



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

**“ELABORACIÓN DE YOGURT CON LECHE DE CABRA Y  
DIFERENTES NIVELES DE MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*)”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**ENMA LISETH SISA SOCAG**

Riobamba – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

**“ELABORACIÓN DE YOGURT CON LECHE DE CABRA Y  
DIFERENTES NIVELES DE MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*)”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR:** ENMA LISETH SISA SOCAG

**DIRECTOR:** ING. BYRON LEONCIO DÍAZ MONROY, PhD.

Riobamba – Ecuador

2022

**© 2022, Enma Liseth Sisa Socag**

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

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

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

Riobamba, 14 de diciembre del 2022


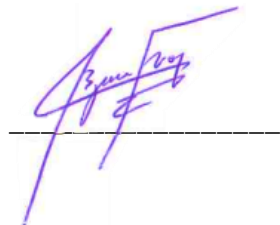
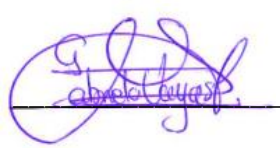


---

Enma Liseth Sisa Socag  
060567536-2

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, “**ELABORACIÓN DE YOGURT CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA**”, realizado por la señorita: **ENMA LISETH SISA SOCAG**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Iván Patricio Salgado Tello, Ms C. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-12-21
Ing. Byron Leoncio Díaz Monroy, PhD <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-12-21
Ing. Gabriela Margarita Vayas Castillo <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-12-21

## **DEDICATORIA**

A Dios por cuidarme y además brindarme salud, fuerza y sabiduría, para día a día cumplir con mis sueños y metas. A mi amada madre María Flor Socag, quien se encuentra en la presencia de Dios y que desde el cielo me bendice y me guía en todo momento, a mi amado padre Juan Alberto Sisa por brindarme su apoyo total e incondicional, a mis queridas hermanas Heidi Gisella Sisa y Solange Dalila Sisa, quienes desde la niñez han estado a mi lado alentándome y brindándome todo su cariño. A mis apreciados tíos, tías y abuelitos, que me apoyaron moralmente en todo momento, que con sus sabios consejos me brindaron la fuerza necesaria para alcanzar muchos logros en mi vida.

Liseth

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a cada uno de los docentes de la Facultad de Ciencias Pecuarias, quienes con su vasto y amplio conocimiento supieron capacitarme e inculcarme valores para mi mejoramiento personal y profesional. A toda mi familia, padres, hermanos, tíos y abuelos, quienes fueron mi motor de impulso para no rendirme en este camino estudiantil. Especial agradecimiento a mi director de tesis Ing. Byron Leoncio Díaz Monroy, a mis asesores Ing. Enrique Vayas, M.Sc. y la Ing. Gabriela Margarita Vayas, quienes con su paciencia y conocimientos permitieron la culminación de este trabajo. Quedo infinitamente agradecida por las buenas experiencias vividas en esta prestigiosa universidad.

Liseth

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	4
1.1 Antecedentes.....	4
1.2 Planteamiento del problema.....	4
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos .....	6
1.4.1 <i>General</i> .....	6
1.4.2 <i>Específico</i> .....	6

### CAPÍTULO II

2. Marco teórico.....	7
2.1 Antecedentes de la investigación.....	7
2.2 La mashua.....	9
2.2.1 <i>Características morfológicas</i> .....	9
2.2.2 <i>Taxonomía</i> .....	9
2.2.3 <i>Composición nutricional de la mashua</i> .....	9
2.2.4 <i>Caracterización fisicoquímica de la mashua</i> .....	11
2.2.5 <i>Caracterización fisicoquímica de la pulpa de mashua</i> .....	11



2.2.6	<i>Propiedades</i> .....	11
2.2.7	<i>Usos de la mashua</i> .....	12
2.3	<b>Leche de cabra</b> .....	12
2.3.1	<i>Composición</i> .....	13
2.3.2	<i>Cualidades</i> .....	13
2.3.3	<i>Propiedades</i> .....	13
2.4	<b>Yogurt</b> .....	14
2.4.1	<i>Composición nutricional de yogurt</i> .....	14
2.4.2	<i>Control de calidad del yogurt</i> .....	15
2.4.2.1	<i>Análisis organoléptico</i> .....	15
2.4.2.2	<i>Requisitos fisicoquímicos</i> .....	15
2.4.2.3	<i>Requisitos microbiológicos</i> .....	16
2.4.2.4	<i>Contenido de microorganismos en leches fermentadas</i> .....	16
2.4.3	<i>Beneficios del yogurt</i> .....	17
2.4.4	<i>Bacterias del yogurt</i> .....	17
2.4.4.1	<i>Streptococcus thermophilus</i> .....	17
2.4.4.2	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	18
2.4.5	<i>Bacterias probióticas</i> .....	18
2.4.5.1	<i>Características de las bacterias probióticas</i> .....	18
2.4.5.2	<i>Tipos de microorganismos probióticos</i> .....	19
2.4.5.3	<i>Beneficios de los probióticos para la salud</i> .....	19
2.4.6	<i>Fermentación</i> .....	20
2.4.6.1	<i>Fermentación láctica</i> .....	20

### **CAPITULO III**

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	21
3.1	<b>Localización y duración del experimento</b> .....	21
3.2	<b>Unidades experimentales</b> .....	21

<b>3.3</b>	<b>Materiales, equipos e insumos.....</b>	<b>21</b>
3.3.1	<i>Materiales .....</i>	21
3.3.2	<i>Equipos.....</i>	22
3.3.3	<i>Insumos .....</i>	22
<b>3.4</b>	<b>Tratamientos y diseño experimental.....</b>	<b>23</b>
3.4.1	<i>Tratamientos.....</i>	23
3.4.2	<i>Diseño experimental.....</i>	23
<b>3.5</b>	<b>Mediciones experimentales.....</b>	<b>24</b>
3.5.1	<i>Análisis físico químico.....</i>	24
3.5.2	<i>Análisis microbiológico.....</i>	24
3.5.3	<i>Análisis organoléptico .....</i>	24
3.5.4	<i>Análisis económico.....</i>	24
<b>3.6</b>	<b>Análisis estadístico y pruebas de significancia .....</b>	<b>25</b>
<b>3.7</b>	<b>Procedimiento experimental.....</b>	<b>25</b>
3.7.1	<i>Elaboración de la pulpa de mashua.....</i>	26
3.7.2	<i>Elaboración del yogurt con leche de cabra y diferentes niveles de mashua .....</i>	27
<b>3.8</b>	<b>Metodología de evaluación.....</b>	<b>28</b>
3.8.1	<i>Análisis físico químico.....</i>	28
3.8.1.1	<i>Grasa.....</i>	28
3.8.1.2	<i>Proteína.....</i>	29
3.8.1.3	<i>pH.....</i>	29
3.8.1.4	<i>Acidez.....</i>	30
3.8.1.5	<i>Solidos solubles (°Brix).....</i>	30
3.8.2	<i>Análisis microbiológicos.....</i>	30
3.8.2.1	<i>Bacterias acido lácticas.....</i>	30
3.8.2.2	<i>Coliformes totales .....</i>	30
3.8.2.3	<i>Recuento de E.coli, UFC/ml.....</i>	31
3.8.2.4	<i>Mohos y levaduras, UFC/ml.....</i>	31
3.8.3	<i>Análisis sensorial.....</i>	31

3.8.4	<i>Análisis económico</i> .....	32
3.8.4.1	<i>Costo de producción</i> .....	32
3.8.4.2	<i>Beneficio/Costo (B/C)</i> .....	32

## CAPITULO IV

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	33
4.1	<b>Análisis fisicoquímicos</b> .....	33
4.1.1	<i>Grasa%</i> .....	34
4.1.2	<i>Proteína %</i> .....	35
4.1.3	<i>pH</i> .....	36
4.1.4	<i>Acidez (% ácido láctico)</i> .....	37
4.1.5	<i>Solidos solubles (°Brix)</i> .....	38
4.2	<b>Análisis microbiológicos</b> .....	39
4.2.1	<i>Bacterias acido lácticas</i> .....	40
4.2.2	<i>Levadura</i> .....	40
4.3	<b>Análisis sensorial</b> .....	41
4.3.1	<i>Olor</i> .....	42
4.3.2	<i>Color</i> .....	42
4.3.3	<i>Sabor</i> .....	43
4.3.4	<i>Textura</i> .....	44
4.4	<b>Análisis económico</b> .....	45
4.4.1	<i>Costo de producción</i> .....	45
4.4.2	<i>Beneficio/costo</i> .....	45
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	47
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	48
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Clasificación taxonómica de la mashua.....	9
<b>Tabla 2-2:</b>	Composición nutricional de la mashua .....	10
<b>Tabla 3-2:</b>	Análisis fisicoquímico de la mashua.....	11
<b>Tabla 4-2:</b>	Caracterización fisicoquímica de la pulpa de mashua .....	11
<b>Tabla 5-2:</b>	Composición promedio de los nutrientes básicos en leche.....	13
<b>Tabla 7-2:</b>	Requisitos fisicoquímicos de las leches fermentadas.....	15
<b>Tabla 8-2:</b>	Requisitos microbiológicos en leches fermentadas .....	16
<b>Tabla 9-2:</b>	Cantidad de microorganismos presentes en leches fermentadas.....	16
<b>Tabla 10-2:</b>	Probioticos empleados en bebidas lácteas fermentadas .....	19
<b>Tabla 11-2:</b>	Beneficios de los probióticos.....	19
<b>Tabla 1-3:</b>	Esquema del experimento.....	23
<b>Tabla 2-3:</b>	Esquema del ADEV.....	25
<b>Tabla 3-3:</b>	Dosificación del yogurt con leche de cabra y diferentes niveles de pulpa de mashua.....	25
<b>Tabla 1-4:</b>	Composición fisicoquímica del yogurt con leche de cabra y diferentes niveles de mashua.....	33
<b>Tabla 2-4:</b>	Análisis microbiológico del yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de pulpa de mashua.....	39
<b>Tabla 3-4:</b>	Análisis organoléptico del yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua.....	41
<b>Tabla 4-4:</b>	Costos de producción del yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de pulpa de mashua.....	46

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-2:</b>	Usos de la mashua (mezcla en bebidas, harinas, etc.).....	12
<b>Ilustración 2-2:</b>	Proceso de la fermentación láctica .....	20
<b>Ilustración 1-3:</b>	Elaboración de la pulpa de mashua.....	26
<b>Ilustración 2-3:</b>	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de yogurt con leche de cabra y diferentes niveles de mashua .....	27
<b>Ilustración 1-4:</b>	Contenido de grasa% del yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua .....	34
<b>Ilustración 2-4:</b>	Contenido del % proteína del yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua .....	35
<b>Ilustración 3-4:</b>	Contenido de Acidez (% ácido láctico) del yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua .....	37
<b>Ilustración 4-4:</b>	Contenido de los sólidos solubles (°Brix) del yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua.....	38
<b>Ilustración 5-4:</b>	Comportamiento del sabor en el yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua .....	43
<b>Ilustración 6-4:</b>	Comportamiento de la textura en el yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua .....	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** FICHA TÉCNICA DEL CULTIVO LÁCTICO ABY-3 PROBIO
- ANEXO B:** FICHA DE PRUEBA AFECTIVA DE ESCALA HEDÓNICA
- ANEXO C:** ESTADÍSTICO DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA
- ANEXO D:** ESTADÍSTICO, PROTEÍNA DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA
- ANEXO E:** ESTADÍSTICO, PH DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA
- ANEXO F:** ESTADÍSTICO DE ACIDEZ DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA
- ANEXO G:** ESTADÍSTICO, SOLIDOS SOLUBLES DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA
- ANEXO H:** ESTADÍSTICO, BACTERIAS ACIDO LÁCTICAS DEL YOGURT
- ANEXO I:** ESTADÍSTICO, LEVADURAS PRESENTES EN EL YOGURT
- ANEXO J:** RESULTADOS DE LA VALORACIÓN SENSORIAL DEL YOGURT
- ANEXO K:** ANÁLISIS DEL ESTADÍSTICO DEL OLOR DEL YOGURT
- ANEXO L:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL COLOR DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA
- ANEXO M:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL SABOR DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA
- ANEXO N:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TEXTURA DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA
- ANEXO O:** ELABORACIÓN DEL YOGURT CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE PULPA DE MASHUA
- ANEXO P:** ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA
- ANEXO Q:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA.

