinua

Fuente: Elaboración propia

### 3.15.2.4. Determinación de cenizas de la quinua

El método se basa en la destrucción de la materia grasa orgánica presente en la quinua por calcinación y determinación gravimétrica del residuo.

Una vez obtenida la muestra realizar la molienda, la muestra debe molerse hasta alcanzar una harina de granulometría uniforme.

#### Procedimiento

Pesar alrededor de 3 a 5 g de muestra en los crisoles y extender uniformemente.

Realizar una precalcinación en la hornilla hasta eliminación de humos.

Colocar las capsulas o crisoles en la entrada de la mufla previamente calentada a 550 °C a 600 °C, dejando la puerta abierta.

Cuando las muestras dejen de arder, colocar los crisoles en el interior de la mufla con ayuda de una pinza.

Dejar calcinar por 4 h como mínimo hasta que el residuo quede prácticamente blanco grisáceo.

Enfriar los crisoles en la mufla hasta 200 °C.

Retirar de la mufla al desecador hasta que enfríen a temperatura ambiente.

Pesar rápidamente.

#### Expresión de resultados

$$C = \frac{M2 - M0}{M1 - M0} * 100$$

Donde:

C = Cenizas en % (en masa).

M0 = Peso del crisol vacío en g.

M1 = Peso del crisol con la muestra antes de ser calcinado en g.

M2 = Peso del crisol con la ceniza de la muestra después de ser calcinado en g.

Tomar como resultado la media aritmética de las determinaciones realizadas simultáneamente (Ibñorca, 2006).



Figura 22. Determinación de las cenizas de la quinua  
Fuente: Elaboración propia

### 3.15.2.5. Determinación del Factor de cocción de la quinua

Para algunos alimentos el peso varía considerablemente cuando se ha sometido a cocción; algunos retienen agua como el arroz, otros se deshidratan como la carne. Lo importante es considerar estos cambios y utilizar los factores de conversión para calcular los gramos netos, ya sea en crudo o cocido. Se requiere del peso de los alimentos en gramos netos crudos o cocidos.

#### Procedimiento

Para obtener el factor de cocción se pesa el alimento crudo. Luego se cocina según la forma de cocción común (por ejemplo, hervir, freír, asar, etc.). Se registra el tiempo y método de cocción. Se espera

un tiempo corto predeterminado (por ejemplo 5 minutos) para cada alimento y se vuelve a pesar.

#### Expresión de resultados

$$FC = \frac{ACr}{ACo}$$

Donde:

FC = Factor de cocción (Conversión de cocido a crudo)

ACr = Alimento crudo en g.

ACo = Alimento cocido en g.

El factor se puede usar para convertir un alimento cocido a crudo o vice versa. Al convertir de cocido a

crudo se tiene que multiplicar por el factor de conversión. Al convertir de crudo a cocido se tiene que dividir por (o multiplicar por su inverso de) el factor (ProPAN, s.f.).

### 3.16. Determinación de los parámetros de acidificación durante la incubación

#### 3.16.1. Determinación de la acidez titulable

Determinación de acidez titulable por el método volumétrico.

Se titula la acidez del producto con una solución normalizada de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador.

#### Procedimiento

Medir 9 ml de muestra con la pipeta y vaciar en un vaso de precipitado, añadir 10 ml de agua destilada y agitar hasta que quede homogéneo, añadir 2 – 3 gotas de indicador fenolftaleína, titular con NaOH 0.1 N, agitando constantemente el vaso hasta un cambio de coloración ligeramente rosado.

#### Expresión de resultados

El número de ml gastados de NaOH 0.1 N se debe multiplicar por 10 para obtener los resultados en grados °Dornic, y este dividido entre 100 nos da como resultado el porcentaje de ácido láctico.

$$\begin{aligned} \text{°D} &= V \text{ NaOH} * 10 \\ \% \text{Ácido láctico} &= \frac{\text{°D}}{100} \end{aligned}$$

Los valores de porcentaje de ácido láctico corresponderán a los gramos de ácido láctico por cien gramos de muestra.

### 3.17. Determinación de los análisis físicoquímicos, bromatológicos y microbiológicos del producto

#### 3.17.1. Análisis físicoquímico

##### 3.17.1.1. Determinación de la acidez titulable

Determinación de acidez titulable por el método volumétrico.

Se titula la acidez del producto con una solución normalizada de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador.

#### Procedimiento

Medir 9 ml de muestra con la pipeta y vaciar en un vaso de precipitado, añadir 10 ml de agua destilada y agitar hasta que quede homogéneo, añadir 2 – 3 gotas de indicador fenolftaleína, titular con NaOH 0.1 N, agitando constantemente el vaso hasta un cambio de coloración ligeramente rosado.

#### Expresión de resultados

El número de ml gastados de NaOH 0.1 N se debe multiplicar por 10 para obtener los resultados en grados °Dornic, y este dividido entre 100 nos da como resultado el porcentaje de ácido láctico.

$$\begin{aligned} \text{°D} &= V \text{ NaOH} * 10 \\ \% \text{Ácido láctico} &= \frac{\text{°D}}{100} \end{aligned}$$

Los valores de porcentaje de ácido láctico corresponderán a los gramos de ácido láctico por cien gramos de muestra.



Figura 23. Determinación de la acidez titulable del producto  
Fuente: Elaboración propia

### 3.17.1.2. Determinación de los sólidos totales

El método se basa en la desecación de una cantidad conocida de muestra a una temperatura fija, hasta una masa constante.

#### Procedimiento

Se coloca la cápsula limpia y seca en la estufa durante 1 h.

Se transfiere a una desecadora y se mantiene durante 30 min, se pesa la capsula con un error máximo de  $\pm 1$  mg.

Se pesa la cápsula con 2 a 2.5 g de muestra, se extiende el producto hasta formar una película fina en el fondo de la cápsula.

Se coloca la cápsula en la estufa durante 4 h, a una temperatura de 100 a 105 °C.

Se transfiere a una desecadora y se mantiene durante 30 min.

Se repite el procedimiento de secado durante intervalos de 30 min enfriando en la desecadora hasta obtener masa constante.

#### Expresión de resultados

$$S = \frac{A}{B} * 100$$

Donde:

S = Sólidos totales en % (en masa).

A = Peso de la muestra seca en g.

B = Peso de la muestra sin secar en g.

Tomar como resultado la media aritmética de las determinaciones realizadas simultáneamente (Ibñorca, 1998).

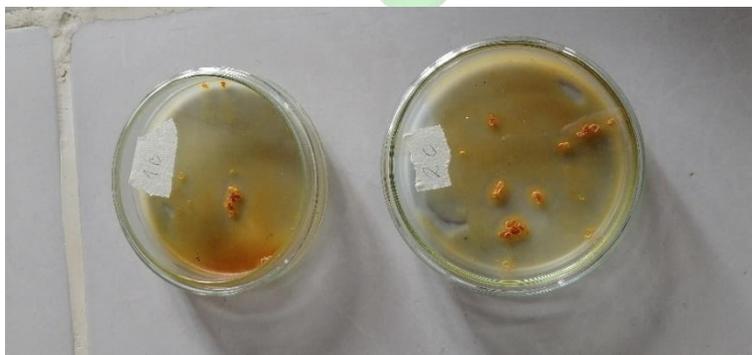


Figura 24. Determinación de los sólidos totales del producto

Fuente: Elaboración propia

### 3.17.1.3. Determinación de cenizas

El método se basa en la destrucción de la materia grasa orgánica presente en el producto por calcinación y determinación gravimétrica del residuo.

#### Procedimiento

Pesar alrededor de 20 g de muestra en los crisoles y extender uniformemente.

Preincinerar en la hornilla hasta eliminación de humos.

Colocar las capsulas o crisoles en la entrada de la mufla previamente calentada a 550 °C a 600 °C, dejando la puerta abierta.

Cuando las muestras dejen de arder, colocar los crisoles en el interior de la mufla con ayuda de una pinza.

Dejar calcinar por 2 h como mínimo hasta que el residuo quede prácticamente blanco grisáceo.

Enfriar los crisoles en la mufla hasta 200 °C.

Retirar de la mufla al desecador hasta que enfríen a temperatura ambiente.

Pesar el crisol con las cenizas (no deben estar negras, en caso de que lo estén incinerar otra media hora).

#### Expresión de resultados

$$C = \frac{M2 - M0}{M1 - M0} * 100$$

Donde:

C = Cenizas en % (en masa).

M0 = Peso del crisol vacío en g.

M1 = Peso del crisol con la muestra antes de ser calcinado en g.

M2 = Peso del crisol con la ceniza de la muestra después de ser calcinado en g.

Tomar como resultado la media aritmética de las determinaciones realizadas simultáneamente (Ibñorca, 1998).



Figura 25. Determinación de las cenizas del producto  
Fuente: Elaboración propia

#### **3.17.1.4. Determinación de la densidad**

Para realizar la medición de esta propiedad a través del método gravimétrico es necesario determinar la masa y el volumen que ocupa el líquido, este último se debe determinar con un material volumétrico adecuado (probeta, pipeta, etc.) para determinar el dato con exactitud, la masa se determina empleando una balanza adecuada.

##### **Procedimiento**

Homogenizar la muestra agitando suavemente; dejar en reposo durante unos minutos en un recipiente cerrado.

Pesar el material volumétrico y anotar o tarar la masa de este.

Agregar el producto al material volumétrico.

Pesar el material volumétrico con el producto.

Proceder a medir el volumen.

La temperatura preferible para realizar el procedimiento es de 20 °C (Universidad Nacional Del Altiplano, s.f.).

##### **Expresión de resultados**

La densidad de la muestra es expresada g/ml, mediante la siguiente fórmula.

$$\rho = \frac{m}{V}$$



Figura 26. Determinación de la densidad del producto  
Fuente: Elaboración propia

### 3.17.2. Análisis microbiológico

Para la realización de los análisis microbiológicos se acudió al Instituto de Investigaciones Químicas (IIQ) de la Universidad Mayor de San Andrés. A continuación, en la tabla 22 se muestran los análisis que se efectuaron.

**Tabla 22**

#### *Análisis microbiológicos del producto final*

<b>Parámetro</b>	<b>Fuente</b>
Coliformes totales	IIQ
Mohos y levaduras	IIQ
Escherichea Coli	IIQ
Recuento total de mesófilos aerobios	IIQ
Recuento de células viables	IIQ

Fuente: Elaboración propia

### 3.17.3. Análisis bromatológicos

Para la realización de los análisis bromatológicos se acudió al Instituto de Investigaciones Químicas (IIQ) de la Universidad Mayor de San Andrés. A partir de estos datos se obtuvo el valor energético. A continuación, en la tabla se muestran los análisis que se efectuaron.

**Tabla 23*****Análisis nutricional y valor energético del producto final***

<b>Parámetro</b>	<b>Fuente</b>
Agua (%)	IIQ
Materia seca (%)	IIQ
Proteína (%) F=6.25	IIQ
Grasa (%)	IIQ
Hidratos de carbono (%)	IIQ
Valor energético (Kcal)	Elaboración Propia

Fuente: Elaboración propia

**3.18. Estimación de la vida útil del producto**

Es el periodo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo, manteniendo las características funcionales y nutricionales.

**3.18.1. Mediante la determinación de la acidez**

La determinación de la acidez titulable se realiza mediante titulación ácido base con hidróxido de sodio 0.1 N en presencia de indicador fenolftaleína.

La concentración de ácido láctico es fundamental para evaluar la vida útil del alimento, puesto que al aumentar la concentración de ácido afectará a las bacterias que son sensibles a este medio, esto generará una disminución de la concentración de bacterias lácticas, reduciendo la vida útil del producto, además que también afectará a la calidad sensorial del producto. Según la Norma Boliviana, el porcentaje de acidez máximo permitido en este tipo de productos es de 1.4 %.

Una de las muestras fue conservada a una temperatura de refrigeración de 4 °C y la otra a 15 °C, que vendría siendo aproximadamente la temperatura ambiente. La primera temperatura de conservación es la recomendada para este alimento debido a que la actividad bacteriana es muy baja, la diferencia de la conservación del producto a estas temperaturas es muy grande.