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue elaborar yogurt con leche de cabra y diferentes niveles de mashua (*Tropaeolum tuberosum*), para lo cual se crearon formulaciones utilizando diferentes niveles (0, 8, 10 y 12%) de pulpa de mashua, se añadió cultivo láctico probiótico (0,05g/Lt) a la leche de cabra, misma que, fue fermentada a una temperatura de 45°C durante 6 horas. Se evaluaron las características fisicoquímicas: % de proteína por el método Kjeldahl, % de grasa por Gerber, pH mediante un pHmetro, acidez por titulación y solidos solubles por medio de un refractómetro. Microbiológicos: se utilizó la técnica de siembra por extensiones en placa y profundidad con diluciones diferentes, de acuerdo con el tipo de microorganismo. Organolépticas: se aplicó una prueba escalar hedónica a 30 panelistas no entrenados, y en lo económico se empleó el indicador Beneficio/Costo. Para el análisis de datos se utilizó el software estadístico “infoStat” aplicando un DCA y la prueba de separación de medias Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Para los datos de análisis sensorial se empleó la prueba de Kruskal Wallis. El 12% de pulpa de mashua, genero valores fisicoquímicos más altos tanto en proteína, solidos solubles, y acidez (4,4%, 12°Brix y 0,92% respectivamente). En la parte microbiológica todos los tratamientos presentaron ausencia de Coliformes totales, *E. coli* y mohos, pero sí, presencia de bacterias ácido láctica (BAL) y levaduras, las cuales se encuentra dentro del rango establecido. La pulpa de mashua en el yogurt tuvo incidencia en el sabor y textura. El análisis económico determina que, mientras se incrementan los niveles de pulpa de mashua disminuye el beneficio y aumenta los costos. Debido a las propiedades nutritivas de la mashua se recomienda emplear en la elaboración de otro tipo de producto fermentado, a su vez investigar su efecto antimicrobiano.

**Palabras clave:** <LECHE DE CABRA >, < YOGURT >, < BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS (BAL) >, < MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*) >, < PROBIÓTICO >, < COLIFORMES TOTALES >, < *Escherichia Coli* >.



## ABSTRACT

The objective of this research was to elaborate yogurt with goat milk and different levels of mashua (*tropaeolum tuberosum*) for which formulations were created using different levels (0, 8, 10, and 12%) of mashua pulp; probiotic lactic culture (0.05g/l) was added to the fermented goat milk at a temperature of 45°C for 6 hours. Physicochemical characteristics such as % protein by the kjeldahl method, % fat by gerber, pH by a pH meter, acidity by titration, and soluble solids by a refractometer were evaluated. Microbiological characteristics were also analyzed with the technique of sowing by plate extensions and depth with different dilutions according to the type of microorganism. A hedonic scalar test was applied to 30 untrained panelists for organoleptic characteristics, and for economic characteristics, the benefit/cost indicator was used. For data analysis, the statistical software "infostat" was used, applying a dca and the tukey mean separation test ( $p \leq 0.05$ ). The kruskal-wallis test was used for the sensory analysis data. The 12% mashua pulp generated higher physicochemical values for protein, soluble solids, and acidity (4.4%, 12°brix, and 0.92%, respectively). In the microbiological part, all treatments showed the absence of total coliforms, *E. coli*, and molds but the presence of lactic acid bacteria (lab) and yeast within the established range. The mashua pulp in the yogurt had an impact on flavor and texture. The economic analysis determined that as the levels of mashua pulp increase, profit decreases and costs increase. Due to the nutritional properties of mashua, it is recommended to use it in the elaboration of another type of fermented product and to investigate its antimicrobial effect.

**Keywords:** < GOAT MILK >, < YOGURT >, < ACID-LACTIC BACTERIA (LAB) >, < MASHUA (*TROPAEOLUM TUBEROSUM*) >, < PROBIOTIC >, < TOTAL COLIFORMS >, < *ESCHERICHIA COLI* >.

#0835-DBRA-UPT-2023



**Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MsC.**

0602698904



## INTRODUCCIÓN

Dentro de la economía ecuatoriana, la agroindustria es uno de los sectores que más contribuye a la transformación de la matriz productiva, ya que, este sector posee un alto potencial para promover la dinamización entre otros sectores presentando una balanza comercial positiva y con posibilidad de incrementar este superávit si se añaden más procesos de transformación, impulsando la innovación y desarrollo tecnológico en el sector (Cerdea, et al., 2019, p.32).

Pese a que la agroindustria representa un aporte para la economía ecuatoriana, su desarrollo se ve obstaculizado por una serie de factores, que incluyen la falta de innovación y diversificación de productos, el escaso nivel de competitividad de las materias primas nacionales y la deficiente implementación de sistemas de gestión de calidad dentro de este sector (Cerdea, et al., 2019, p. 32).

A escala mundial, la leche de cabra (*Capra hircus*) se consume mayoritariamente como un producto líquido que no ha sido alterado de ninguna manera, por lo que sus características compositivas naturales son tan importantes desde el punto de vista nutricional. Según (López, 2017, p. 2), la leche de cabra se ha identificado como una alternativa viable para aquellos que son hipersensibles o alérgicos a la leche de vaca.

Las cualidades nutricionales de la leche de cabra, se basa en su alto contenido de ácidos grasos, es deficiente en aglutininas y es rica en ácidos grasos esterificados de cadena corta. El efecto nutracéutico que posee la leche caprina es idóneo para implementar en la dieta diaria de niños, madres lactantes y adultos debido a sus propiedades antialérgicas y su capacidad para prevenir determinadas enfermedades (López, 2017, p. 4).

La producción de raíces y tubérculos se concentran en la región andina del Ecuador, mismas que se han ido perdiendo sus cultivos con el pasar del tiempo, debido a los nuevos estilos de vida, adopción de nuevas costumbres y tecnologías alimentarias, a su vez la limitada difusión a escala nacional. Por su alto contenido nutricional y fitoquímico, la mashua es una excelente opción para la agroindustria alimenticia y la industria farmacéutica (Villacrés, Quelal, & Álvarez, 2016, p. 6).

En comparación con la jamaicana, el miso y la achira, la mashua tiene un mayor contenido de fibra y proteínas, el azúcar y el almidón que son las fuentes de carbohidratos se distribuyen uniformemente, rica en carotenos y en vitaminas A y C lo que fortalece el sistema inmunológico y ayuda a aumentar las defensas (Bonete, et al., 2016, p. 12).

El principal componente de las *Tropaeolaceas* son los glucocianatos, que pueden ser los responsables de los atributos medicinales de la mashua, actúa como un antibiótico (actúa contra afecciones renales y del hígado y contra bacterias como el *Escherichia coli* y el *Staphylococcus*); es eficaz contra dolencias genitourinarias y contra la anemia, además de la inhibición de la capacidad sexual (León, 2017, p. 3).

Según (Parra, 2017, p. 10), el yogurt se considera como un alimento funcional extensamente conocido por sus beneficios en la salud humana, que incluyen la prevención de cáncer de colon, reducción del colesterol, mejora del microbiota intestinal, los efectos del sistema inmunitario y la prevención del helicobacter pylori, las bacterias causantes de dichos efectos son las bacterias ácido-lácticas-probióticas como *Bifidobacterias*, *Streptococcus* y primordialmente *Lactobacillus*.

En el capítulo I se describe el diagnóstico del problema, los antecedentes, el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos de la investigación. En el capítulo II se define el marco teórico, a su vez se muestran los antecedentes de investigaciones realizadas en otras investigaciones, seguido de eso se abordan las referencias teóricas, todos aquellos argumentos que permitan comprender de forma específica y sencilla la investigación. En el capítulo III se encuentra el marco metodológico, donde se describe la localización y la duración del experimento, los materiales, equipos e insumos que se utilizan, además se indica la distribución distribuidos los tratamientos T0 (0% pulpa de mashua); T1 (8% pulpa de mashua); T2 (10% pulpa de mashua) y T3 (12% pulpa de mashua) y el diseño experimental, donde se aplica el diseño completamente al azar (DCA), también se indican los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, que son aplicados en el yogur elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua, con su respectivo análisis estadístico y la prueba de significancia para determinar el mejor tratamiento estadísticamente, además se indica el análisis económico para determinar tratamiento que presenta el mayor Beneficio/Costo.

En el capítulo IV se detallan los resultados conforme a la metodología aplicada en el capítulo anterior, considerando al tratamiento (T3) con el 12% de pulpa de mashua, como el mejor en cuanto a el parámetro fisicoquímico, presentan un alto contenido de proteínas (4,4%), mayor cantidad de solidos solubles (12°Brix) y una acidez de 0,92% expresada en ácido láctico, y un bajo contenido de grasa (3,05%) y pH de 4,32, valores que se encuentran dentro de las normas establecidas. En el aspecto microbiológico, hay que destacar que usar el 15% de pulpa de chirimoya genera un crecimiento de bacterias viables de  $5,32 \times 10^7$  UFC/ml, ubicándose dentro de la categoría de probiótico, de acuerdo con la norma (NTEINEN 2395, 2011), donde establece que el requerimiento mínimo para considerarse un alimento funcional es de  $1 \times 10^6$  UFC/ml.

Este trabajo da paso a futuras investigaciones para elaborar nuevos productos, con el aprovechamiento de la riqueza andina, como la aplicación de tubérculos en procesos productivos, y brindar nuevas oportunidades a pequeños y medianos productores, mejorando así la calidad de vida en el campo, y ofreciendo al público productos naturales, saludables y nutritivos.

## **CAPÍTULO I**

### **1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Antecedentes**

El Ecuador posee una gran diversidad de especies endémicas de importancia nutricional, medicinal y alimentaria. La región Andina específicamente se caracteriza por producir una amplia gama de tubérculos entre ellas se encuentra la mashua, el cual se encuentra disponible en cantidades limitadas en el mercado, debido a que las personas han adoptado nuevas tendencias de consumo, lo que provoca que se margine y pierda popularidad, razón por la cual se encuentra en peligro de desaparecer su producción. Por ser un tubérculo que no requiere de procesos complejos y muy costosos para la siembra y la cosecha, su cultivo y consumo son de suma importancia en las comunidades de la Sierra. Sin embargo, debido a que el número de opciones para la preparación de alimentos es limitado, es importante llevar cabo investigaciones para dar mayor importancia este tubérculo, sobre las cualidades y beneficios que posee la mashua, las cuales se pueden lograr combinándola con otros productos.

Desde el punto de vista nutricional, el yogur es un excelente producto de alto valor biológico, que sirve como fuente de proteínas y nutrientes esenciales para el ser humano, pero esto depende de la calidad de los ingredientes utilizados en su elaboración, ya que no todos los yogures son iguales, dado que algunos pueden contener grandes cantidades de colorantes y sabores artificiales que reducen la calidad nutricional del producto, por otra parte también se pueden encontrar yogures naturales y nutritivos, por tanto se ha considerado utilizar a la mashua de manera natural para la elaboración de yogurt apto para el consumo humano.

Los yogures a base de leche de cabra son aún más digeribles e hipoalergénicas, esto debido a la acción de las bacterias ácido-lácticas, además son muy recomendables para aquellas personas que son intolerantes a los productos de origen bovino, por tal razón se ha considerado emplear la leche de cabra para la elaboración del yogur.

#### **1.2 Planteamiento del problema**

En la actualidad existe una escasa elaboración de productos lácteos combinados con tubérculos andinos, pero una gran variedad de productos lácteos elaborados con frutas. La mashua es un tubérculo de gran importancia nutricional y medicinal, que no es aprovechado por el hombre, su

producción se ha reducido considerablemente, dado que este producto ya no es muy demandado ni apetecido por parte de los consumidores, ya que la mayoría ha ido adoptando nuevos hábitos de alimentación. La deficiente información acerca de las propiedades nutraceuticas de la mashua hace que se vea limitada su industrialización, por tales razones es que se pretende incorporar a este tipo de tubérculo en la elaboración de bebidas fermentadas como el yogur, utilizando materias primas de origen caprino.

### **1.3 Justificación**

Dentro de los alimentos que promueven la salud se encuentra el yogur, que contiene microorganismos conocidos como probióticos, que se pueden definir como suplementos dietéticos que benefician a la salud humana, mejorando el equilibrio microbiano intestinal. Debido al crecimiento de la población mundial, es más necesario que nunca prevenir y tratar las enfermedades para mejorar la calidad de vida de las personas. En este sentido, se ha observado que los productos lácteos fermentados con BAL (probióticos) tiene propiedades funcionales porque ayudan a aumentar la capacidad del organismo para resistir la invasión de patógenos y mantener la salud del hombre (Parra, 2017, p. 13), por tal razón se ha integrado en la dieta de las personas y por su agradable sabor.

En la actualidad existe un escaso consumo de productos lácteos combinados con tubérculos andinos, debido a la falta de conocimiento sobre los beneficios nutricionales que estas ofrecen. Utilizando una combinación de productos lácteos de origen caprino y tubérculos andinos, se espera revalorizar estos cultivos para diversificar sus múltiples usos, aumentar su disponibilidad para el consumo y abrir un nuevo mercado, permitiendo indirectamente a los pequeños agricultores diversificar su economía.

Por todo lo antes mencionado el tema de esta investigación está orientado a elaborar un alimento funcional de alto valor nutricional e incentivar a los pueblos andinos específicamente Chimborazo a la producción de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y revalorizar este producto andino, para aplicarlo en el procesamiento de derivados lácteos caprinos.

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 General***

- Elaborar yogurt con leche de cabra y diferentes niveles de mashua (*Tropaeolum tuberosum*)

### ***1.4.2 Especifico***

- Evaluar las características microbiológicas, fisicoquímicas y organolépticas del producto obtenido.
- Determinar el mejor nivel de pulpa de mashua (0, 8, 10,12%) en la elaboración de yogurt de leche de cabra.
- Determinar el índice beneficio/costo de este nuevo producto para un mercado común.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

Según, Castillo & Escudero (2010, p. 88), en su investigación acerca de la aplicación de diferentes niveles de mermelada de mashua empleadas en la elaboración del yogur a base de leche de vaca, presentaron un promedio de 3,69% de proteína, esto debido a que al someter la mashua a un proceso de cocción este pierde o se desnaturaliza. De acuerdo con la norma técnica (NTE INEN 710, 1996), indica que el valor mínimo de proteína presente en el yogur es de 3% por tal razón se encuentra dentro de los parámetros establecidos. Con respecto a la grasa, este presentó el 2,66%, dado que, la mashua posee un contenido mínimo de lípidos en su estructura en comparación con el yogur entero y con frutas que presentan un contenido de grasa del 4,5% y 3,3%, esto indica que el producto es bajo en grasa, apto implementar en la dieta alimentaria.

A diferencia de Rodríguez (2021, p. 33), quien mostro sus resultados al elaborar yogur con leche de cabra y harina de garbanzo, obteniendo un promedio de 8% de proteína, esto debido a que los productos empleados en la elaboración del producto son ricos en proteínas, con lo que concierne a las grasas este producto presentó un contenido de grasa del 4%, mismo que se encuentra dentro, del máximo permitido de acuerdo con lo estipulado en la norma INEN 2395: 2011. García (2022, p. 63), en su investigación detalla que el yogurt elaborado con linaza y zanahoria obtuvo un 2,66% de grasa, valor que es menor a los que se mencionaron anteriormente, esto indica que al añadir los niveles de linaza el contenido de grasa disminuye.

En otra investigación realizadas por Betancourt et al. (2022: pp.5-13), en la elaboración de yogurt natural con zapallo y zanahoria, obtuvieron un promedio de 3,80% de proteínas y un contenido de grasa de 1,84%, valores que son inferiores a los reportados anteriormente, esta variación en el contenido nutricional del producto varia acorde al tipo de ingredientes utilizados en su elaboración.

Con respecto a la presencia de coliformes totales en el yogur elaborado con diferentes niveles de mashua (12 %, 14% y 16%) arrojaron valores de  $625.33 \pm 1026$ ,  $742.50 \pm 675$  y  $662.83 \pm 1174$  UFC/ml, mismos que deben ser tomados muy en cuenta, ya que según la norma INEN (1996) no debe existir presencia de coliformes totales en el producto. Y lo mismo sucede con la presencia de *E. coli* donde se obtuvieron valores de  $6.33 \pm 6.00$ ,  $8.83 \pm 5.00$  y  $33.67 \pm 58.00$  UFC/ml, por

tal razón se debe tener mayor asepsia en el proceso de elaboración para evitar la contaminación del producto (Castillo & Escudero, 2010, p. 88). En cuanto a mohos y levaduras en el yogurt elaborado con 12, 14 y 16 % de mashua fue de  $3866.67 \pm 3456$ ,  $20750 \pm 27133$  y  $2778.33 \pm 2650$  UPC/ml, recalcando que el problema no depende de los niveles de mashua aplicados, si no del producto final.

En cuanto a las características sensoriales de color, el yogur elaborado con un nivel del 12% de mashua es el que presento un puntaje superior al resto con un puntaje de 19,33 calificándose como excelente. En este caso se referencia que mientras mayor sea el nivel de concentración de mashua menos claro y viscoso será el yogurt. Con lo que respecta al sabor, el que mayor puntaje obtuvo fue el yogur laborado con 12% de mashua (17,83 puntos) a diferencia de los otros niveles (14% y 16%) que presentaron puntuaciones más bajas, debido a que son más concentrados. Y en cuanto al aspecto los que obtuvieron mayor puntuación (17.67 y 17) fueron los yogures elaborados con el 12% y 14% de mashua, mismos que presentan un aspecto agradable al consumidor (Castillo & Escudero, 2010, p. 88).

Minango (2023, p. 48), quien en su investigación empleo harina de camote morado (*Ipomoea batatas L.*) y oca blanca (*Oxalis tuberosa*) mismos que derivan de tubérculos andinos en la elaboración de yogurt entero, obtuvieron resultados de sabor y aceptabilidad diferentes a un tratamiento control, pero con lo que respecta al olor, color y viscosidad muestran similitud con el tratamiento control (yogur natural) lo cual se cataloga en un promedio de “me gusta moderadamente” lo cual indica que el producto es aceptado por parte de los panelistas.

Por otra parte, en la investigación realizada por Ortega (2023, p. 70), menciona que, al realizar el análisis sensorial del yogurt con diferentes concentraciones de zapallo, obtuvo en su mejor tratamiento (20% de pulpa de zapallo) la mayor aceptación por parte de los panelistas con un valor de “no me gusta ni me disgusta”. A su vez, comparando los resultados obtenidos por (Acaro, 2023, p. 47), detalla que al elaborar yogurt con harina de zanahoria blanca y mashua, obtuvo que el tratamiento con mayor aceptabilidad por parte de los panelistas fue el que se elaboró con harina de zanahoria blanca con un promedio de 4 equivalente a “me gusta”, a diferencia del yogur elaborado con harina de mashua, quien en cuanto a su sabor no tuvieron mayor aceptabilidad, calificándose así, como “no me gusta”, esto debido a que la harina de mashua presenta un ligero amargor propio del tubérculo derivado.



## 2.2 La mashua

La mashua (*Tropaeolum tuberosum*) es un tubérculo originario de las zonas andinas que se asemejan a la oca y la papa, existen mashuas de distintas variedades como la mashua amarilla, blanca y negra, presentan un alto contenido de glucosinolatos muy reconocidos por sus propiedades medicinales, pese a ello en la actualidad la baja demanda de estos tubérculos se debe a que los consumidores prefieren alimentos de fácil y rápida preparación (Flores, 2015, p. 18).

### 2.2.1 Características morfológicas

Los tubérculos de mashua presentan una forma conoidal alargada que llegan a mediar de 5 a 15 cm, y tienen una textura amorfa, este tipo de tubérculo que por lo general presenta en su composición nutricional un alto contenido de carbohidratos, proteínas (15%) y agua (80%). A su vez en la mashua existe la presencia de isotiocianatos, que son los responsables del sabor amargo y picante que puede disipar con la cocción (Samaniego, 2010, p. 13).

### 2.2.2 Taxonomía

**Tabla 1-2:** Clasificación taxonómica de la mashua.

Clasificación	Descripción
Reino	Vegetal
División	Fanerógama
Familia	Tropaeolaceae
Género	Tropaeolum
Especie	Tropaeolum tuberosum
N.C	Mashua

Fuente: (Espinoza, 2015, p.1)

Elaborado por: Sisa, Enma, 2022.

### 2.2.3 Composición nutricional de la mashua

La mashua resalta por su elevado contenido en almidones y azúcares, razón por la cual, es una rica fuente de energía y calorías (Almeida, 2014, pp. 17-18).

**Tabla 2-2:** Composición nutricional de la mashua.

<b>Nutriente</b>	<b>Contenido</b>
Humedad%	88.7
Ceniza%	4.81
Proteína%	9.17
Fibra%	5.86
Ext. Etéreo%	4.61
Carbohidratos totales%	75.4
Almidón%	46.92
Azucares totales%	42.81
Azucares reductores%	35.83
Calcio%	0.0006
Fosforo%	0.32
Magnesio%	0.11
Sodio%	0.044
Potasio%	1.99
Energía (Kcal/100g)	440
Cobre (Ppm)	9
Hierro (Ppm)	42
Manganeso (Ppm)	7
Zinc%	48
Vitamina C (mg/100gmf)	77.37
Equivalentes retinol (mg/100gmf)	73.56

**Fuente:** (Almeida, 2014, p.17)

**Elaborado por:** Sisa, Enma, 2022.

#### 2.2.4 Caracterización fisicoquímica de la mashua

Se muestran los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de °Brix, acidez titulable % con respecto al ácido cítrico, pH de la mashua un tubérculo andino (Huamani, 2015, p. 47).

**Tabla 3-2:** Análisis fisicoquímico de la mashua.

<b>Caracterización Fisicoquímica</b>	<b>Resultado</b>
°Brix	5
Acidez titulable (% ácido cítrico)	0,62
pH	5,2

**Fuente:** (Huamani, 2015, p. 47)

**Realizado por:** Sisa, Enma, 2022.

#### 2.2.5 Caracterización fisicoquímica de la pulpa de mashua

Según la investigación realizada por Huamani (2015, p. 47), reflejan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de sólidos soluble (°Brix), acidez titulable % con respecto al ácido cítrico, pH de la pulpa de mashua.

**Tabla 4-2:** Caracterización fisicoquímica de la pulpa de mashua.

<b>Caracterización Fisicoquímica</b>	<b>Resultado</b>
°Brix	1
Acidez titulable (% ácido cítrico)	0,69
Ph	5,35

**Fuente:** (Huamani, 2015, p.47)

**Realizado por:** Sisa, Enma, 2022.

#### 2.2.6 Propiedades

Como usos terapéuticos, se utiliza para tratar la inflamación del tracto urinario, la enfermedad renal y la prostatitis, además se sabe que el tubérculo infundido con otras plantas como la manzanilla reduce la inflamación de los ovarios y el alivio de los dolores menstruales, purifica la sangre y ayuda al metabolismo (EL TELÉGRAFO, 2013, p. 4).