### 3.18.2. Mediante atributos sensoriales

El análisis sensorial de un alimento facilita la estimación de vida útil de un producto, permite estimar el grado de aceptabilidad del producto y así poder delimitar el tiempo de vida útil.

Por esta razón se realizó una encuesta a un grupo de diez personas para que puedan indicar si el producto es de su agrado durante un periodo de tiempo, este análisis se llevó a cabo con dos muestras, la primera que se conservó a una temperatura de 4°C y la otra a temperatura ambiente, que sería un aproximado de 15°C (anexo 5).

### 3.19. Resultados

#### 3.19.1. Fórmula final para la elaboración del Producto lácteo

Se realizó la elección de la fórmula final del producto realizando las correcciones correspondientes de acuerdo a la cantidad de quinua utilizada, la fórmula experimental final se muestra en la tabla 24.

**Tabla 24**

***Fórmula 1 Quinua cocida***

<b>Fórmula con quinua cruda</b>		
<b>Material</b>	<b>Cantidad [g]</b>	<b>Porcentaje [%]</b>
Leche natural	89.35	75.71
Azúcar	9.00	7.63
Quinua	5.61	4.75
Citrato de sodio	0.15	0.13
Cultivo	0.01	0.01
Agua	13.89	11.77
<b>Total</b>	<b>118.01</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.19.2. Diseño del producto

Para realizar el diseño del producto se realizó una mezcla de la leche y la quinua, siendo estos dos la materia prima que contienen los macronutrientes de interés, como son las proteínas y grasas, que posteriormente se convertirán en nuestras variables de respuesta. El programa que fue utilizado para este propósito fue Design Expert 11, mediante la metodología de mezclas Mixture – Simplex Lattice, el cual nos permitirá llegar a la composición más óptima.

Estos porcentajes fueron obtenidos variando la cantidad de quinua de 2.5 g a 10.0 g en la fórmula original del producto, una vez obtenida la fórmula se modificó los porcentajes para obtener el 100 % solamente con estos dos componentes con los que se trabajará.

En la tabla 25 podemos observar las cantidades mínimas y máximas de cada componente de la mezcla y sus variables de respuesta. Para la leche se tomó una cantidad mínima de 89.93 % y para la quinua 2.72 %, para las cantidades máximas de la leche y la quinua fueron 97.28 y 10.07 % respectivamente.

**Tabla 25**

*Valores de componentes y respuestas*

Name	Units	Type	Changes	Std. Dev.	Low	High
Leche	%	Component	Easy	0	89.93	97.28
Quinua	%	Component	Easy	0	2.72	10.07
Proteínas	%	Response		2.5E-05	4.3099	4.5429
Grasas	%	Response		3.50915E-15	3.0604	3.2236

Fuente: Design Expert 11

A continuación, se muestran las mezclas correspondientes que se deben realizar, obteniendo un total de ocho corridas.

Las respuestas obtenidas de proteínas y grasas se realizaron teóricamente mediante balance de materia, para la leche tomamos los valores promedio de proteínas y grasas como 3.17 y 3.00 respectivamente en porcentajes, con respecto a la quinua, habiendo una gran variedad de esta materia prima y por lo tanto también existe variación entre la composición de estos, se decidió trabajar con los datos brindados por LAYSAA (2014) para la variedad de quinua real blanca, que es la escogida para la elaboración de nuestro producto por razones mencionadas anteriormente. La proteína para esta variedad tiene un porcentaje de 14.49 y la materia grasa 5.22 %.

Para la obtención de Proteínas:

$$\text{Proteínas} = 0.0317 * \text{Leche} + 0.1449 * \text{Quinua}$$

Para la obtención de Grasas:

$$\text{Grasas} = 0.0300 * \text{Leche} + 0.0522 * \text{Quinua}$$

**Tabla 26**

***Orden de ensayo y resultados de composición de la mezcla***

Std	Run	Component 1 A:Leche %	Component 2 B:Quinua %	Response 1 Proteínas %	Response 2 Grasas %
3	1	93.605	6.395	4.4264	3.142
6	2	97.28	2.72	4.5429	3.0604
5	3	91.7675	8.2325	4.3682	3.1828
8	4	93.605	6.395	4.4264	3.142
2	5	89.93	10.07	4.3099	3.2236
1	6	97.28	2.72	4.5429	3.0604
7	7	89.93	10.07	4.3099	3.2236
4	8	95.4425	4.5575	4.4847	3.1012

Fuente: Design Expert 11

Análisis estadístico del diseño de mezclas

**Tabla 27**

***Análisis de Varianza de la mezcla – Proteínas***

**ANOVA for Linear model**

**Response 1: Proteínas**

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
<b>Model</b>	0.0611	1	0.0611	9.772E+07	< 0.0001	significant
<sup>(1)</sup> Linear Mixture	0.0611	1	0.0611	9.772E+07	< 0.0001	
<b>Residual</b>	3.750E-09	6	6.250E-10			
Lack of Fit	3.750E-09	3	1.250E-09			
Pure Error	0.0000	3	0.0000			
<b>Cor Total</b>	0.0611	7				

<sup>(1)</sup> Inference for linear mixtures uses Type I sums of squares. 

Fuente: Design Expert 11

El valor F - Value de 97720199.98 implica que el modelo es significativo. Solo hay una posibilidad de 0.01 % de que un F - Value tan grande se produzca debido al ruido.

Los valores de P - Values menores de 0,0500 indican que los términos del modelo son significativos, en este caso es menor lo que nos indica que los términos son significativos. Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos el modelo es insignificante (sin contar las que se requieren para apoyar la jerarquía) reducir el modelo puede mejorarlo.

**Tabla 28**

*Análisis de Varianza de la mezcla – Grasas*

**ANOVA for Linear model**

**Response 2: Grasas**

	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
	<b>Model</b>	0.0300	1	0.0300		
	<sup>(1)</sup> Linear Mixture	0.0300	1	0.0300		
	<b>Residual</b>	0.0000	6	0.0000		
	Lack of Fit	0.0000	3	0.0000		
	Pure Error	0.0000	3	0.0000		
	<b>Cor Total</b>	0.0300	7			

<sup>(1)</sup> Inference for linear mixtures uses Type I sums of squares. 

Fuente: Design Expert 11



Los valores de P - Values menores de 0,0500 indican que los términos del modelo son significativos, en este caso no hay términos del modelo significativos. Los valores superiores a 0.1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos el modelo es insignificante (sin contar las que se requieren para apoyar la jerarquía) reducir el modelo puede mejorarlo.

El programa nos presentó una solución óptima, siendo que nuestros objetivos fueron maximizar el contenido de quinua y proteína en la mezcla.

**Tabla 29****Resultado óptimo de la mezcla**

## Solutions

1 Solutions found

	Number	Leche	Quinua	Proteínas	Grasas	Desirability	
	<b>1</b>	<b>93.605</b>	<b>6.395</b>	<b>4.426</b>	<b>3.142</b>	<b>0.500</b>	<b>Selected</b>

Fuente: Design Expert 11

### 3.19.3. Determinación de los análisis físico-químicos de la materia prima

#### 3.19.3.1. Análisis de la leche

En la tabla 30 se muestra los resultados finales de las pruebas que se realizaron a la leche. Para más información diríjase al anexo 3.

**Tabla 30****Resultados de los análisis fisicoquímicos de la leche**

Parámetro	Resultado
Densidad a 20°C [g/ml]	1.0281
Acidez [ % A.L.]	0.16
Sólidos totales [°Brix]	9.8
Prueba del alcohol (79%)	Negativo
Prueba del hervor	Negativo

Fuente: Elaboración propia

#### 3.19.3.2. Análisis de la quinua

En la siguiente tabla 31 se muestra los resultados finales de las pruebas que se realizaron a la quinua. Para más información diríjase al anexo 3.

**Tabla 31*****Resultados de los análisis fisicoquímicos de la quinua***

Parámetro	Resultado
Saponina [mm]	10.67
Saponina [ % ]	0.14
Acidez [ % A.S.]	0.1652
Acidez [ % A.L.]	0.3034
Sólidos totales [%]	14.02
Cenizas totales [%]	1.69
Factor de cocción	0.2877

Fuente: Elaboración propia

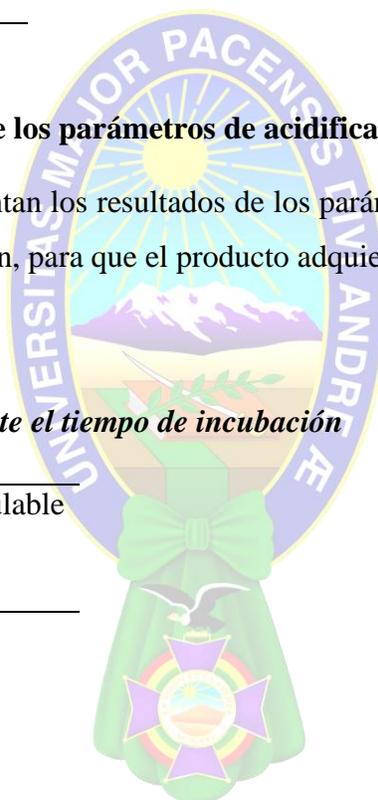
**3.19.4. Determinación de los parámetros de acidificación durante la incubación**

A continuación, se presentan los resultados de los parámetros de acidificación durante un tiempo de 5.5 horas de incubación, para que el producto adquiriera la acidez requerida.

**Tabla 32*****Cambios de acidez durante el tiempo de incubación***

Tiempo de Incubación [h]	Acidez titulable [% A.L.]
0.0	0.16
0.5	0.20
1.0	0.25
1.5	0.29
2.0	0.33
2.5	0.39
3.0	0.44
3.5	0.47
4.0	0.51
4.5	0.53
5.0	0.58
5.5	0.62

Fuente: Elaboración propia



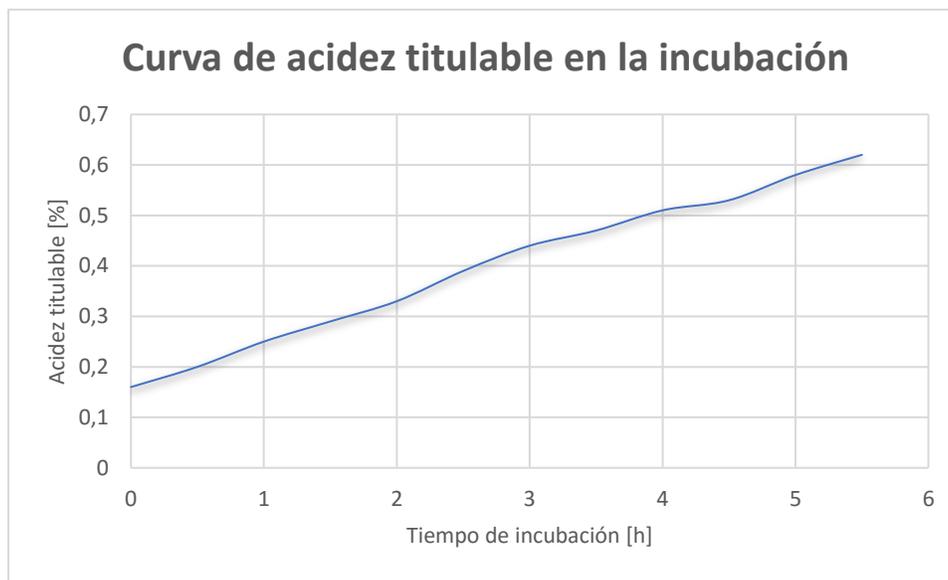


Figura 27. Curva de acidez titulable durante la incubación

Fuente: Elaboración propia

### 3.19.5. Determinación de los análisis fisicoquímicos, bromatológicos y microbiológicos del producto

#### 3.19.5.1. Análisis fisicoquímicos y bromatológicos

Las tablas 33 y 34 presentan los resultados de los análisis que se realizaron al producto lácteo probiótico fermentado fortificado con quinua, tanto los análisis realizados por el Instituto de Investigaciones Químicas como los realizados en el laboratorio de la carrera de Química Industrial (anexo 4).

**Tabla 33**

#### *Análisis fisicoquímico y bromatológico del producto*

Parámetro	Muestra	Método de ensayo
Agua (%)	81.60	Gravimétrico
Materia seca (%)	18.40	Gravimétrico
Proteína (%) F=6.25	2.18	Kjeldhal
Grasa (%)	3.04	Gerber
Hidratos de carbono (%)	13.18	Cálculo matemático
Valor energético (Kcal)	88.80	Cálculo matemático

Fuente: Instituto de Investigaciones Químicas UMSA

**Tabla 34*****Análisis fisicoquímico del producto***

Parámetro	Muestra	Método de ensayo
Agua (%)	78.49	Gravimétrico
Sólidos totales (%)	21.51	Gravimétrico
Sólidos totales (s/q) (°Brix)	17.00	NB – 230 - 1
Densidad [g/ml]	1.0397	Gravimétrico
Densidad (s/q) [g/ml]	1.0194	Gravimétrico
Cenizas totales (%)	2.41	Gravimétrico
Acidez titulable (%)	0.64	Titulación Acido-Base

Fuente: Elaboración propia

***3.19.5.2. Análisis microbiológico***

La tabla 35 presenta los resultados de los análisis que se realizaron al producto lácteo probiótico fermentado fortificado con quinua, análisis realizados por el Instituto de Investigaciones Químicas.

**Tabla 35*****Análisis microbiológico del producto***

Microorganismos	Muestra	Método de ensayo
Coliformes totales (UFC/ml)	Ausencia	NB 32005
Escherichea Coli (UFC/ml)	Ausencia	NB 32005
Mohos y levaduras (UFC/ml)	Ausencia	NB 32006
Recuento total de mesófilos aerobios (UFC/ml)	$7 \cdot 10^2$	NB 32003
Recuento de células viables (UFC/ml)	$1.2 \cdot 10^7$	Siembra en profundidad

Fuente: Instituto de Investigaciones Químicas UMSA

***3.19.6. Estimación de la vida útil del producto***

En la siguiente figura 28 se puede observar los valores de la acidez del producto durante los días de conservación a diferentes temperaturas (4 °C y a 15 °C), los datos de este análisis se encuentran en el anexo 5.

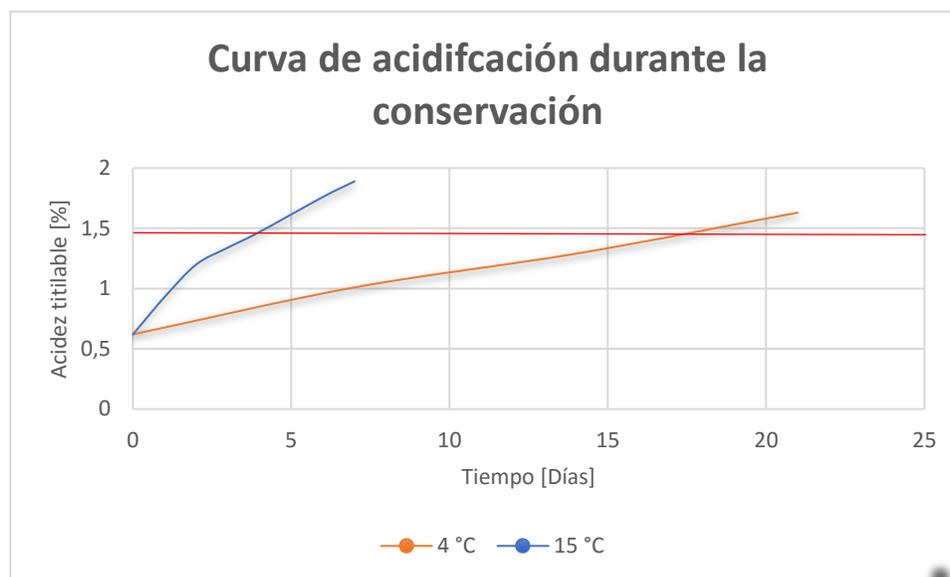


Figura 28. Vida útil mediante determinación de la acidez  
Fuente: Elaboración propia

Como se observa, la muestra refrigerada se mantiene por mucho más tiempo, en cambio la muestra que fue almacenada a temperatura ambiente no se conservó ni siquiera una semana, presentando cambios en el aspecto sensorial haciendo que el producto sea desagradable.

**Tabla 36**

*Vida útil mediante atributos sensoriales*

4 °C		15 °C	
Tiempo inferior	% Rechazo	Tiempo superior	% Rechazo
17 días	10	21 días	80

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados presentados del panel de atributos sensoriales se puede observar que la muestra almacenada a una temperatura de 4 °C tuvo un tiempo de conservación mucho mayor, siendo el tiempo inferior de 17 días para que comience a presentar un rechazo del 10 %, por otro lado, la muestra que se conservó a 15 °C a los 4 días ya presentó un rechazo del 20 %. Por esta razón significativa es muy importante que el producto se conserve en un lugar refrigerado. El tiempo inferior fue tomado desde el primer día que el producto comenzó a tener rechazo y el tiempo superior una vez que el porcentaje de rechazo superaba el 50%.

### 3.20. Análisis sensorial

El análisis sensorial es la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume.

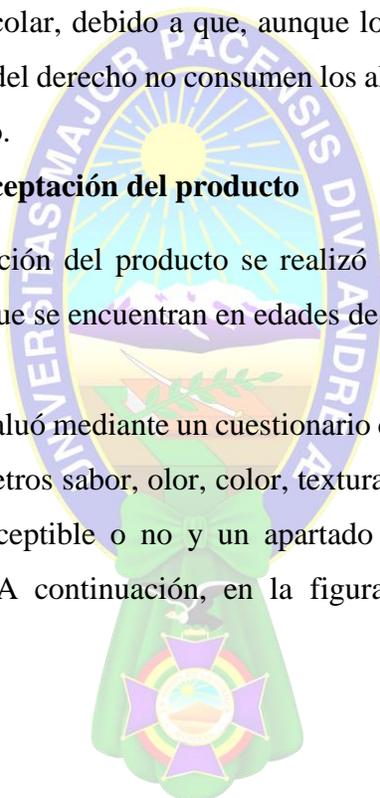
Según el ministerio de educación y el ministerio de salud para que un producto o preparación sea considerado con grado adecuado de aceptabilidad debe alcanzar el 85% de preferencia, para la alimentación complementaria escolar.

La aceptabilidad del producto es el aspecto que más pesa en la definición del menú para la alimentación complementaria escolar, debido a que, aunque los demás aspectos de calidad sean atendidos, si las y los portadores del derecho no consumen los alimentos de dotación escolar todos los esfuerzos habrán sido en vano.

#### 3.20.1. Prueba para la aceptación del producto

Para la prueba de aceptación del producto se realizó una encuesta a 30 estudiantes de primaria (12) y secundaria (18) que se encuentran en edades de entre 6 a 18 años.

El análisis sensorial se evaluó mediante un cuestionario con una escala de calificación para que se puedan evaluar los parámetros sabor, olor, color, textura y dulzor, también se cuestionó si se desea que la quinua sea perceptible o no y un apartado de observaciones para cualquier comentario sobre el producto. A continuación, en la figura 29 se muestra el esquema del cuestionario.



**Análisis Sensorial – Producto Lácteo Probiótico Fermentado**

**Fortificado con Quinoa**

**Universidad Mayor de San Andrés**

**Facultad de Tecnología – Química Industrial**

Edad: .....

Año escolar: .....

Calificación del 1 al 5, siendo:

1. Muy malo
2. Malo
3. Regular
4. Bueno
5. Excelente

<b>Parámetros</b>	<b>Quinoa cocida</b>	<b>Leche de quinoa</b>	<b>Quinoa insuflada</b>	<b>Muestra testigo</b>
Sabor				
Olor				
Color				
Textura				
Dulzor				
Aceptación final				

Marque con una X:

Prefiere usted que la sensación del grano de quinoa sea:

Perceptible ( )

Imperceptible ( )

Observaciones:

.....  
 .....  
 .....

*Figura 29.* Cuestionario para el análisis sensorial del producto  
 Fuente: Elaboración propia

### 3.20.2. Estadística de la evaluación físico organoléptica para el producto

A partir de los resultados obtenidos de la evaluación sensorial se realizaron análisis para conocer cuál es la muestra que tuvo más aceptación.

Los datos se muestran más detalladamente en el anexo 6, a continuación, se muestra los gráficos en porcentajes de aceptabilidad de acuerdo a cada uno de los parámetros.

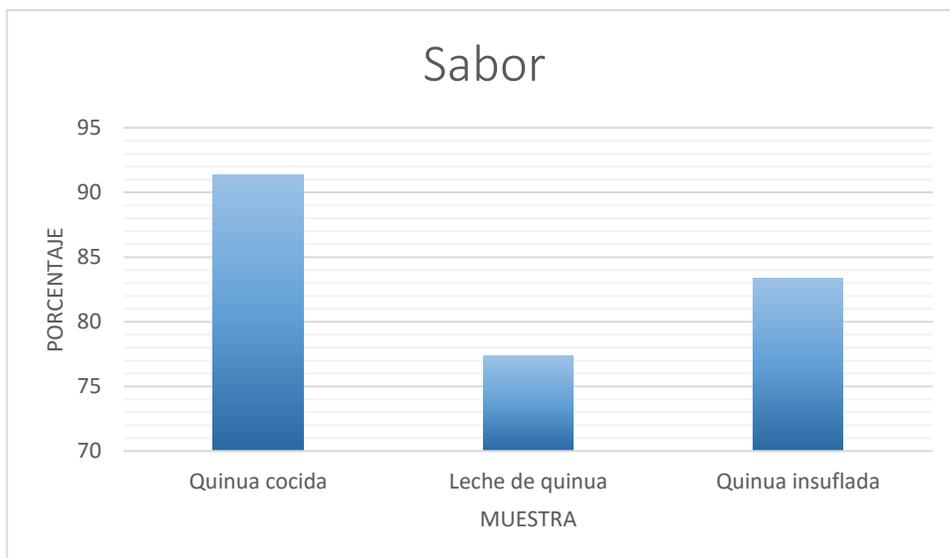


Figura 30. Parámetro sensorial – Sabor  
Fuente: Elaboración propia

Podemos evidenciar que para el parámetro de SABOR el único que pasa la aceptabilidad de 85 % es el de la quinua cocida, estando la muestra de leche de quinua con la menor aceptabilidad de todas.



Figura 31. Parámetro sensorial – Olor  
Fuente: Elaboración propia

Para el parámetro de OLOR, dos de las muestras pasan el límite de aceptabilidad, pero el que tiene mayor porcentaje es el de la quinua insuflada.

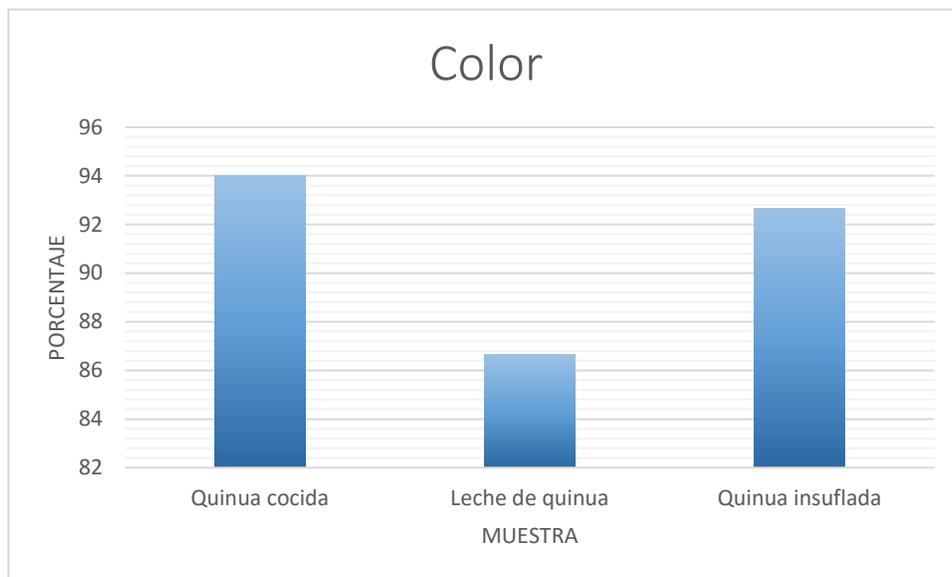


Figura 32. Parámetro sensorial – Color  
Fuente: Elaboración propia

En el parámetro COLOR, también la muestra con quinua cocida es el que presenta un mayor porcentaje, aunque en este caso todas las muestras se encuentran por encima del límite de aceptabilidad.