Según Delimas (2021, p. 1), manifiesta que la mashua actúa como:

- **Antioxidante:** Protégete de los radicales libres, que provocan el envejecimiento celular y la formación de células cancerosas.
- **Tratamiento del cáncer:** La mashua se usa para prevenir y tratar distintos tipos de cánceres, incluidos los de colon, estómago y próstata.
- **Salud ocular:** La antocianina es una sustancia que ayuda a mejorar la visión, es decir, fortalece la microcirculación ocular y capilar.

### 2.2.7 Usos de la mashua

Por su amplia gama de propiedades nutricionales, este tubérculo se consume comúnmente como alimento, pero en la industria alimentaria, la harina de mashua se puede utilizar como base para la elaboración de una variedad de productos, después de caracterizar y poner a prueba la mashua, un estudio colombiano descubrió usos potenciales como estimulante, mezclas para bebidas, productos de panificación y embutidos cárnicos (Romero, 2017, p.15).



**Ilustración 1-2:** Usos de la mashua (mezcla en bebidas, harinas, etc.)

Fuente: (Romero, 2017)

## 2.3 Leche de cabra

La norma NTE INEN 2624 (2014), cataloga a la leche de cabra como un líquido blanco obtenido de la secreción mamaria típica de una madre cabra (*Capra spp.*) 3 días después del nacimiento.

Debido a su sabor y aroma distintivos, la leche de cabra no es muy apreciada, pero con las nuevas tecnologías en el desarrollo de nuevos productos, se pueden diversificar la producción en productos como yogur, queso, helado que son de mayor valor debido a las características únicas de la leche caprina (Hernández et al, 2010, p. 1).

### 2.3.1 Composición

La composición de la leche de cabra es distinta a la del ovino, bovino y a la leche humana, dicha composición puede cambiar debido a múltiples factores, entre ellos, tipo de alimentación, medioambiente, manejo, sistema productivo, etapa de lactancia e, inclusive, estado sanitario en el que se encuentren los animales (Bedoya, Rosero & Posada, 2018, p. 3).

**Tabla 5-2:** Composición promedio de los nutrientes básicos en leche.

<b>Composición</b>	<b>Cabra</b>	<b>Oveja</b>	<b>Vaca</b>	<b>Humana</b>
Grasa%	3.8	7.9	3.6	4
Sólidos no grasos %	8.9	12	9	8.9
Lactosa%	4.1	4.9	4.7	6.9
Proteína%	3.4	6.2	3.2	1.2
Caseína%	2.4	4.2	2.6	0.4
Albumina, globulina%	0.6	1	0.6	0.7
N no proteico%	0.4	0.8	0.2	0.5
Ceniza%	0.8	0.9	0.7	0.3
Calorías/100ml	70	105	69	68

**Fuente:** (Bedoya, Rosero & Posada, 2018, p. 3).

**Realizado por:** Sisa, Enma, 2022.

### 2.3.2 Cualidades

Además de sus beneficios económicos y su capacidad para cubrir las necesidades nutricionales del consumidor, la leche de cabra tiene propiedades que la hacen apta para niños, adultos y madres, entre ellas propiedades nutracéuticas y antialérgicas. En niños que están desnutridos debido a una mala nutrición o falta de lactancia, la leche de cabra ha demostrado ser un sustituto superior a la leche de vaca (Jumbo, 2017, p. 13).

### 2.3.3 Propiedades

La leche de cabra es considerada como un suplente factible de la leche humana porque sus valores nutricionales son muy similares.

- En el sabor, la leche de cabra no es muy diferente a la leche de vaca, ya que presentan similitud en su dulzor característico.

- En el contenido nutricional presenta cantidades similares de hierro, proteínas, grasa, vitamina C y D, al de la vaca.
- Exhibiendo mayor contenido de calcio, potasio, manganeso y fósforo, como también de vitaminas A y B.

Esta magnífica sustancia es recomendada por profesionales de la salud, como alternativa alimenticia para personas intolerantes o alérgicas a la leche de vaca, además, es apropiado para personas mayores que tienen trastornos digestivos (Bidot, 2017, p. 4).

## 2.4 Yogurt

Según la norma NTE INEN 2395 (2011), el yogurt es el coagulo obtenido por acción de las bacterias ácido-lácticas como *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Sreptococcus salivaris subsp. thermophilus*, a este producto se le puede agregar o no ingredientes o aditivos.

### 2.4.1 Composición nutricional de yogurt

El yogurt es un alimento rico en nutrientes de alto valor biológico tanto en proteínas, llegando a un valor del 3,5% en un yogurt entero, los valores varían de acuerdo con el tipo de leche que se emplea en la elaboración del producto y en la adición o no de frutas, del mismo modo vitaminas, ácidos grasos, minerales entre otros.

**Tabla 6-2:** Composición nutricional según el tipo de yogurt.

	Entero	Semidescremado	Descremado	Con frutas
	%	%	%	%
<b>Agua</b>	87	89	8	81
<b>Proteínas</b>	3,5	3,4	3,3	2,8
<b>Lípidos</b>	3,9	1,7	0,9	3,3
<b>Glúcidos</b>	3,6	3,8	4	12,6
<b>Ácidos Orgánicos</b>	1,15	1,2	1,2	1,2
<b>Cenizas</b>	0,7	0,72	0,75	0,7
<b>Fibras</b>	0	0	0	0
<b>Contenido energético</b>	63 kcal	43kcal	36 kcal	88kcal

Fuente: (Romero, 2013, p.10)

Realizado por: Sisa, Enma, 2022.

## 2.4.2 Control de calidad del yogurt

El aseguramiento de la calidad se logra mediante análisis físicos, químicos y biológicos. La calidad de la materia prima, las técnicas de procesamiento que se utilizan en el proceso y, lo que es más importante, las higienes personales de las herramientas utilizadas contribuyen a la calidad general del yogurt (Flores, 2018, p. 10).

### 2.4.2.1 Análisis organoléptico

Evaluación organoléptica (sensorial):

- Sabor/acidez: sabor típico, sabor extraño, aroma
- Apariencia visual: Color, sinéresis, distribución de la fruta
- Cuero y textura: medición de pH, y viscosidad (Flores, 2018, p. 10).

### 2.4.2.2 Requisitos fisicoquímicos

Las leches fermentadas, deberán someterse a prueba de conformidad con las normas ecuatorianas correspondientes (NTE INEN 2395,2011, p.3).

**Tabla 7-2:** Requisitos fisicoquímicos de las leches fermentadas.

REQUISISTOS	ENTERA		SEMIDESCREMADA		DESCREMADA		METODO DE ENSAYO
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %	
Contenido de grasa	2,5	----	1,0	<2,5	----	<1,0	NTE INEN 12
Proteína % m/m En yogur, kéfir, kumis, leche cultivada	2,7	----	2,7	----	2,7	----	NTE INEN 16

Fuente: (NTE INEN 2395,2011, p. 3)

Realizado por: Sisa, Enma, 2022.

### 2.4.2.3 Requisitos microbiológicos

Al análisis microbiológico correspondiente las leches fermentadas deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas (NTE INEN 2395,2011, p.4).

**Tabla 8-2:** Requisitos microbiológicos en leches fermentadas.

Requisitos	N	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales, UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	500	500	2	NTE INEN 1529-10

Fuente: (NTE INEN 2395,2011, p. 4)

Realizado por: Sisa, Enma, 2022.

### 2.4.2.4 Contenido de microorganismos en leches fermentadas

Las leches fermentadas deben cumplir con los requisitos mínimos de cultivos específicos (*Streptococcus salivaris subsp. thermophilus*; *Lactobacillus delbruekii subsp. Bulgaricus*; *Lactobacillus acidophilus*, entre otros) (NTE INEN 2395,2011, p.4).

**Tabla 9-2:** Cantidad de microorganismos presentes en leches fermentadas.

PRODUCTO	Yogur, kéfir, kumis, leche cultivada, leches fermentadas con ingredientes y leche fermentada concentrada Mínimo	Kefir y kumis Mínimo
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido para cada producto.	10 <sup>7</sup> UFC/g	
Bacterias Probióticas	10 <sup>6</sup> UFC/g	
Levaduras		10 <sup>4</sup> UFC/g

Fuente: (NTE INEN 2395,2011, p. 4).

Realizado por: Sisa, Enma, 2022.



### 2.4.3 *Beneficios del yogurt*

Espinoza (2016, p.16), indica los múltiples beneficios que el yogurt aporta al organismo, dentro de los cuales se destacan:

- **Generar tolerancia a la lactosa.** Este es un punto crucial porque es posible que las personas que no toleran los lácteos lo consuman. La lactasa se encuentra en bacterias lácteas ácidas (enzima que digiere la lactosa).
- **Previene y mejora los síntomas de diarrea.** Esto se debe al hecho de que el yogurt ayuda a restaurar una flora intestinal sana, que es destruida por la diarrea. Por otro lado, este alimento fortalece el sistema inmunológico, ayudándolo a combatir infecciones.
- **Reduce los valores de colesterol sanguíneo.** Diferentes estudios demuestran que el consumo de yogurt desnatado baja los niveles de colesterol en sangre, en consecuencia, este alimento debe formar parte de la dieta de aquellas personas que presentan riesgo cardiovascular.
- **Gran fuente de calcio.** El calcio presente en el yogurt se ha disuelto en el ácido láctico, haciéndose de esta forma más absorbible para nuestro sistema digestivo y para su simple paso siguiente a todo nuestro cuerpo humano. Es evidente que destacamos que este producto lácteo tiene impacto preventivo frente al cáncer de colon.

### 2.4.4 *Bacterias del yogurt*

La producción de yogurt es el resultado de una relación simbiótica entre dos bacterias, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, que se caracterizan por la capacidad de cada una para estimular el desarrollo de la otra. La acción de estas bacterias desencadena un proceso microbiano que convierte la lactosa en ácido láctico. A medida que se acumula el ácido, la estructura de las proteínas de la leche cambia (coagula), al igual que la textura del producto. Tanto la temperatura y la composición de la leche influyen en las cualidades particulares de los diferentes productos finales (Huamán, 2018, p. 28).

#### 2.4.4.1 *Streptococcus thermophilus*

Es una cepa que pertenece al grupo de las BAL y es una de las más empleadas en la industria láctea tanto para la producción de quesos, yogures, kéfir, kumis y otros, son microorganismo calificado como GRAS, se desarrollan en temperaturas óptimas de 42-45 °C, son consideradas

bacterias homofermentativas, mismas que, llegan a producir 0,7-0,8% de ácido láctico (Sánchez, 2020, p. 30).

#### 2.4.4.2 *Lactobacillus bulgaricus*

Es una bacteria homofermentativa que se desarrolla a temperaturas de 42-45°C, reduce el pH, puede producir hasta un 2,7% de ácido láctico, es proteolítica, produce enzimas hidrolíticas que descomponen las proteínas. Esto es lo que libera aminoácidos como la valina, que es importante, ya que, favorece el crecimiento de *Streptococcus thermophilus* (Sánchez, 2020, p. 30).

#### 2.4.5 *Bacterias probióticas*

Los probióticos se pueden considerar como suplementos dietéticos que comprenden de cepas vivas de microorganismos que perduran en el intestino del ser humano, mismos que tienen efectos benéficos que mejoran la salud (Sharif-Rad, 2020, pp.24). De acuerdo con la norma (NTE INEN 2395,2011, p. 4), para ser considerado un alimento probiótico debe contener al menos  $10^7$  UFC/g al momento de consumirlos.