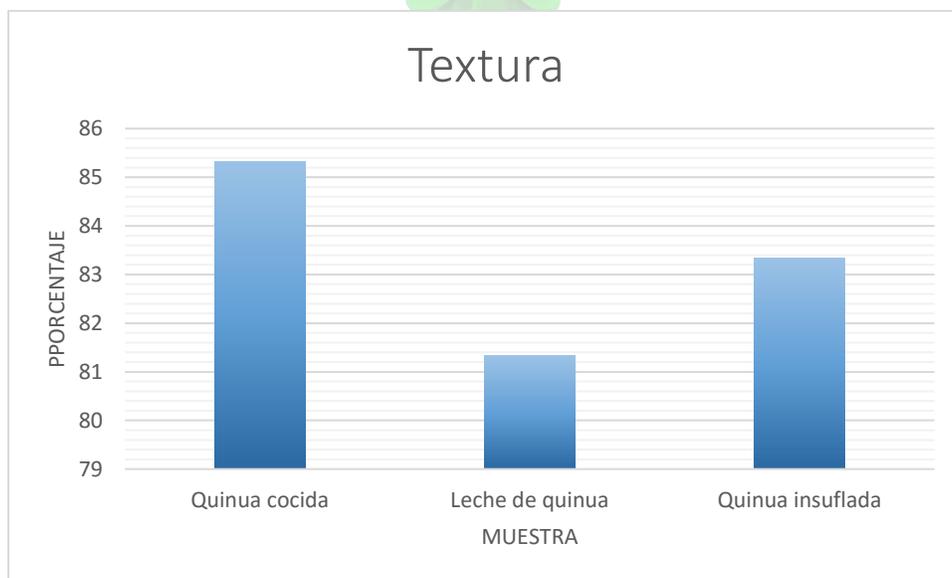


Figura 33. Parámetro sensorial – Textura  
Fuente: Elaboración propia

En el caso de la TEXTURA no se obtuvieron resultados muy elevados, la única muestra que por poco alcanza el límite de aceptabilidad es la de la quinua cocida.

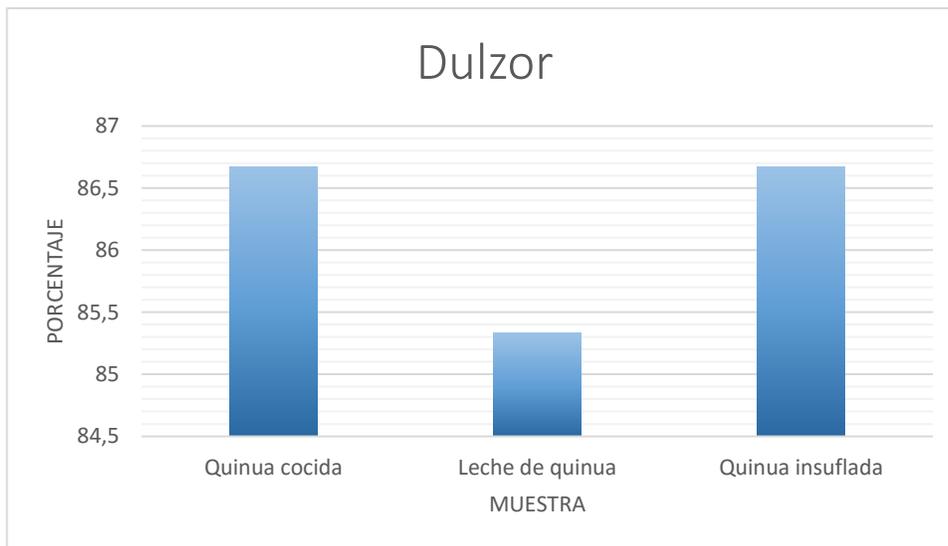


Figura 34. Parámetro sensorial – Dulzor  
Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis sensorial del DULZOR muestran que las muestras de quinua cocida y la de quinua insuflada presentan el mismo porcentaje de aceptabilidad, mientras que la de leche de quinua tiene un porcentaje menor, aun así, pasa el nivel de aceptabilidad mínimo.

La perceptibilidad de la quinua también es un aspecto importante a tomar en cuenta, a continuación, se muestra un gráfico de la preferencia de perceptibilidad del grano de quinua en el producto.

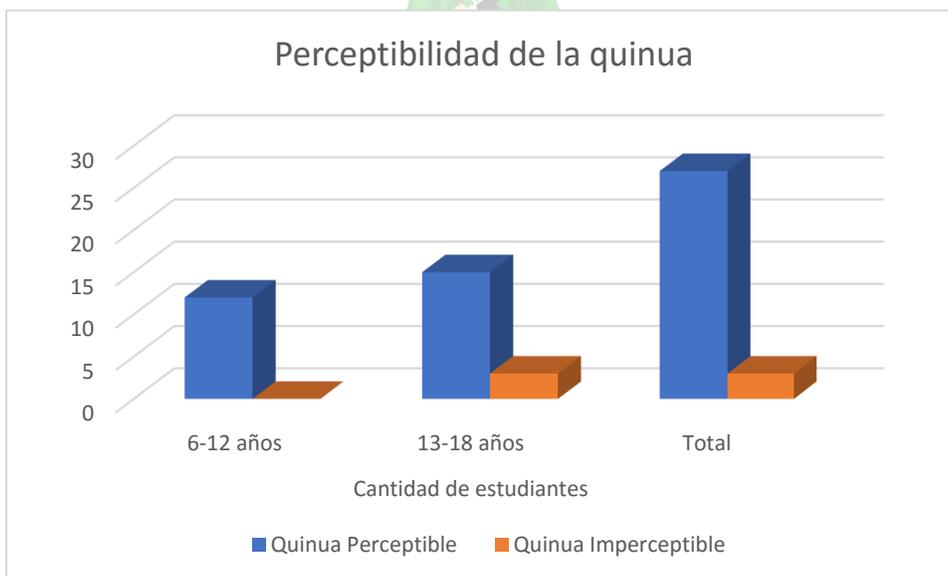


Figura 35. Parámetro sensorial – Perceptibilidad de la quinua  
Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el gráfico, el 100 % de los estudiantes de 6 – 12 años de edad prefieren que el grano de quinua sea perceptible, en caso de los estudiantes de entre 13 – 18 años, 15 de 18 prefieren que sea perceptible, dando un resultado final de 90 % del total prefieren esta característica.

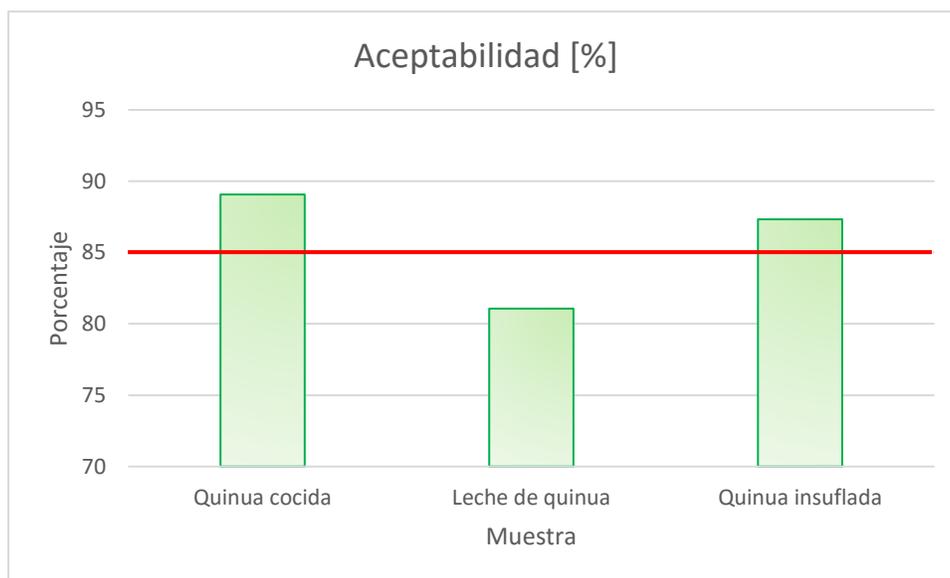


Figura 36. Parámetros sensoriales – Aceptabilidad  
Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar en el gráfico de aceptabilidad, que la muestra que tuvo mayor aceptación entre los estudiantes fue la que contiene quinua cocida, seguida de quinua insuflada y por último la leche de quinua. Como se mencionó anteriormente, para la alimentación complementaria escolar, la aceptabilidad es un aspecto muy importante y este debe ser mínimo de 85 %, bien si dos de las muestras sobrepasan este porcentaje, el que tiene mayor aceptabilidad por poca diferencia es el de la quinua cocida con 89.07 %.

### 3.21. Etiquetado del producto

El etiquetado debe estar elaborado en cumplimiento de la norma boliviana NB 314001, esta norma se aplica al etiquetado de todos los alimentos preenvasados.

La información que se debe presentar de forma obligatoria se presenta en la tabla 37.

**Tabla 37**  
**Información de la etiqueta**

<b>Información obligatoria</b>	<b>Detalle</b>
Nombre del alimento	Probio Quinua
Contenido neto	150 ml
Ingredientes y aditivos	Leche natural, azúcar, quinua, citrato de sodio, cultivo lácteo probiótico ABY – 1, citrato de sodio, esencia y colorante.
Identificación del lote	Lote:
Marcado de fecha e instrucciones para la conservación	Fecha: Conservar a 4 °C
Nombre o razón social y dirección del fabricante o importador en el caso de alimentos importados	Planta de derivados lácteos de Papel Pampa Paleche Dirección: Comunidad Mollebamba, municipio de Papel Pampa.
Lugar y país de origen	Comunidad Mollebamba, municipio de Papel Pampa, departamento de La Paz, Bolivia
Marca	Paleche

Fuente: Elaboración propia

Existen otros requisitos adicionales obligatorios y complementarios como registro sanitario, código de registro tributario, indicaciones del medio ambiente y ecología que serán proporcionados por la empresa (anexo 7).

La etiqueta para el producto Probio Quinua se presenta a continuación:

**Abrir aquí**

**Alimentación Complementaria Escolar**

**PROHIBIDA SU VENTA**

**PÁLECHE**

**HECHO EN BOLIVIA**

**Probio Quinua**

Producto lácteo probiótico fermentado fortificado con quinua

Cont. 150 mL

**Ingredientes:**  
Leche natural, azúcar, quinua, citrato de sodio, cultivo láctico probiótico, esencia y colorante.

Una vez abierto consumir inmediatamente  
Conservar refrigerado de 2°C a 8°C  
Conservar en lugar fresco y seco  
Proteger del sol

Fecha de vencimiento: Lote:

Consumir antes de la fecha indicada en el envase

**Información nutricional:**

Tamaño de la porción	Por 100 g
Valor energético Kcal	
Proteínas g	
Carbohidratos g	
Grasa g	
Minerales mg	

*Los probióticos nos ayudan a mejorar el sistema inmune*

Elaborado por: Planta de derivados lácteos Paleche  
Dirección: Comunidad Mollebamba, Municipio de Papel Pampa  
La Paz - Bolivia

PEBD

Figura 37. Etiqueta del producto  
Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV

### EVALUACIÓN DEL PROYECTO

#### 4.1. Análisis de costos del producto

Se realizó un presupuesto para un tanque batch de 1000 L de producto, debido a que este valor refiere a la capacidad máxima de producción.