##### 2.4.5.1 *Características de las bacterias probióticas*

Según Adrianzén (2021, p.25), para ser consideradas bacterias probióticas es necesario que cumplan con ciertas características tales como:

- Tener propiedades no patógenas
- Conservar su existencia mediante el tracto intestinal.
- Tolerar la acidez, la bilis a nivel gástrico.
- Mientras permanezca en el tracto intestinal debe producir sustancias antimicrobianas.

#### 2.4.5.2 Tipos de microorganismos probióticos

**Tabla 10-2:** Probióticos empleados en bebidas lácteas fermentadas.

<i>Lactobacillus ssp.</i>	<i>Bifidubacterium ssp.</i>	<i>Lactococcus ssp</i>	<i>Streptococcus ssp</i>	<i>Otras especies</i>
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. bacterium</i>	<i>L. lactis</i>	<i>S. thermophilus</i>	<i>Saccharomises servisiae</i>
<i>L. lactis</i>	<i>B. breve</i>	<i>L. diacetyllactis</i>	<i>S. lactis</i>	<i>Leconostoc ssp</i>
<i>L. bulgaricus</i>	<i>B. lactis</i>			
<i>L. rhamnosus GG</i>				
<i>L. caseí</i>				
<i>L. kéfír</i>				

**Fuente:** (Adrianzén, 2021, p.25).

**Realizado por:** Sisa, Enma, 2022.

#### 2.4.5.3 Beneficios de los probióticos para la salud

**Tabla 11-2:** Beneficios de los probióticos.

<b>Microorganismo</b>	<b>Efectos en la salud</b>
“ <i>L. acidophilus</i> ”	Mejora el sistema inmunitario, favorece al equilibrio de la flora intestinal, reduce la actividad de enzimas procancerígenas.
“ <i>L. bulgaricus</i> ”	Inmunoestimulador, absorción de lactosa.
“ <i>L. Caseí</i> ”	Promotor del crecimiento y de la viabilidad de los probióticos
“ <i>B. bifidum</i> ”	Equilibrio del microbiota intestinal, diarrea por rotavirus.
“ <i>S. thermophilus</i> ”	Inmunoestimulador, absorción de la lactosa.

**Fuente:** (Adrianzén, 2021, p.25).

**Realizado por:** Sisa, Enma, 2022.

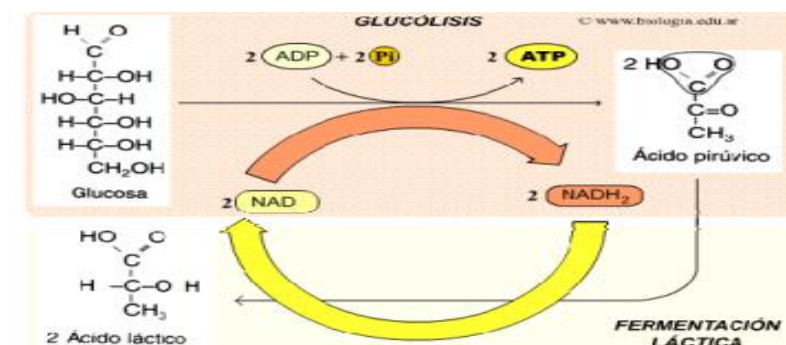
## 2.4.6 Fermentación

La fermentación es un proceso metabólico realizados por microorganismos, bacterias y levaduras en condiciones aerobias y anaerobias, obteniendo energía y que a su vez poseen propiedades fisicoquímicas controlables (Bailón 2012, p. 19).

Para Boronat & López (2011, p. 2), es el proceso catabólico responsable, de la degradación de la materia orgánica en condiciones de anaerobiosis es decir sin la presencia de oxígeno, misma que se clasifica según a la naturaleza del sustrato y productos finales (pueden producirse fermentaciones lácticas, acéticas, butíricas).

### 2.4.6.1 Fermentación láctica

El proceso de la fermentación láctica es anaeróbico, en el sentido de que se produce sin la necesidad de oxígeno, donde se lleva a cabo el proceso de glucólisis, que no es más que la ruptura de la molécula de glucosa, para seguir con este proceso de glucólisis se debe pasar necesariamente por la ruta del metabolismo del piruvato, y pasar por la fermentación láctica para obtener lactato (Bailón 2012, p. 181). La glucólisis requiere glucosa y la enzima  $\text{NAD}^+$  (nicotinamida adenina dinucleótido) en su proceso metabólico, pero cuando no hay oxígeno, el  $\text{NADH}^+$  ya no puede oxidarse a  $\text{NAD}^+$  (el proceso de glucólisis se detiene), porque es el último aceptor de electrones, lo que lo hace esencial para la oxidación del piruvato, en estos casos, el piruvato se reduce a lactato, acepta electrones del  $\text{NADH}$  y se regenera a  $\text{NAD}^+$  para continuar el proceso glucolítico y ganar energía en forma de ATP. Por su parte, la fermentación del ácido láctico es responsable de la producción de productos lácteos acidificados, entre otros, y una de sus características es la capacidad de conservar los alimentos debido a un pH más bajo (Bailón 2012, p. 181).



**Ilustración 2-2:** Proceso de la fermentación láctica

**Fuente:** (Portal académico CCH, 2017, p.1)

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Localización y duración del experimento

El presente trabajo se desarrolló en la planta de lácteos de la Estación Experimental Tunshi, km 15 ½ vía a Licto y en los Laboratorios de Biotecnología, Bromatología y procesamiento de alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicada en la Av. Panamericana Sur km 1½, ciudad de Riobamba. El período de investigación del presente trabajo fue aproximadamente de 60 días.

#### 3.2 Unidades experimentales

Para esta investigación se utilizó 16 unidades experimentales de un tamaño de 0,5 L de yogurt de leche de cabra, con un total de 8 Litros de producto a evaluar.

#### 3.3 Materiales, equipos e insumos

##### 3.3.1 *Materiales*

- Guantes
- Mascarilla
- Mandil
- Cofia
- Pipetas
- Tubos de ensayo
- Gradillas para tubos
- Soporte universal
- Pipetas aforadas
- Butirómetro
- Matraz Kjeldahl
- Matraz Erlenmeyer
- Buretas
- Cuenta colonias
- Caja Petri

- Pinzas
- Erlenmeyer
- Medios de cultivo
- Agares

### **3.3.2 Equipos**

- Centrifuga
- Baño maría
- Aparato de Kjeldahl
- Balanza analítica
- pHmetro
- Refractómetro
- Cabina de flujo laminar
- Balanza analítica
- Vortex
- Cuenta colonias
- Potenciómetro
- Refrigerador
- Estufa
- Microscopio
- Autoclave
- Incubadora regulable

### **3.3.3 Insumos**

- Leche de cabra
- Mashua
- Ácido sulfúrico
- Alcohol amílico
- Agua destilada
- Ácido sulfúrico concentrado
- Hidróxido de sodio
- Sulfuro alcalino
- Sulfato de potasio

- Oxido de mercurio
- Solución alcohólica de rojo de metilo
- Agar (MacConkey, MRS, PDA)
- Alcohol antiséptico
- Cepas microbianas (ABY-3 Probio-Tec)

### 3.4 Tratamientos y diseño experimental

#### 3.4.1 Tratamientos

En la investigación se evaluaron 4 tratamientos con 4 repeticiones, los cuales incluyen diferentes niveles ascendentes de pulpa de mashua (8,10 y 12%), el cual se comparó con un tratamiento testigo (0%) sin adición de pulpa de mashua, tal como se muestra en la Tabla 1-3.

**Tabla 1-3:** Esquema del experimento.

<b>Porcentaje de Pulpa de mashua</b>	<b>Código</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>*TUE (L)</b>	<b>Total (litros)</b>
0%	T0	4	0,5	2
8%	T1	4	0,5	2
10%	T2	4	0,5	2
12%	T3	4	0,5	2
<b>TOTAL</b>				<b>8lt</b>

\*T.U. E: Tamaño de la unidad experimental (0,5L)

Realizado por: Sisa, Enma, 2022.

#### 3.4.2 Diseño experimental

En el presente trabajo las unidades experimentales se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar (DCA), el cual corresponde al siguiente modelo lineal aditivo:

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

**Donde:**

**Y<sub>ij</sub>:** valor estimado de la variable

**μ:** media general

**Ti:** efecto de la combinación de los tratamientos (8, 10,12% de pulpa de mashua)

**Eij:** Error experimental o efecto de la aleatorización de los tratamientos en el campo experimental.

### **3.5 Mediciones experimentales**

Las mediciones experimentales de esta investigación se realizaron de acuerdo con lo establecido en la norma NTE INEN 2395:2011. LECHES FERMENTADAS.

#### **3.5.1 *Análisis físico químico***

- % Grasa
- % Proteína
- pH
- Acidez
- Grados Brix

#### **3.5.2 *Análisis microbiológico***

- Bacterias ácido lácticas, UFC/ml
- Coliformes totales, UFC/ml
- Recuento de *E.coli*, UFC/ml
- Bacterias ácido lácticas, UFC/ml
- Mohos y levaduras, UFC/ml

#### **3.5.3 *Análisis organoléptico***

- Color
- Olor
- Sabor
- Textura

#### **3.5.4 *Análisis económico***

- Costo de producción (dólares norteamericanos/1L)
- Beneficio costo B/C



### 3.6 Análisis estadístico y pruebas de significancia

En el presente trabajo se utilizaron los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA)
- Prueba de separación de medias según TUKEY ( $P \leq 0,05$ ).
- Estadística descriptiva con medidas de tendencia central y de dispersión.
- Prueba Kruscal Wallis (pruebas no paramétricas)

En la tabla 2-3 se presenta el esquema del análisis de varianza (ADEVA), que se aplicó al diseño completamente al azar

**Tabla 2-3:** Esquema del ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	15
Niveles de pulpa de mashua	3
Error	12

Realizado por: Sisa, Enma, 2022.

### 3.7 Procedimiento experimental

El procedimiento para la elaboración del yogurt se modificó tomando como referencia al autor (Huamán, 2018, p.30).

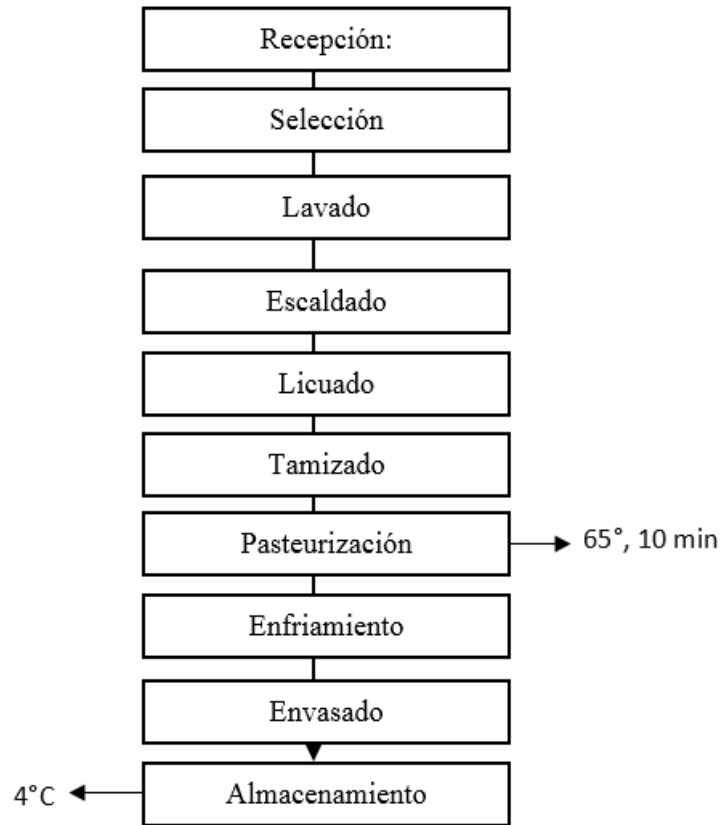
**Tabla 3-3:** Dosificación del yogurt con leche de cabra y diferentes niveles de pulpa de mashua.