**Tabla 38**

*Presupuesto requerido para la materia prima e insumos*

Materia prima y aditivos	Cantidad [%]	Cantidad [Kg]	Precio [Bs/Kg]	Total [Bs]
Leche natural	73,87	768,0264	2,9200	2.242,6371
Quinoa	4,64	48,2421	10,7400	518,1199
Agua	13,92	144,7262	0,0011	0,1592
Azúcar	7,44	77,3537	5,0000	386,7684
Citrato de sodio	0,12	1,2476	15,0000	18,7146
Cultivo probiótico	0,01	0,1040	6000,0000	624,0000
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>1039,7000</b>		<b>3.790,3992</b>

Fuente: Elaboración propia

Cantidad total de producción = 1039,7 Kg = 1000 L

Cantidad total de producción - Pérdidas = 100% - 8,9% = 91,1%

Cantidad total de producción - Pérdidas = 1039,70 Kg \* 0.9110 = 947,1667 Kg = 911 L

$$\text{Cantidad de envases unitarios} = \frac{911 \text{ L}}{0.150 \frac{\text{L}}{\text{unid}}} = 6073,3333 \text{ unid}$$

Cantidad de envases unitarios = 6073 unid

**Tabla 39**

*Presupuesto requerido para los materiales de envasado*

Materiales de envase	Cantidad [Unid]	Precio [Bs/Unid]	Total [Bs]
Envase primario	6073	0,0400	242,9333
Envase secundario	607,3	0,0125	7,5917
<b>Total</b>			<b>250,5250</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 40****Costo por mano de obra**

Detalle	Cantidad	Sueldo/mes [Bs]	Tiempo de trabajo [día]	Costo total [Bs]
Supervisor	1	2164	1	108,2
Producción	2	2164	1	216,4
Control de calidad	1	2164	1	108,2
Repartidor	1	2164	1	108,2
Total	5			432,8

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 41****Costo por servicios básicos**

Detalle	Unidad	Cantidad	Precio unitario [Bs]	Costo Total [Bs]
Energía eléctrica	KW-h	75	1,44	108

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 42****Costo implementos para operarios**

Detalle	Cantidad	Costo/100 [Bs]	Costo unitario [Bs]	Costo total [Bs]
Guantes desechables	5	40	0,4	2,00
Cofia	5	15	0,15	0,75
Barbijo	5	15	0,15	0,75
Vestimenta	5	3500	35	175
Total		3570	35,7	177,75

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 43****Costo del producto unitario**

	Costo total [Bs/Unid]	Costo unitario [Bs/Unid]
Materia prima e insumos	3.790,3992	0,6241
Envases	250,5250	0,0412
Mano de Obra	432,8000	0,0713
Servicios Básicos	108,0000	0,0178
Implementos para operarios	177,7500	0,0293
Total	4.759,4742	0,7837

Fuente: Elaboración propia

Costo unitario y precio de venta del producto.

CU: Costo Unitario

PV: Precio de Venta

MG: Margen de ganancia (30%=0.3)

$$CU = \frac{\text{Costo Total}}{\text{Unidades}}$$

$$CU = \frac{4.759,4742 \text{ Bs}}{6073 \text{ unid}} = 0,7837 \frac{\text{Bs}}{\text{unid}}$$

$$PV = \frac{\text{Costo Unitario}}{(1 - \%MG)}$$

$$PV = \frac{0,7837 \frac{\text{Bs}}{\text{unid}}}{(1 - 0.3)} = 1.1196 \frac{\text{Bs}}{\text{unid}}$$

Según lo observado, se determina que el costo de producción unitario se encuentra alrededor de 0.78 Bs, el precio de venta será 1.12 Bs con un margen de ganancia del 30 %.

#### 4.2. Social

Beneficios que obtuvo la sociedad con la ejecución del proyecto.

Los beneficiarios directos del producto son toda la población escolar del municipio de Papel Pampa. La cantidad de beneficiarios es un aproximado de mil estudiantes de este municipio a los cuales se les proporcionará el alimento y se pretende abastecer este beneficio también a municipios aledaños, a lo cual se sumarían por lo menos mil estudiantes más, por lo cual la cantidad total de beneficiados estaría alrededor de dos mil.

Los beneficiarios indirectos serían todos aquellos productores de leche y quinua, que podrán vender sus productos a la empresa y con ello poder crecer económicamente, así como la planta de derivados lácteos que ampliarán su gama de producción y podrán proporcionar este producto a la alimentación complementaria escolar, lo que resultará en un crecimiento de la empresa, también resultarán beneficiados todos los habitantes del municipio que en un futuro podrán adquirir este producto y así mejorar su calidad de vida.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Se diseñó y elaboró el producto lácteo probiótico fermentado fortificado con quinua para la Planta de derivados lácteos del Municipio de Papel Pampa que irá dirigido a la alimentación complementaria escolar de unidades educativas del mismo municipio, se presentan las conclusiones de acuerdo los resultados obtenidos.
- Se desarrolló el diseño del producto en el software Design Expert 11, el resultado obtenido con el objetivo de maximizar el uso de quinua, fue una proporción en porcentajes de leche y quinua de 93.605 y 6.395 respectivamente.
- La descripción del proceso de producción industrial fue realizada conforme a la distribución de la planta y a la disponibilidad de maquinaria y equipo que se tiene en la empresa.
- Desarrollamos pruebas experimentales para conocer la dosificación de los insumos como la dosificación y forma en la que se agregó la quinua, la cual es una parte importante del proyecto. Para el desarrollo del producto se evitó el uso de conservantes; se valoró tres alternativas de adición de quinua (quinua cocida, leche de quinua y quinua insuflada), al final se optó por la utilización de la quinua cocida porque el producto obtenido resulta innovador y por presentar mejores características sensoriales que las demás.
- El principal análisis microbiológico es el de la cuantificación de bacterias viables, en este caso fue  $1.2 \cdot 10^7$  UFC/ml, lo que quiere decir que se encuentra dentro de la cantidad permitida de bacterias, y es considerado un producto probiótico, respecto a los análisis microbiológicos requeridos para asegurar la calidad (Coliformes totales, E. Coli, Mohos y Levaduras), los resultados indicaron que hubo ausencia de todos estos, considerándose un producto apto para el consumo.
- La valoración sensorial del producto lácteo probiótico fermentado fortificado con quinua se realizó tanto a estudiantes de primaria como secundaria, tuvo la mejor aceptación el producto que contenía quinua cocida, superando el 85 % de aceptación requerido por la entidad de la ACE.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar la leche que llega a la planta el mismo día, ya que, si se deja permanecer más tiempo en el tanque, este puede llegar a perder sus propiedades nutritivas, lo cual afectará a producto final.
- Emplear solamente materias primas seleccionadas para evitar problemas con el producto al final del proceso y mantener el nivel de calidad del producto.
- Realizar todas las pruebas de control de calidad necesarias antes de aceptar la materia prima como los insumos.
- Vigilar siempre que el manejo de las materias primas sea higiénico, de la forma correcta y que los operarios utilicen el atuendo requerido para la manipulación de productos lácteos. Esto es para evitar la contaminación del producto y mantenerlo en condiciones aptas para su ingestión.
- Se recomienda implementar un equipo de homogenización para la leche con el fin de evitar la separación de la materia grasa y de esta manera facilitar el proceso durante su elaboración.
- Se debe tomar en cuenta el factor de cocción de la quinua puesto que este valor suele variar, y esto podría modificar los porcentajes de composición del producto final.
- Revisar las indicaciones de uso y de igual manera la concentración de la esencia y colorante antes de ser agregado al producto, dado que se puede apreciar una amplia gama de presentaciones con diferentes concentraciones según el fabricante. Además, sería muy recomendable que, si se desea añadir estos aditivos, variar los sabores para una mejor aceptación del producto.
- Con base en todos los factores anteriores, se recomienda realizar un estudio de factibilidad para conocer si la producción resultará rentable para la empresa. Además, a la hora de proponer el producto al Sistema de Contrataciones Estatales tomar en cuenta si existiese la oferta del proveedor para asegurarse que el margen de ganancia propuesto sea el adecuado para ofertar el producto y llegar a una adjudicación.

## CAPÍTULO VIII

### BIBLIOGRAFÍA

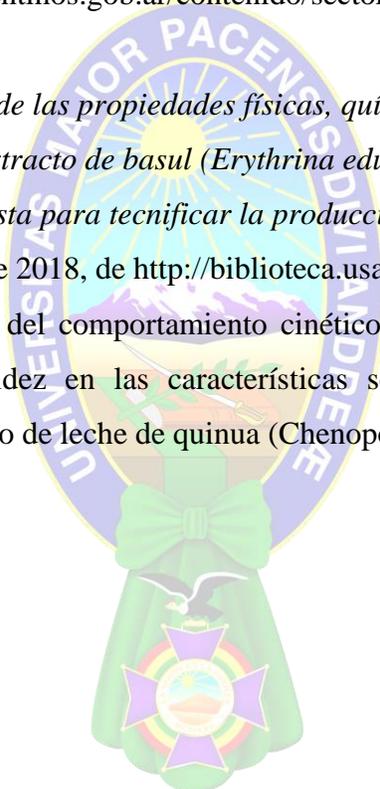
- "Anejo III". (s.f.). Recuperado el 01 de 03 de 2018, de Características del producto: [https://www1.etsia.upm.es/acreditacion2015/Evidencias\\_IAL/TFC/Laura%20D%C3%A Daz%20D%C3%ADaz/6.%20ANEJO%20III.%20CARACTER%C3%8DSTICAS%20 EL%20PRODUCTO.pdf](https://www1.etsia.upm.es/acreditacion2015/Evidencias_IAL/TFC/Laura%20D%C3%A Daz%20D%C3%ADaz/6.%20ANEJO%20III.%20CARACTER%C3%8DSTICAS%20 EL%20PRODUCTO.pdf)
- "Biogurt con Probióticos". (s.f.). Recuperado el 01 de 03 de 2018, de <http://www.pilandina.com.bo/productos/biogurt-con-probioticos/>
- "Gobernación pone en marcha primera planta de derivados lácteos en municipio de Papel Pampa". (18 de 12 de 2017). Recuperado el 01 de 03 de 2018, de <http://www.gobernacionlapaz.gob.bo/2017/12/19/gobernador-pone-en-marcha-primera-planta-de-derivados-lacteos-en-municipio-de-papelpampa/>
- "Yogures Probióticos, ¿Nos sirven?". (s.f.). Recuperado el 01 de 04 de 2018, de <https://www.um.es/lafem/Nutricion/DiscoLibro/07-Modificaciones/Saber%20mas/07-23.pdf>
- Alimentos Argentinos – MAGyP. (2014). *Alimentos fortificados y enriquecidos: ¿Dónde están las diferencias?* Obtenido de [www.alimentosargentinos.gob.ar](http://www.alimentosargentinos.gob.ar)
- Allen, L., de Benoist, B., Dary, O., & Hurrell, R. (s.f.). *Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud.
- Arévalo. (2015). *Elaboración de yogur a base de bacterias probióticas, prebióticos y vitamina a en la planta piloto de lácteos de la universidad de cuenca*. Recuperado el 01 de 06 de 2018, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21946/1/TESIS.pdf>
- Cancho, S. (2015). *Postcosecha de la quinua roja*. Ayacucho Perú.
- Castilla, J., Wendy, G., & Miranda, I. (25 de 05 de 2016). *Procesamiento de la leche primera parte "filtración"*. Obtenido de [echesena.blogspot.com](http://echesena.blogspot.com)
- Castillo, M. J. (2014). *Viabilidad de probióticos en yogur baido durante su almacenamiento en refrigeración*. Lima, Perú.
- Cayoja, I. N. (2018). *Situación de la planta de derivados lácteos de Papel Pampa*.

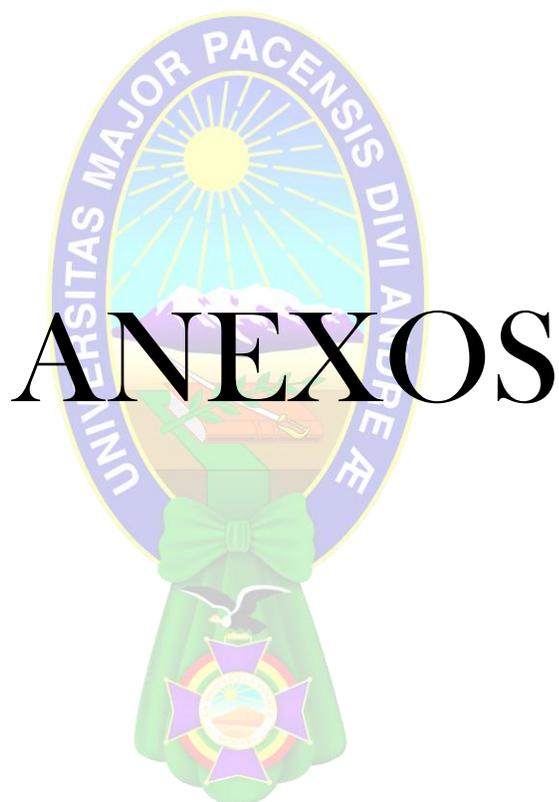
- Cerron, F. G. (2013). *Efectos de temperatura y tiempo en el desamargado y secado de quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*.
- Chr Hansen. (2008). FD-DVS ABY-1 Probio-Tec. Obtenido de [www.chr-hansen.com](http://www.chr-hansen.com)
- Chr Hansen. (2014). Culture range for fermented milk.
- Condori, L. R. (2016). *Evaluación del comportamiento cinético del bifidobacterium bb12, y la influencia del ph y acidez en las características sensoriales del yogurt probiótico enriquecido con sucedáneo de leche de quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*. Recuperado el 01 de 06 de 2018, de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3455/Yana\\_Condori\\_Lyda\\_Rache1.pdf](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3455/Yana_Condori_Lyda_Rache1.pdf)
- Contatec. (2020). *Caudalímetros para leche*. Obtenido de [contatec.es](http://contatec.es)
- Cooperación Alemana al Desarrollo - GIZ. (2013). *Catálogo de maquinaria para procesamiento de lácteos*. Lima.
- Cuevas, A. (05 de 07 de 2017). La desnutrición infantil aumenta en 51 municipios. *La Razón Educa*. (s.f.). *Papel Pampa - Municipio de G. Villarroel Departamento: La Paz — Provincia: G. Villarroel — Sección: Segunda*. Recuperado el 01 de 03 de 2018, de <https://www.educa.com.bo/geografia/papel-pampa-municipio-de-g-villarroel>
- Escalante, Y. (10 de 08 de 2017). Lacteosbol prevé duplicar su producción a mediano plazo. Recuperado de <http://www.elpaonline.com/index.php/2013-01-15-14-16-26/centrales/item/263953-lacteosbol-preve-duplicar-su-produccion-a-mediano-plazo>. *El País*.
- FAO. (1-4 de 10 de 2001). *Probióticos en los alimentos*. Recuperado el 01 de 04 de 2018, de Informe de la Consulta de Expertos FAO/OMS sobre Evaluación de las Propiedades Saludables y Nutricionales de los Probióticos en los Alimentos, incluida la Leche en Polvo con Bacterias Vivas del Ácido Láctico: <http://www.fao.org/3/a-a0512s.pdf>
- Federación de asociaciones municipales de Bolivia [FAM - BOLIVIA]. (2008). *El desayuno escolar en Bolivia*.
- GADLP; GAMPP. (2020). *Adquisición de maquinaria y equipo para la planta municipal de derivados lácteos de Papel Pampa (Mollebamba)*.
- Galán, F. (2010). Formulación, caracterización físico-química y sensorial de un helado funcional a partir de leche de cabra.

- Gamarra, N. Y. (2010). “Comercialización de quinua de la variedad hualhuas (*Chenopodium quinoa willdenow*) del departamento de Junín en el mercado de EE.UU.”. Recuperado el 01 de 06 de 2018, de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/>
- García, R. Á. (2018). *Guía de laboratorio de tecnología de derivados lácteos*.
- Ibñorca. (2000). *Harinas de origen vegetal - método de ensayo para determinar el contenido de acidez*.
- Ibñorca. (1998). *Yogur - Determinación de cenizas*.
- Ibñorca. (1998). *Yogur - Determinación de sólidos totales*.
- Ibñorca. (2006). *Quinua en grano - Determinación de cenizas*.
- Ibñorca. (2006). *Quinua en grano - determinación de la humedad*.
- Jemio, Á. H. (2012). *Optimización del proceso de ultrapasteurización de la compañía de alimentos LTDA. "DELIZIA"*. La Paz.
- Jung Process System. (s.f.). *Bombas para leche*. Obtenido de [www.jung-process-system.de](http://www.jung-process-system.de)
- Kamiya Matsuoka, N., Rida Gamero, N. L., & Torres Artica, P. E. (09 de 2013). *Plan de exportación de quinua y derivados con destino a Estados Unidos*. Recuperado el 01 de 04 de 2018, de [http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/325980/1/KAMIYA\\_NM.pdf](http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/325980/1/KAMIYA_NM.pdf)
- LÓPEZ, E. G. (2009). *Evaluación de la utilización de stevia en yogurt*. Recuperado el 01 de 04 de 2018, de [https://documentop.com/evaluacion-de-la-utilizacion-de-stevia-en-yogurt-universidad-nacional-\\_598a899c1723dd5c695f0252.html](https://documentop.com/evaluacion-de-la-utilizacion-de-stevia-en-yogurt-universidad-nacional-_598a899c1723dd5c695f0252.html)
- Madrid, D. J. (25 de 09 de 2017). *¿En qué se diferencia el yogurt de la cuajada?* Recuperado el 01 de 03 de 2018, de <https://salud-1.com/alimentacion/se-diferencia-yogur-la-cujada/>
- Mael Tecnomat. (18 de 09 de 2015). *Desaireador - Desodorizador*. Obtenido de [maeltecnomat.com](http://maeltecnomat.com)
- Mapa de Papel Pampa, La Paz, Gualberto Villarroel, Papel Pampa*. (s.f.). Recuperado el 01 de 03 de 2018, de <http://mapasamerica.dices.net/bolivia/mapa.php?nombre=Papel-Pampa&id=12638>
- Marca, V. H. (2015). *Elaboración de yogurt fortificado con quinua*. La Paz, Bolivia: Universidad Católica Boliviana "San Pablo".
- Marquez, M. (2015). *Yogurt*.

- Mendoza, N. (2015). *Influencia de la acidez del yogurt y la temperatura de almacenamiento*. Recuperado el 01 de 06 de 2018, de <http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/211/17-2015-EPIA-Mendoza%2520Nieve-INFLUENCIA%2520DE%2520LA%2520ACIDEZ%2520DEL%2520YOGURT%2520Y%2520LA%2520TEMPERATURA%2520DE%2520ALMACENAMIENTO.pdf>
- Meyhuay, M. (s.f.). *QUINUA: Operaciones de Poscosecha*.
- Ministerio de educación [ME]. (2015). *Programa nacional de alimentación complementaria escolar*. Obtenido de Ley 622 de alimentación escolar.
- Ministerio de Educación[ME]; Ministerio de Salud[MS]. (01 de 08 de 2018). *Lineamientos Técnicos Administrativos, Estándares de Calidad de la Alimentación Complementaria Escolar*.
- NUTRICIÓN, E. F. (1-4 de 10 de 2001). *Probióticos en los alimentos*. Recuperado el 01 de 04 de 2018, de Informe de la Consulta de Expertos FAO/OMS sobre Evaluación de las Propiedades Saludables y Nutricionales de los Probióticos en los Alimentos, incluida la Leche en Polvo con Bacterias Vivas del Ácido Láctico: <http://www.fao.org/3/a-a0512s.pdf>
- Páez, R. B. (2013). Desarrollo de cultivos probióticos deshidratados por secado spray para aplicación en alimentos. Estudios microbiológicos y tecnológicos.
- Pogo, S. C. (2013). *Análisis de la Quinua como elemento de Identidad Gastronómica y Cultural Andina. Propuesta innovadora de resurgimiento en la cocina de vanguardia*.
- PROCISUR. (12 de 2014). *Caracterización del valor nutricional de alimentos*.
- Programa de desarrollo lechero del Altiplano [PDLA]. (2004). *Manual de referencia de elaboración de derivados lácteos*. La Paz.
- Programa educativo Por qué biotecnología. (s.f.). *Alimentos fortificados y enriquecidos*. Obtenido de El cuaderno de por qué biotecnología.
- ProPAN. (s.f.). *Proceso para la promoción de la alimentación del niño*. Obtenido de Módulo I.
- Radio Líder . (31 de 08 de 2017). *Primera planta municipal de derivados lácteos de Papel Pampa, entrará en funcionamiento en diciembre*. Recuperado el 01 de 03 de 2018, de <http://www.gobernacionlapaz.gob.bo/2017/08/31/primera-planta-municipal-de-derivados-lacteos-de-papel-pampa-entrara-en-funcionamiento-en-diciembre/>

- Reyes, C. I. (04 de 2008). *Propuesta para tecnificar la producción artesanal de yogur probiótico*. Recuperado el 01 de 04 de 2018, de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1064\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1064_Q.pdf)
- Salazar, N. Y. (2010). “*Comercialización de quinua de la variedad Hualhuas (Chenopodium quinoa willdenow) del departamento de junin en el mercado de EEUU*”. Recuperado el 01 de 06 de 2018, de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/>
- Sarzuri, M. (2011). *Propuesta de diseño y desarrollo para la elaboración de helado de leche enriquecido con las proteínas de la soya para la empresa "Delizia"*. La Paz.
- Schaller, A., Labriola, S., & Guardini, E. (s.f.). *Yogur y leche cultivada*. Obtenido de [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/lacteos/productos/14yogur/Yogur\\_02.htm](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/lacteos/productos/14yogur/Yogur_02.htm)
- Sichez, J. C. (2018). *Evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del yogurt batido enriquecido con extracto de basul (Erythrina edulis)*.
- Tello, C. I. (04 de 2008). *Propuesta para tecnificar la producción artesanal de yogur probiótico*. Recuperado el 01 de 04 de 2018, de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1064\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1064_Q.pdf)
- Yana, L. R. (2016). *Evaluación del comportamiento cinético del Bifidobacterium BB12, y la influencia del pH y acidez en las características sensoriales del yogurt probiótico enriquecido con sucedáneo de leche de quinua (Chenopodium quinoa Wild)*. Puno, Perú.





## **ANEXO 1: Preparación de la quinua para ser agregada al producto.**

### **Preparación de la quinua cocida:**

Este procedimiento consiste en someter la quinua a un proceso de cocción en agua hirviendo, generalmente se utiliza dos partes de agua por parte de quinua. Debido a que la quinua suele triplicar su tamaño. El procedimiento que se debe seguir es el siguiente:

Lavar la quinua con abundante agua para eliminar algún residuo de saponina que pudiera contener (solo realizar este proceso si la quinua contiene trazas de saponina), debido a que podría afectar el sabor. Escurrir el agua en su totalidad para el proceso de cocción.

Colocar agua y quinua en un recipiente de acero inoxidable en una relación de 3:1 respectivamente y llevarlo a ebullición, el agua alcanza la ebullición aproximadamente a 85°C, dependiendo de las condiciones. El hervor tiene la particularidad de matar ciertos gérmenes y bacterias.

La cocción se da en un tiempo de 20 - 30 minutos aproximadamente, en función a la cantidad de quinua. Si es que la quinua ya consumió toda el agua para su cocción, se puede agregar de poco en poco, hasta que ya no necesite más.

Una vez que haya transcurrido este periodo de tiempo, verificamos que la quinua ya esté completamente cocida y se procede a retirar de la fuente de calor.

Dejar reposar en el mismo recipiente durante 15 - 20 minutos, esto le da a la quinua la particularidad de que los granos no se peguen entre sí.

Revolver y dejar enfriar por completo antes de agregarlo al producto.