Niveles de pulpa de mashua (%)	Ingredientes		
	Leche de cabra (L)	Cultivo probiótico (g)	Pulpa de mashua (ml)
0	2	0,10	0
8	2	0,10	160
10	2	0,10	200
12	2	0,10	240

Realizado por: Sisa, Enma, 2022.

### 3.7.1 Elaboración de la pulpa de mashua

A continuación, se describe el proceso de obtención de la pulpa de mashua:



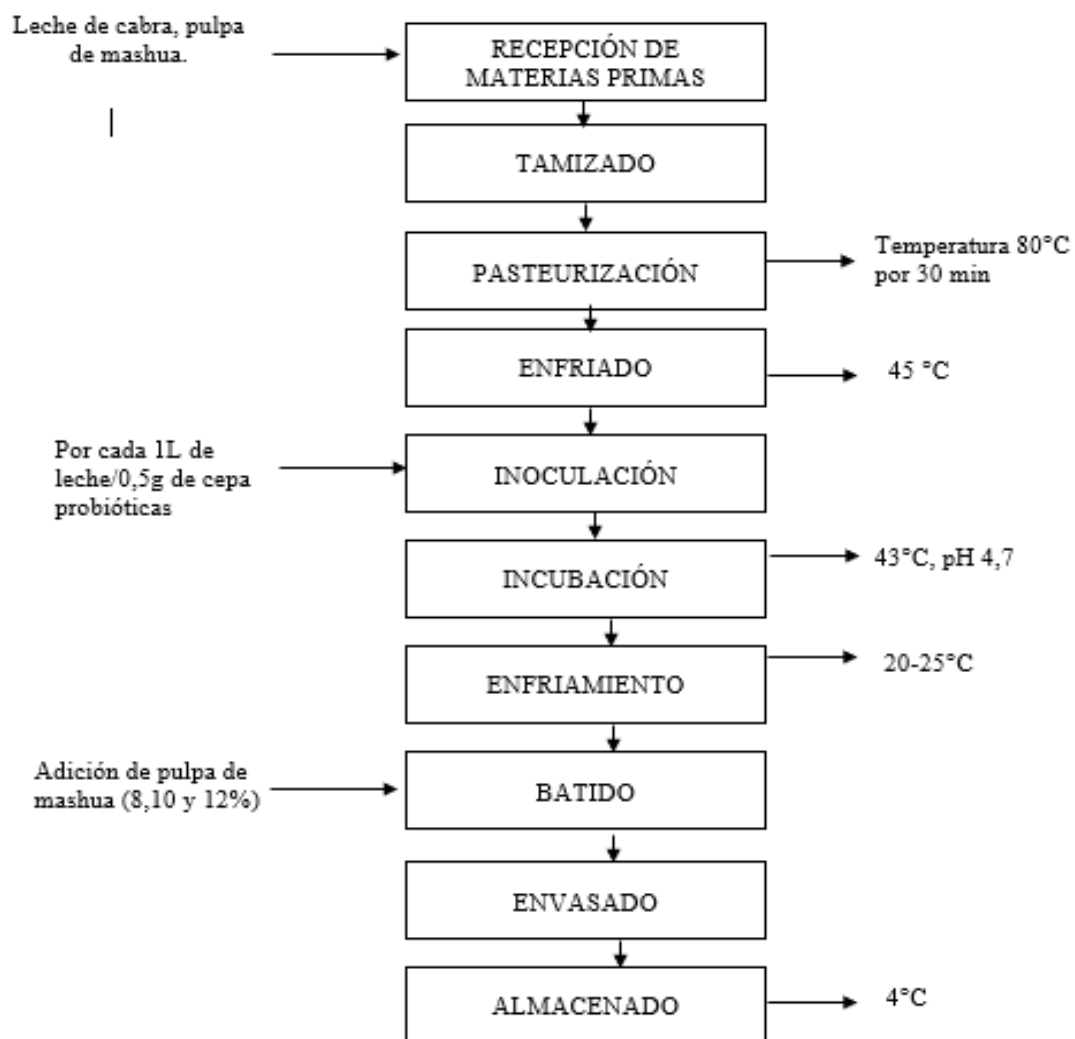
**Ilustración 1-3:** Elaboración de la pulpa de mashua

**Realizado por:** Sisa, Enma, 2022.

- **Recepción:** se receptó la materia prima a utilizar en el proceso (mashua).
- **Selección:** se eliminaron los tubérculos que no cumplen con las características deseadas.
- **Lavado:** se realizó un lavado con agua potable por inmersión con el objetivo de retirar las impurezas de la mashua.
- **Escaldado:** Se colocó agua en una olla y se sometió al fuego, cuando este entro en ebullición se procedió a agregar la mashua y se dejó hervir durante 5min, posterior a eso se escurre y se sumerge en agua fría.
- **Licuado:** se licuo la mashua introduciéndola en la licuadora hasta obtener una pasta homogénea.
- **Tamizado:** con un colador se procedió a filtrar la mashua con el fin de obtener la pulpa sin residuos.

- **Pasteurización:** la pulpa de mashua se pasteurizó colocándola en una olla hasta que alcance los de 65°C durante 10min.
- **Enfriamiento:** se enfrió la pulpa de mashua durante 15 min.
- **Envasado:** la pulpa de mashua se envaso en unas fundas ziploc sin manchar los bordes.
- **Almacenamiento:** se almaceno la pulpa de mashua en el refrigerador para conservarla hasta su utilización (4°C).

### 3.7.2 Elaboración del yogurt con leche de cabra y diferentes niveles de mashua



**Ilustración 2-3:** Diagrama de flujo del proceso de elaboración de yogurt con leche de cabra y diferentes niveles de mashua

Realizado por: Sisa, Enma, 2022.

- **Recepción:** se receptaron las materias primas, la leche de cabra y la pulpa de mashua.
- **Pruebas de calidad de la leche:** se realizaron las pruebas de calidad de la leche, alcohol al 65%: No corta, acidez titulable: 0,11-0,18%, pH: 6,3-6,8.
- **Tamizado:** con una tela filtrante se procedió a tamizar la leche de cabra para retirar impurezas.
- **Pasteurización:** la leche de cabra se sometió a pasteurización a una temperatura de 80°C durante 15 min.
- **Enfriamiento:** se enfrió la leche en tinas de agua fría para reducir la temperatura a 45°C.
- **Inoculación:** se inoculó el cultivo probiótico liofilizado (ABY-3 probio-Tec) que contiene cepas, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus termophilus*, *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium*, por cada 1L de leche añadir 0,05g de cepas probióticas.
- **Incubación:** se dejó reposar a una temperatura de 42 a 45°C durante 3 a 6 horas.
- **Enfriamiento:** se refrigeró el producto obtenido a una temperatura de 20-25°C.
- **Batido:** se combinó la pulpa de mashua en las cantidades ya establecidas (8,10, y 12%) en cada uno de los envases.
- **Homogenización:** se mezcló homogéneamente el yogurt con las diferentes concentraciones de pulpa de mashua.
- **Envasado:** se envasó en envases de vidrio de 500ml previamente esterilizados.
- **Almacenado:** se almacenó a una temperatura de 4°C.

### 3.8 Metodología de evaluación

La evaluación de las mediciones experimentales considerando las normas establecidas que se describen a continuación.

#### 3.8.1 Análisis físico químico

##### 3.8.1.1 Grasa

El % de grasa se definió tomando como referencia la norma NTE INEN-12, utilizando el método de Gerber. Mediante acidificación y centrifugación de la materia grasa contenida en el producto.

Dentro de los pasos que se llevan a cabo para la determinación de grasa en el yogurt se detallan:  
Calentar la muestra a 20°C

- Añadir en el butirómetro 10 mL de ácido sulfúrico

- Posteriormente adicionar 11 mL de muestra (yogurt), evitando tocar las paredes del butirómetro.
- Luego adicionar 1 mL de alcohol amílico.
- Seguido de eso tapar el butirómetro y agitar hasta que la caseína este totalmente disuelta
- Finalmente centrifugar en caliente 5 min a 65 °C y leer directamente en la escala del butirómetro el nivel de grasa tomando en cuenta la masa del yogurt (NTE INEN 12, 1973, p. 3).

### 3.8.1.2 *Proteína*

El % de proteína se determinó de acuerdo con la norma establecida NTE INEN 16 mediante el método de Kjeldahl. Tomando en cuenta que el resultado obtenido se multiplica por el factor 6,38 para expresarlo como proteína. El procedimiento se encuentra detallado en la norma antes mencionada.

- Digestión
- Adicionar 300mL de agua destilada en los matraces de Kjeldahl
- Destilación
- Titulación
- Ensayo al blanco
- Realizar los cálculos (NTE INEN 16, 2015, p. 5).

### 3.8.1.3 *pH*

El pH se ha tomado como referencia la norma NTE INEN-ISO 1842:2013.

Para este proceso se requiere de un pH-metro una escala graduada en 0,05 unidades, misma que debe ser calibrada antes del proceso.

- Se mediarán 2 ml de muestra.
- Añadirá 10mL de agua destilada.
- Homogenizar la muestra.
- Filtrar con la ayuda de un papel filtrante.
- Culinado el proceso de filtrado y calibrado se procede a medir el pH (NTE INEN-ISO 1842, 2013, p.3).

#### 3.8.1.4 *Acidez*

Se determinó la acidez expresada como el contenido de ácido láctico conforme a la norma NTE INEN 13.

- Se pesa 10gr de muestra diluida
- Luego se añade a la muestra 2 a 3 gotas de fenolftaleína como indicador
- Se procede a la titulación con hidróxido de sodio (NaOH) a la concentración de 0,1N
- La titulación se lleva a cabo hasta que en la muestra diluida aparezca una coloración rosa.
- Tomar lectura del hidróxido de sodio (NaOH) consumido
- Realizar el cálculo (NTE INEN 13, 1983, p. 2).

#### 3.8.1.5 *Sólidos solubles (°Brix)*

Para el contenido de sólidos solubles totales (°Brix) se empleó el uso de un refractómetro digital teniendo como referencia la norma NTE INEN 380.

- Para este ensayo se debe hacer por duplicado por cada muestra.
- Colocar una pequeña cantidad de muestra de yogur en el prisma del refractómetro.
- Cerrar la tapa suavemente y observar a través de la mirilla
- Registrar los resultados (NTE INEN 380, 1985, p. 2).

### 3.8.2 *Análisis microbiológicos*

#### 3.8.2.1 *Bacterias ácido lácticas*

Este experimento considero la norma INEN 1529-5, para la determinación de bacterias ácido lácticas, en este caso se utilizó agar MRS (Man, Rogosa y Sharpe), que permite el crecimiento de BAL mismo que le proporciona nutrientes para su óptimo desarrollo (NTE INEN 1529, 2006, pp. 3-6).

#### 3.8.2.2 *Coliformes totales*

Se tomó como referencia la norma NTE INEN 1529-7, este método se utilizó la técnica del recuento en placa por siembra en profundidad en agar MacConkey o similar y una temperatura de incubación de  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  para productos refrigerados y  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  para productos que se mantienen a temperatura ambiente, por  $24 \pm 2\text{h}$  (NTE INEN 1529-7, 1990, pp.2-7).

### 3.8.2.3 *Recuento de E.coli, UFC/ml*

Para el recuento de *E coli* se basó en la normativa vigente NTE INEN 1529-8 mediante el método del número más probable, para el cual se emplea el agar MacConkey, el procedimiento a seguir se detalla en la norma (NTE INEN 1529-8, 2016, pp. 7-9).

### 3.8.2.4 *Mohos y levaduras, UFC/ml*

En cuanto a la determinación de mohos y levaduras se lo realizó según la norma técnica NTE INEN 1529-10 por el método de recuento en palcas por siembra en profundidad y un medio que contenga extracto de levadura, glucosa y sales minerales, para ello se emplea el agar PDA #16, en dicha norma se especifica todos los pasos que se llevan a cabo (NTE INEN 1529-10, 2013, pp.3-4).

### 3.8.3 *Análisis sensorial*

Esta evaluación se realizó mediante la prueba afectiva hedónica escalar, con panelistas no entrenados, con el fin de conocer la aceptabilidad del producto final (yogur con leche de cabra y sus diferentes niveles de mashua) puntos (Jhonson, 2021, p.1), como se observa en el anexo A donde se evaluarán los siguientes atributos:

- Color
- Olor
- Sabor
- Textura

Los panelistas evaluarán los parámetros, mediante una escala hedónica, con un rango que va de 1 a 5 en donde:

- ❖ 1=Me disgusta extremadamente
- ❖ 2= Me disgusta poco
- ❖ 3= No me gusta ni me disgusta
- ❖ 4= Me gusta poco
- ❖ 5=Me gusta extremadamente

### **3.8.4 Análisis económico**

#### **3.8.4.1 Costo de producción**

Para calcular el costo de producción se sumaron el total de todos los costos y gastos generados en la elaboración del yogur con leche de cabra y diferentes niveles de mashua y estos a su vez son divididos para la cantidad total obtenida en cada tratamiento.

#### **3.8.4.2 Beneficio/Costo (B/C)**

El beneficio costo se obtuvo al dividir los ingresos totales con los egresos realizados. Como se visualiza en la siguiente ecuación:

$$\text{Beneficio /Costo} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$



## CAPITULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Análisis fisicoquímicos

En la investigación se evaluó los diferentes niveles de pulpa de mashua (8, 10 y 12%) en el yogurt a base de leche de cabra, los resultados obtenidos hacen referencia al contenido de grasa, proteína, pH, acidez y °Brix como se puede apreciar en la tabla 1-4.

**Tabla 1-4:** Composición fisicoquímica del yogurt con leche de cabra y diferentes niveles de mashua.

VARIABLES	NIVELES DE PULPA DE MASHUA (%)				C.V	E. E	PROB.
	0	8	10	12			
Grasa%	3,38 a	3,25 b	3,18 b	3,05 c	1,68	0,03	<0,0001
Proteína%	3,42c	3,54 c	4,14 b	4,40 a	2,00	0,04	<0,0001
pH	4,33 a	4,25 a	4,27 a	4,32 a	0,99	0,02	0,0624
Acidez (% ácido láctico)	0,83 a	0,86 b c	0,88 b	0,92 a	1,44	0,003	<0,0001
Sólidos solubles (°Brix)	10c	10,25 c	11 b	12 a	1,33	0,07	<0,0001

**Realizado por:** Sisa, Enma, 2022.

**Fuente:** INFOSTAT

C.V.: Coeficiente de variación

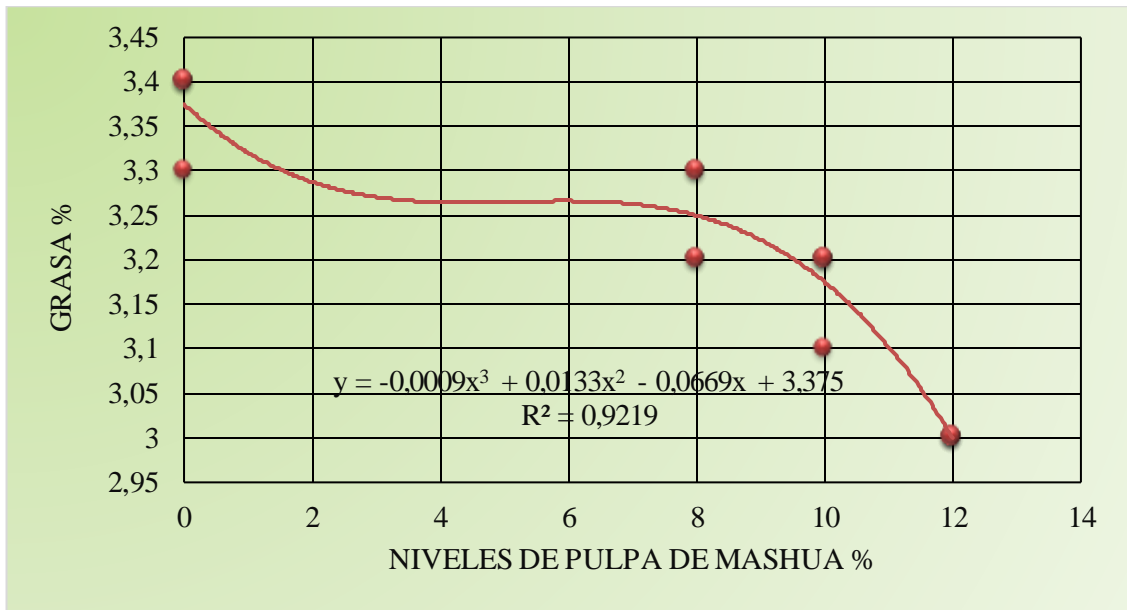
E.E.: Error estándar

PROB. > 0,05: No existen diferencias significativas

PROB. < 0,05: Existen diferencias significativas

PROB. <0,01: Existen diferencias altamente significativas

#### 4.1.1 Grasa%



**Ilustración 1-4:** Contenido de grasa% del yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua

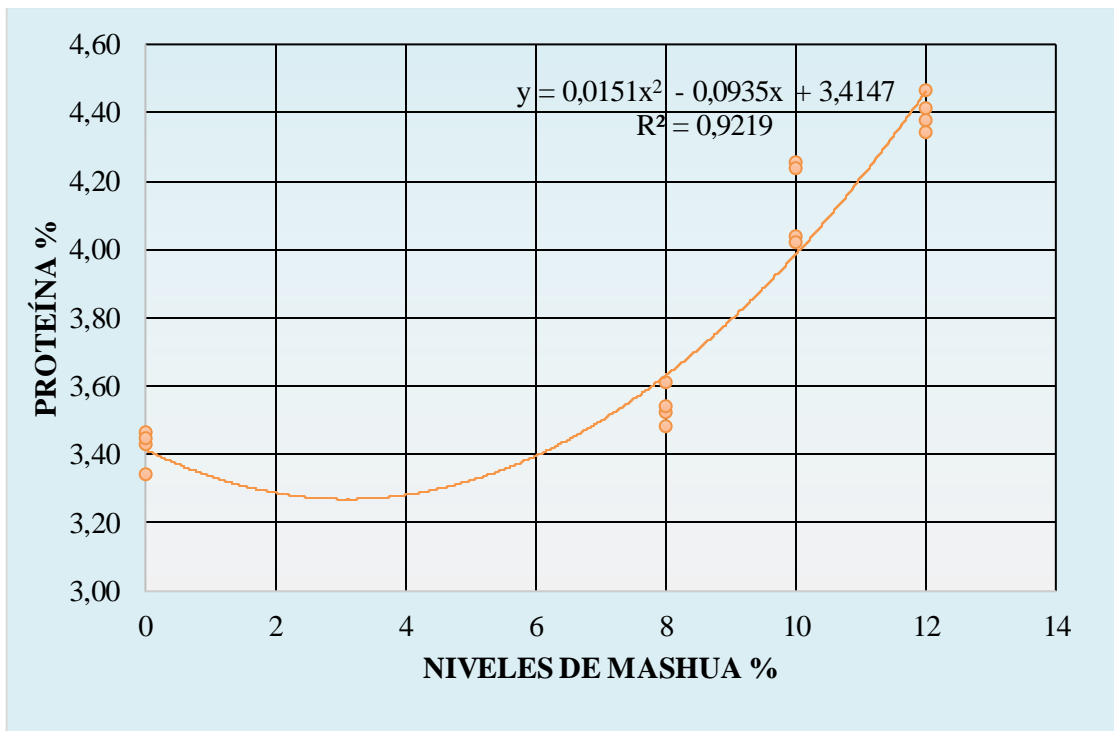
Realizado por: Sisa, Enma, 2022.

El contenido de grasa del yogurt de leche de cabra presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), por efecto de los niveles de pulpa de mashua, al emplear el tratamiento control se obtiene un contenido de grasa del 3,38%, a diferencia que cuando se aplica el 12% de pulpa de mashua se obtuvo un contenido del 3,05% de grasa (Ver tabla 1-4). Al emplear el análisis de la regresión, se estableció una tendencia cúbica, la cual indica que, al incrementar los niveles de pulpa de mashua, el contenido de grasa tiende a disminuir (Ver Ilustración 1-4). Este efecto responde, a que en el yogurt se produce una hidrólisis enzimática de los lípidos, debido a la presencia de enzimas lipasas en el yogurt, mismas que pueden provenir del cultivo microbiano resistentes al tratamiento térmico de la leche, las propias lipasas de la leche se inactivan a las temperaturas de pasteurización, como resultado cualquier disminución en el porcentaje de grasa, aumento en la concentración de ácidos grasos o aumento en la concentración de ácidos grasos volátiles en el yogurt, puede deberse al metabolismo lipídico de microorganismos, según lo manifiesta (Maximo & Serquen, 2020, p.64).

De acuerdo con (Arteaga, 2021, p. 97), indica que el contenido de grasa en la mashua es relativamente bajo (0,6g /100g), por tanto, no genera un incremento significativo en los niveles de grasa del yogurt. Al comparar los resultados con (Pilataxi, 2014, p. 118), quien obtuvo 2,84% de grasa al aplicar el 10% de pulpa de oca, a diferencia de los valores registrados por (Sánchez, 2018, p. 48), quien

obtuvo un 3,10% de grasa al aplicar el 10% de melloco amarillo en el yogurt, estos valores varían de acuerdo a la composición nutricional, tipo y variedad de tubérculo empleado en la elaboración de yogurt, los valores registrados en la investigación se encuentran dentro del rango establecido por la norma (NTEINEN 2395, 2011), donde el contenido mínimo de grasa en el yogurt es de 2,5%.