Quinua cocida

Fuente: Elaboración propia

Fórmula 1  
Quinua cocida

Fórmula con quinua cruda		
Material	Cantidad [g]	Porcentaje [%]
Leche natural	89.35	73.87
Azúcar	9.00	7.44
Quinua	5.61	4.64
Citrato de sodio	0.15	0.12
Cultivo	0.01	0.01
Agua	16.83	13.92
Total	120.95	100

Fuente: Elaboración propia

Fórmula con quinua cocida		
Material	Cantidad [g]	Porcentaje [%]
Leche natural	89.35	75.71
Azúcar	9.00	7.63
Quinua	19.50	16.52
Citrato de sodio	0.15	0.13
Cultivo	0.01	0.01
Total	118.01	100

Fuente: Elaboración propia



Producto lácteo probiótico fermentado con quinua cocida  
Fuente: Elaboración propia

### Preparación de la leche de quinua:

Este procedimiento consiste en licuar la quinua con agua y someter a cocción, se utiliza dos partes de agua por parte de quinua. Debido a que la quinua absorbe esta cantidad de agua aproximadamente durante el proceso de cocción. El procedimiento que se debe seguir es el siguiente:

- Lavar la quinua con abundante agua para eliminar algún residuo de saponina que pudiera contener (solo realizar este proceso si la quinua contiene trazas de saponina), debido a que podría afectar el sabor. Escurrir el agua en su totalidad para el proceso de cocción.
- Colocar agua y quinua en la licuadora en una relación de 3:1 respectivamente y licuar hasta que la mezcla este totalmente homogénea.
- Pasar a un recipiente de acero inoxidable y llevarlo al proceso de cocción, el agua alcanza la ebullición aproximadamente a 85°C, dependiendo de las condiciones.
- La cocción se da en un tiempo de 10 – 15 minutos aproximadamente, en función a la cantidad de quinua que se va a procesar, revolver constantemente.
- Una vez que haya transcurrido este periodo de tiempo, verificamos que la mezcla sea homogénea y haya adquirido una consistencia un tanto gelatinosa, se procede a retirar de la fuente de calor.
- Revolver y dejar enfriar por completo antes de agregarlo al producto.



Leche de quinua

Fuente: Elaboración propia

Fórmula 2  
Leche de quinua

Fórmula con quinua cruda		
Material	Cantidad [g]	Porcentaje [%]
Leche natural	89.35	64.51
Azúcar	9.00	6.49
Quinua	10.00	7.22
Citrato de sodio	0.15	0.11
Cultivo	0.01	0.01
Agua	30.00	21.66
Total	138.51	100

Fuente: Elaboración propia

Fórmula con leche de quinua preparada		
Material	Cantidad [g]	Porcentaje [%]
Leche natural	89.35	69.53
Azúcar	9.00	7.00
Leche de quinua	30	23.34
Citrato de sodio	0.15	0.12
Cultivo	0.01	0.01
Total	105.01	100

Fuente: Elaboración propia



Producto lácteo probiótico fermentado con leche de quinua  
Fuente: Elaboración propia

### Preparación con la quinua insuflada:

En este caso la quinua insuflada se adquirió de productores nacionales, se procedió a verificar la calidad del producto, observando que se encuentre en buen estado y que no haya presencia de materias extrañas ajenas al producto. Finalizado el control de calidad del producto se procede a pesar la quinua para agregarlo al producto, revolviendo con movimientos envolventes hasta obtener una mezcla homogénea, pero teniendo cuidado de no causar daños a la quinua, debido a que se podría deshacer los granos y causar una textura indeseable.

#### Fórmula 3

#### Quinua insuflada

Fórmula con quinua insuflada		
Material	Cantidad [g]	Porcentaje [%]
Leche natural	89.35	69.53
Azúcar	9.00	7.00
Quinua insuflada	30	23.34
Citrato de sodio	0.15	0.12
Cultivo	0.01	0.01
<b>Total</b>	<b>105.01</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia



Producto lácteo probiótico fermentado con quinua insuflada

Fuente: Elaboración propia

En todas las fórmulas se añadió 2 ml de esencia con colorante por litro de producto para darle sabor y un color más llamativo, tomar en cuenta que esta esencia se adquirió de la empresa “Maprial”, que viene esencia concentrada y colorante natural E120 en una sola presentación. Si se desea añadir estos aditivos al producto seguir las indicaciones del productor, siendo que la concentración varía de acuerdo a la empresa.



Producto lácteo probiótico fermentado con quinua, esencia y colorante  
Fuente: Elaboración propia



## ANEXO 2: Adición de la quinua al producto final

### Preparación con quinua cocida:

Quinua agregada al producto final	
Cantidad [g]	Características del producto
7.5	La quinua no se percibe, prácticamente es solo el producto con pequeñas trazas de quinua
13.0	Es producto es agradable, pero aun así la quinua no se percibe bien al consumir el producto
19.5	La quinua es perceptible al paladar, el producto es agradable y tiene buena textura.
30	La cantidad de la quinua es mucha para la percepción, el sabor de la quinua se siente un poco más intensa, la textura es más espesa.
Elección	Se eligió la cantidad de 19.5 g debido a que es la que presenta mejores características para el producto final.

Fuente: Elaboración propia

### Preparación con leche de quinua:

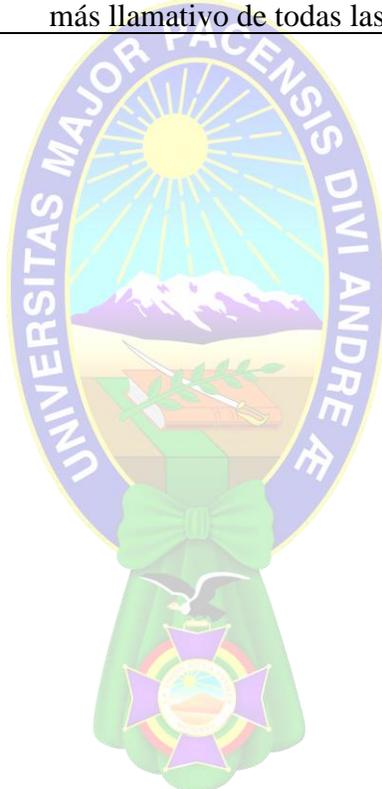
Leche de quinua agregada al producto final	
Cantidad [g]	Características del producto
10	La textura del producto es buena, la quinua no se percibe mucho.
30	El sabor de la quinua se percibe, el producto tiene buena textura y sabor.
40	El sabor de la quinua es más perceptible al igual que el olor, tiene buena textura, aunque un poco más que la anterior.
50	El producto no es agradable, el olor y sabor a quinua son muy fuertes y la textura se vuelve más espesa.
Elección	La segunda opción fue mejor que las demás con respecto al sabor porque no era muy penetrante, pero se lograba percibir la quinua, por eso fue la elegida.

Fuente: Elaboración propia

### Preparación con la quinua insuflada:

Quinua agregada al producto final	
Cantidad	Características del producto
[g]	
10	La cantidad de quinua es muy baja, no se percibe rápidamente.
20	Tiene buen sabor, textura y la quinua se percibe.
30	El producto se siente un tanto más espeso, pero la textura es la preferida, debido a la cantidad de quinua que la hace más llamativa.
40	La quinua insuflada comienza a apelmazarse debido al volumen que ocupa esta cantidad, el sabor es agradable, pero la textura no.
Elección	La cantidad de quinua elegida fue la de 30 g, ya que el producto fue el preferido y más llamativo de todas las opciones.

Fuente: Elaboración propia



### ANEXO 3: Determinación de los análisis fisicoquímicos de la materia prima.

#### Análisis de la leche.

NB – 230 - Productos lácteos – Determinación de la densidad relativa.

NB – 829 - Productos lácteos – Ensayos preliminares – temperatura, ebullición y alcohol.

N	Densidad (g/ml) a 20°C	Sólidos totales (°Brix)	Prueba del alcohol		Prueba del hervor
			68%	79%	
1	1.0268	9	Negativo	Negativo	Negativo
2	1.0260	10	Negativo	Negativo	Negativo
3	1.0300	10	Negativo	Negativo	Negativo
4	1.0268	10	Negativo	Positivo	Negativo
5	1.0310	10	Negativo	Negativo	Negativo
Promedio	1.0281	9.8	Negativo	Negativo	Negativo

Fuente: Elaboración propia

Corrección de la densidad a 20°C.

N	Densidad (g/ml)	T (°C)	Densidad (g/ml) a 20°C
1	1.028	14	1.0268
2	1.027	15	1.0260
3	1.031	15	1.0300
4	1.028	14	1.0268
5	1.032	15	1.0310
Promedio			1.0281

Fuente: Elaboración propia

Determinación de acidez titulable de la leche.

NB – 229 - Productos lácteos - Determinación de acidez titulable.

N	Volumen muestra (ml)	V NaOH 0.1 N (ml)	°Dornic	% Acidez
1	9	1.5 ± 0.1	15	0.15
2	9	1.5 ± 0.1	15	0.15
3	9	1.7 ± 0.1	17	0.17
4	9	1.6 ± 0.1	16	0.16
5	9	1.7 ± 0.1	17	0.17
Promedio				0.16

Fuente: Elaboración propia  
Análisis de la quinua.

### Análisis de la quinua.

Determinación de saponina en la quinua.

NB – 683:1996 - Cereales - Quinua en grano - Determinación de contenido de saponina – Método de la espuma.

N	Masa quinua (g)	Altura de espuma (mm)	% Saponina
1	0.5064	12	0.15
2	0.5000	10	0.13
3	0.5007	10	0.13
Promedio		10.67	0.14

Fuente: Elaboración propia

Determinación de acidez de la quinua.

NB – 107:2000 – Harinas de origen vegetal – Método de ensayo para determinar el contenido de acidez.

N	Masa quinua (g)	V etanol 90% (ml)	V alícuota (ml)	V NaOH (ml)	% Acidez Expresado en ácido sulfúrico	% Acidez Expresado en ácido láctico
1	2.5009	50	10	1.0	0.1600	0.2936
2	2.5019	50	10	1.1	0.1758	0.3228
3	2.5002	50	10	1.0	0.1599	0.2937
Promedio					0.1652	0.3034

Fuente: Elaboración propia

Estandarización de la solución de hidróxido de sodio 0.02 N para la determinación de la acidez.

N	Masa biftalato de potasio (g)	V NaOH (ml)	N NaOH (Verdadera)
1	0.0557	11	0.0248
2	0.0534	9.4	0.0248
Promedio			0.0248

Fuente: Elaboración propia

Determinación de sólidos totales de la quinua.

NB – 312026:2006 - Cereales - Quinua en grano – determinación de la humedad.

N	Masa cápsula vacía	Masa cápsula + muestra seca	Masa muestra	Masa muestra seca	Porcentaje
1	102.1591	106.5060	5.0455	4.3469	86.15
2	97.4188	101.7640	5.0617	4.3452	85.84
3	98.1439	102.4455	5.0042	4.3016	85.96
Promedio de Porcentaje de sólidos					85.98
Porcentaje de humedad					14.02

Fuente: Elaboración propia

Determinación de cenizas de la quinua.

NB – 312030:2006 - Cereales - Quinua en grano

N	Masa crisol vacío	Masa crisol + muestra incinerada	Masa muestra	Masa muestra incinerada	Porcentaje
1	23.8394	23.8824	2.5009	0.0430	1.72
2	22.2243	22.2653	2.5028	0.0410	1.64
3	22.4731	22.5157	2.5011	0.0426	1.70
Promedio					1.69

Fuente: Elaboración propia

Determinación del Factor de cocción de la quinua.

N	Masa quinua cruda (g)	Masa quinua cocida (g)	FC
1	100.49	350.30	0.2869
2	100.05	347.62	0.2878
3	100.02	346.94	0.2883
Promedio			0.2877

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 4: Determinación de los análisis fisicoquímicos, bromatológicos y microbiológicos del producto final.

### Análisis fisicoquímico del producto final

Determinación de sólidos totales del producto final.

NB – 230 - 1 - Productos lácteos - Determinación de sólidos totales.

Método 2.

N	Masa cápsula vacía	Masa cápsula + muestra seca	Masa muestra	Masa muestra seca	Porcentaje
1	98.6982	99.1328	2.0655	0.4346	21.04
2	99.0263	99.4610	1.9950	0.4347	21.79
3	99.8514	100.2864	2.0036	0.4350	21.71
Promedio					21.51

Fuente: Elaboración propia

Determinación de sólidos totales del producto final (sin quinua).

Método: Determinación mediante Brixómetro.

N	°Brix	
1	17	
2	17	
3	17	
Promedio		17

Fuente: Elaboración propia

Determinación de cenizas totales del producto final.

NB – 230 - 2 - Productos lácteos - Determinación de cenizas.

N	Masa crisol vacío	Masa crisol + muestra incinerada	Masa muestra	Masa muestra incinerada	Porcentaje
1	25.0954	25.5787	20.0113	0.4833	2.42
2	23.6573	24.1423	20.0431	0.4850	2.42
3	23.1547	23.6339	20.0038	0.4792	2.40
Promedio					2.41

Fuente: Elaboración propia

Determinación de acidez titulable del producto final.

NB – 229 - Productos lácteos - Determinación de acidez titulable.

N	Volumen muestra (ml)	V NaOH 0.1 N (ml)	°Dornic	% Acidez
1	9	6.3	63	0.63
2	9	6.5	65	0.65
3	9	6.4	66	0.64
Promedio				0.64

Fuente: Elaboración propia

Determinación de la densidad del producto final.

N	Masa Muestra (g)	Volumen muestra (ml)	Densidad (g/ml)
1	90.000	86.5	1.0405
2	90.000	86.6	1.0393
3	90.000	86.6	1.0393
Promedio			1.0397

Fuente: Elaboración propia

Determinación de la densidad del producto final (sin quinua).

N	Masa Muestra (g)	Volumen muestra (ml)	Densidad (g/ml)
1	75.000	73.7	1.0176
2	75.000	73.8	1.0163
3	76.000	74.2	1.0242
Promedio			1.0194

Fuente: Elaboración propia

### Análisis bromatológico del producto final.

Parámetro	Muestra	Método de ensayo
Agua (%)	81.60	Gravimétrico
Materia seca (%)	18.40	Gravimétrico
Proteína (%) F=6.25	2.18	Kjeldhal
Grasa (%)	3.04	Gerber
Hidratos de carbono (%)	13.18	Cálculo matemático
Valor energético (Kcal)	88.80	Cálculo matemático

Fuente: Instituto de Investigaciones Químicas UMSA

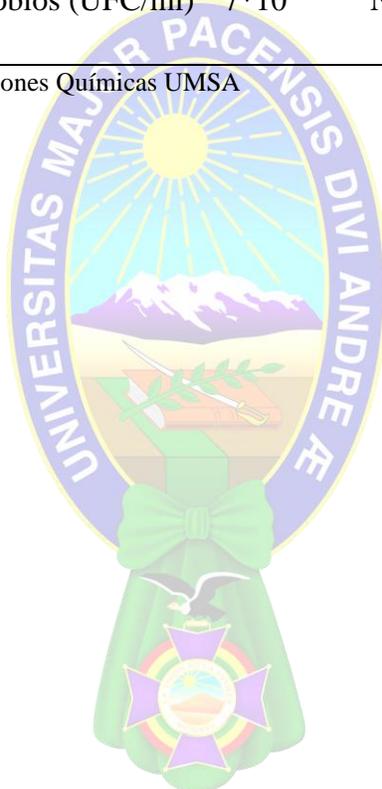
**Análisis microbiológico del producto final.**

Bacterias probióticas	Muestra	Método de ensayo
Recuento de células viables (UFC/ml)	$1.2 \cdot 10^7$	Siembra en profundidad

Fuente: Instituto de Investigaciones Químicas UMSA

Microorganismos Control de calidad	Muestra	Método de ensayo
Coliformes totales (UFC/ml)	Ausencia	NB 32005
Escherichea Coli (UFC/ml)	Ausencia	NB 32005
Mohos y levaduras (UFC/ml)	Ausencia	NB 32006
Recuento total de mesófilos aerobios (UFC/ml)	$7 \cdot 10^2$	NB 32003

Fuente: Instituto de Investigaciones Químicas UMSA





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES  
CARRERA DE CIENCIAS QUIMICAS  
LA PAZ - BOLIVIA



Instituto de Investigaciones Químicas

FCPN/CCQ/I.I.Q./15/2021  
La Paz, 30 de abril de 2021

Página 1 de 1

### INFORME DE ANALISIS

I.I.Q./S.A./15/2021

1. Solicitante: Univ. Cinthia Alina Paredes Luna.
2. Análisis: Físico – químico y microbiológico.
3. Número de muestras: Una muestra de yogurt.
4. Código laboratorio: Yo.
5. Resultados:

#### Análisis bromatológico

Parámetro	Muestra de Yogurt Yo
Agua (%)	81.60
Materia seca (%)	18.40
Proteína (%) F = 6.25	2.18
Grasa (%)	3.04
Hidratos de carbono (%)	13.18

#### Análisis microbiológico

Parámetro	Muestra de Yogurt Yo
Recuento de células viables (células/mL de yogurt)	1.2X10 <sup>7</sup>
Hongos y levaduras (UFC/mL de yogurt)	ausencia
Recuento Total de Mesofilos Aerobios (UFC/mL de yogurt)	7X10 <sup>2</sup>
Coliformes totales (UFC/mL de yogurt)	ausencia
<i>Escherichia coli</i> (UFC/mL de yogurt)	ausencia

#### 6. Observaciones:

El muestreo fue realizado por el Univ. Cinthia Alina Paredes Luna.

Es cuanto se informa para fines consiguientes.

PhD. Student Marcela Meigarejo Meron  
Analista

PhD. Mauricio Peñarrieta L.  
Director a.i. - I.I.Q.



cc. correlativo IIQ y archivo Laboratorio

Cota Cota, Calle 27/Campus Universitario  
Página WEB: [www.iiq.umsa.bo](http://www.iiq.umsa.bo)  
Correo Electrónico: [iiq@umsa.bo](mailto:iiq@umsa.bo)  
Teléfonos 2612807- 2795878 – 2792238, Cajón Postal Nro. 303  
La Paz - Bolivia

## ANEXO 5: Estimación de la vida útil del producto

Mediante la determinación de la acidez

Acidificación del producto durante la conservación

Temperatura de Conservación [°C]	Tiempo de Conservación [días]	Acidez titulable [% A.L.]
4	0	0.62 ± 0.1
	7	1.01 ± 0.1
	14	1.29 ± 0.1
	21	1.63 ± 0.1
15	0	0.62 ± 0.1
	1	0.93 ± 0.1
	2	1.20 ± 0.1
	3	1.34 ± 0.1
	4	1.47 ± 0.1
	6	1.76 ± 0.1
	7	1.89 ± 0.1

Fuente: Elaboración propia

Mediante atributos sensoriales

Aceptabilidad del producto durante la conservación

N	T [°C]	4							15							
		t [días]	0	3	7	10	14	17	21	0	1	2	3	4	6	7
1	¿El producto es de su agrado?		Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
2		Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	
3		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	
4		Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	
5		Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	No	No	
6		Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	
7		Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	
8		Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	
9		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	
10		Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	

Fuente: Elaboración propia

4 °C				15 °C			
Tiempo inferior	% Rechazo	Tiempo superior	% Rechazo	Tiempo inferior	% Rechazo	Tiempo superior	% Rechazo
17 días	10	21 días	80	4 días	20	6 días	90

Fuente: Elaboración propia



Producto lácteo probiótico fermentado fortificado con quinua después de los días de conservación.  
Fuente: Elaboración propia



## ANEXO 6: Evaluación físico organoléptica del producto

### Preferencia de las muestras

Muestra	Cantidad de estudiantes		
	6-12 años	13-18 años	Total
Quinoa cocida	6	11	17
Leche de quinoa	0	1	1
Quinoa insuflada	6	4	10
Muestra testigo	0	2	2
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>30</b>

Fuente: Elaboración propia

### Calificación de las muestras de acuerdo a sus parámetros

Muestra	Quinoa cocida		Leche de quinoa		Quinoa insuflada	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
<b>Sabor</b>	137	91,33	116	77,33	125	83,33
<b>Olor</b>	132	88,00	112	74,67	136	90,67
<b>Color</b>	141	94,00	130	86,67	139	92,67
<b>Textura</b>	128	85,33	122	81,33	125	83,33
<b>Dulzor</b>	130	86,67	128	85,33	130	86,67

Fuente: Elaboración propia

### Cálculos:

$Puntaje\ total = número\ de\ estudiantes(30) * puntaje\ mayor\ (5)$

$Puntaje\ total = 150 \rightarrow Porcentaje\ total = 100\%$

$Porcentaje = \frac{Puntaje\ obtenido}{150} * 100\%$

### Aceptabilidad

Muestra	Puntaje total obtenido	Aceptabilidad [%]
<b>Quinoa cocida</b>	668	89,07
<b>Leche de quinoa</b>	608	81,07
<b>Quinoa insuflada</b>	655	87,33

Fuente: Elaboración propia

Cálculos:

$Puntaje\ total = número\ de\ estudiantes(30) * puntaje\ mayor\ (5) * número\ de\ parámetros(5)$

$Puntaje\ total = 750 \rightarrow Máxima\ aceptabilidad = 100\%$

$\% Aceptabilidad = \frac{puntaje\ total\ obtenido}{750} * 100\%$

Perceptibilidad de la quinua

Muestra	Cantidad de estudiantes					
	6-12 años		13-18 años		Total	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
<b>Quinua Perceptible</b>	12	40	15	50	27	90
<b>Quinua Imperceptible</b>	0	0	3	10	3	10
<b>Total</b>	12	40	18	60	18	100

Fuente: Elaboración propia



## ANEXO 7: Etiquetado del producto

Requisitos adicionales obligatorios e indicaciones complementarias del medio ambiente y la ecología que deben ser proporcionados por la empresa.

INFORMACION OBLIGATORIA	DETALLE
Nombre del alimento	
Contenido neto	
Ingredientes y aditivos	
Identificación del lote	
Marcado de fecha e instrucciones para la conservación	
Nombre o razón social y dirección del fabricante o importador en el caso de alimentos importados	
Lugar y país de origen	
Marca	
<b>REQUISITOS ADICIONALES OBLIGATORIOS</b>	
Registro sanitario	
Código o número de registro tributario	
Características del alimento	
Etiquetado nutricional	
Grado de calidad del alimento	
Alimentos irradiados	
Indicaciones de uso y precauciones	
Requisitos para los alimentos obtenidos por medio de ciertas técnicas de modificación genética/ingeniería genética	



---

**INDICACIONES  
COMPLEMENTARIAS**

**DEL MEDIO AMBIENTE Y LA  
ECOLOGÍA**

1 PET (tereftalato de polietileno, politereftalato de etileno, polietilenotereftalato o polietileno tereftalato)

2 PEA

3 PVC

4 PEBD

5 PP

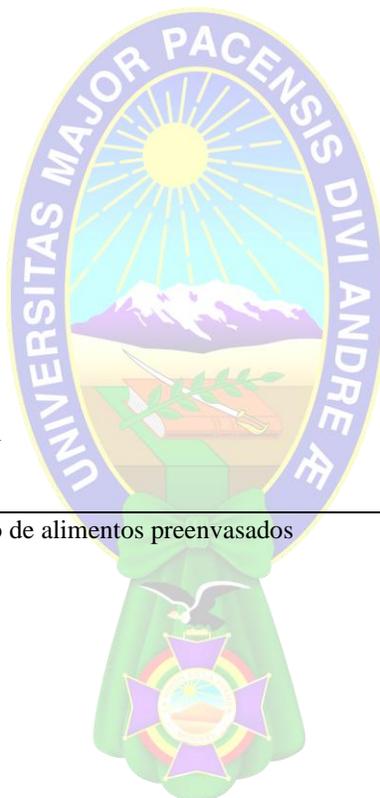
6 PS

7 Otros plásticos

Simbología del reciclaje

Almacenamiento y distribución

Condiciones de conservación en almacenamiento



---

Fuente: NB 314001 Etiquetado de alimentos preenvasados