#### 4.1.2 Proteína %



**Ilustración 2-4:** Contenido del % proteína del yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua

**Realizado por:** Sisa, Enma, 2022.

El % de proteína del yogurt elaborado con leche de cabra, presento diferencias altamente significativas ( $P < 0,0001$ ), por efecto de los niveles de pulpa de mashua, destacándose que al utilizar el 12% de pulpa de mashua, se obtiene el mayor contenido de proteína (4,40%) sin embargo, con el 0, 8 y 10% de pulpa de mashua, existe un menor contenido de proteínas presentando valores de 3,42, 3,54, y 4,14% respectivamente, como se observa en la tabla 1-4. De acuerdo con el análisis de la regresión, se estableció una tendencia cuadrática, misma que al utilizar el 0% de pulpa de mashua se genera una disminución en el contenido de proteína, mientras que al incrementar los niveles de pulpa de mashua a partir del 8% se incrementa, por tanto, se dice que por cada unidad adicional de pulpa de mashua el contenido de proteínas aumenta en un 0,015 unidades respectivamente (Ver ilustración 2-4). Esto se debe a que la mashua presenta un alto contenido de proteína en su composición, según lo manifiesta (Gualoto, 2021, p. 42) que contiene

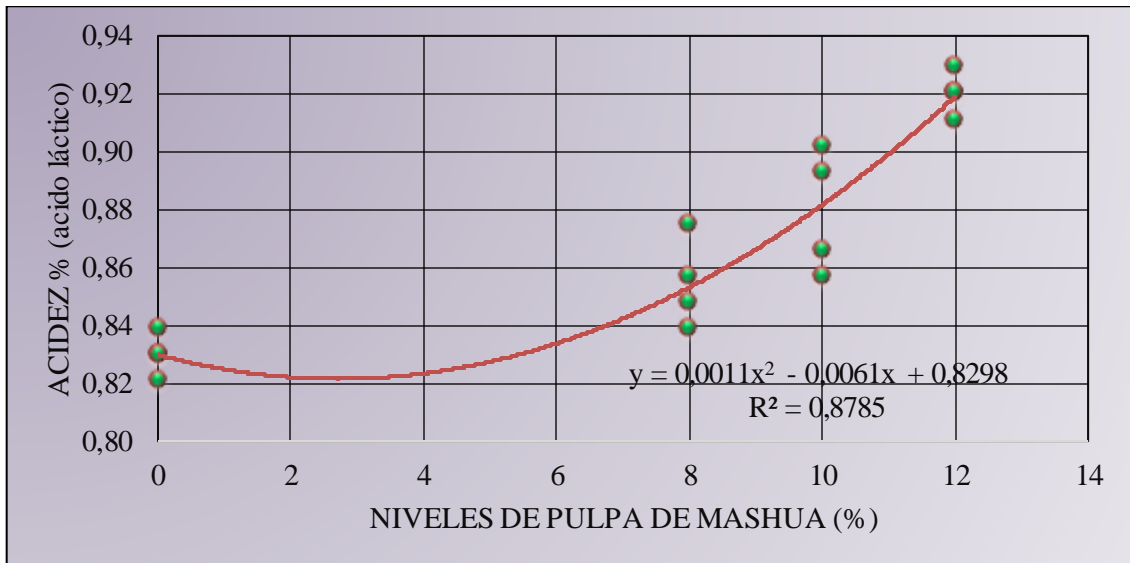
un 9,58% de proteína. De igual manera el incremento de la proteína puede deberse al tipo de leche empleada en la elaboración del producto, según (Montilla, 2020, p. 29) la leche de cabra presenta un elevado contenido de proteína del 3,4% y son de fácil digestibilidad, debido a que la caseína de este tipo de leche es más soluble, por lo que su absorción es mucho más fácil ideal para persona sensibles a las proteínas de la leche de vaca.

Al comparar los resultados con (Catillo & Escudero, 2010, p.88), quien obtuvo el 3,6% de proteína al utilizar el 12% de mermelada de mashua, por otra parte (Salazar, 2020, p. 80), reporto un 3,5% de proteína al emplear la pulpa de yacón, estas diferencias se deben al tipo de tubérculo y la composición nutricional del mismo, a diferencia de (Guzmán, 2018, p. 59) quien obtuvo un 3,03% de proteína al utilizar el 15% de extracto de basul o frijol de monte, resultados que se asemejan a los reportados en nuestra investigación. La calidad de yogurt depende fundamentalmente del tipo de leche, fermento y sustitutivos que se utilicen ya que cada uno tiene diferentes porciones de proteína, grasa, lactosa, agua entre otros. La cantidad de proteínas reportados en la investigación se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma (NTE INEN 2395, 2011), donde indica que el porcentaje mínimo de proteína que debe contener el yogurt es de 2,7%, considerando a nuestro producto alto en proteínas.

#### **4.1.3 pH**

El pH del yogurt de leche de cabra no presentó diferencias estadísticas, por efecto de los niveles de pulpa de mashua, los valores de pH registrados en todos los tratamientos son similares, mismos que van de 4,25- 4,33 según (GYMIN, 2021, p. 1) el pH tiende a disminuir de 6,5-6,7 hasta un 4,0-4,4 en este pH se genera un contenido de ácido láctico ideal en el yogurt, a su vez un pH óptimo contribuye al olor y sabor característico, una desviación en el pH puede reducir la vida útil del producto o hacer que se vuelva amargo o agrio. Los valores reportados en la investigación se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma (NTE INEN 2395, 2011), que indican el valor máximo de pH en el yogurt es de 4,4.

#### 4.1.4 Acidez (% ácido láctico)



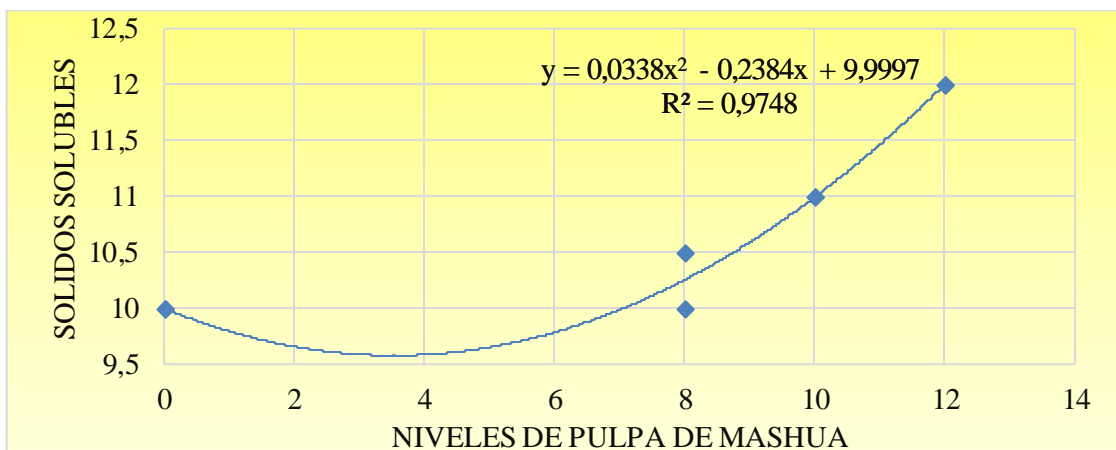
**Ilustración 3-4:** Contenido de Acidez (% ácido láctico) del yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua

**Realizado por:** Sisa, Enma, 2022.

La acidez en el yogurt elaborado con leche de cabra presenta diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), por efecto de los niveles de pulpa de mashua, encontrándose que al emplear el tratamiento control se obtiene una acidez baja del 0,83% (ácido láctico), pero que al emplear el 8, 10 y 12% de pulpa de mashua la acidez tiende a incrementar en 0,86, 0,88, y 0,92% (ácido láctico) respectivamente como se puede apreciar en la tabla 1-4. Al aplicar la regresión se estableció una tendencia cuadrática, donde al emplear el 8% de pulpa de mashua la acidez (% ácido láctico) va incrementando, por consiguiente, se puede mencionar que por cada unidad adicional de pulpa de mashua, el contenido de acidez incrementa en 0,0011 unidades (Ver ilustración 3-4). Este efecto responde a que en la composición nutricional de la mashua se encuentra contenidos des de ácido ascórbico (67mg/100g) y ácido gálico (94,28mg/100g), quien hace que se incremente la acidez el producto (Díaz, 2019, p.10). Al comparar los resultados con (Pana et al., 2012, pp. 282-284) quien obtuvo una acidez de 0,94% al aplicar el 10% de almíbar de mango, stevia y avena, de la misma forma, indica que al utilizar una mezcla de leche de vaca y leche de cabra descremada obtiene una acidez del 0,86% a diferencia de (Acevedo, 2019, pp. 442-448), quien al aplicar el 15% de jaleas semifluidas de piña, obtuvo un 0,99% de acidez, valores que se asemejan a los obtenidos en la investigación que van desde 0,83-0,92% de acidez expresados en equivalentes de ácido láctico, mismos que se encuentran dentro de la norma (NTE INEN 2395, 2011), donde manifiesta que el rango mínimo y máximo es de 0,80-0,95% de ácido láctico. La variación de acidez en el producto depende del tipo de ingrediente que se adicione en la elaboración del

yogur, ya que la composición nutricional es diferente. Durante la fermentación la acidez generada, permite que las proteínas y las grasas sufran una predigestión transformándolas en sustancias más simples (ácidos grasos libres y aminoácidos), dicha predigestión hace que el yogurt sea más digerible que la leche, juntamente con las bacterias benéficas presentes en el producto, el óptimo porcentaje de ácido láctico resulta importante para obtener un yogurt con sabor, cuerpo y textura propia.

#### 4.1.5 Sólidos solubles (°Brix)



**Ilustración 4-4:** Contenido de los sólidos solubles (°Brix) del yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua.

**Realizado por:** Sisa, Enma, 2022.

Los sólidos solubles del yogurt elaborado con leche de cabra presento diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), por efecto de los niveles de pulpa de mashua, encontrándose que al aplicar el tratamiento control con 0% de pulpa de mashua se registra la menor cantidad de sólidos solubles registrándose un valor de 10 °Brix, a diferencia que cuando se aplica el 12% de pulpa de mashua se registra el valor más alto de sólidos solubles obteniendo 12° Brix, como se puede apreciar la tabla 1-4. Aplicando la regresión lineal, se estableció una tendencia cuadrática, donde al emplear el 0 % de pulpa de mashua, no existe un incremento de grados °Brix, pero a partir de la adición del 8% de pulpa de mashua los niveles de sólidos solubles aumentan progresivamente, por tanto, se puede mencionar que por cada unidad adicional de pulpa de mashua se incrementa el contenido de sólidos solubles (°Brix) en 0,033 unidades (Ver ilustración 4-4). Esto se debe principalmente a la cantidad de sólidos solubles presentes en la mashua y los azúcares presentes en la leche (lactosa, galactosa y glucosa), según (León, 2018, p. 68) afirma que la mashua contiene 8,5°Brix y la leche de cabra contiene 9,9-12°Brix según lo reporta (Angulo et al., 2013, pp. 101-106), mismo que tiene incidencia al emplearlo en la elaboración del yogurt. Al comparar los resultados con (Alfaro

& Muñoz, 2013, p. 56), quien obtuvo 20°Brix al emplear 10% de pulpa de carambola, a diferencia de (Pingos et al., 2019, p. 59) quien en su investigación reporto 8,2; 8,8 y 9 °Brix al elaborar yogurt de pera y aguaymanto, los valores registrados en nuestra investigación varían por el hecho de emplear un tubérculo en la elaboración del yogurt y a su vez por el estado de madurez y tiempos de soleado de la mashua, recalcando que el valor que más se asemeja a lo establecido por la norma (NTE INEN 2172, 2014), donde expresa que debe tener un mínimo de sólidos solubles de 12 °Brix, es cuando se aplica el 12% de pulpa de mashua.

## 4.2 Análisis microbiológicos

Se realizó los análisis microbiológicos del yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua, los resultados se pueden observar en la tabla 2-4, donde se evidencian los tratamientos empleados y las unidades formadoras de colonias (UFC) por cada mililitro de muestra empleada, de acuerdo con cada microorganismo.

**Tabla 2-4:** Análisis microbiológico del yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de pulpa de mashua.

Variables	% pulpa de mashua				E. E	PROB.
	0	8	10	12		
Coliformes totales UFC/ml	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	-	-
<i>E. coli</i> (UFC/ml)	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	-	-
Mohos (UFC/ml)	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	-	-
Bacterias ácido lácticas (UFC/ml)	4,30X10 <sup>8</sup> a	4,12X10 <sup>8</sup> a	3,75X10 <sup>8</sup> a	3,72X10 <sup>8</sup> a	2,85X10 <sup>7</sup>	0,4331
Levaduras (UFC/ml)	22 a	23 a	23 a	23 a	0,43	0,0601

**Realizado por:** Sisa, Enma, 2022.

**Fuente:** INFOSTAT

E.E.: Error estándar

PROB. > 0,05: No existen diferencias significativas.

PROB. < 0,05: Existen diferencias significativas.

PROB. < 0,01: Existen diferencias altamente significativas.

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

En los análisis microbiológicos del yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua, dio como resultado la ausencia de microorganismos tanto de coliformes totales, *E. coli* y mohos en todos los tratamientos, esto debido a que el producto fue elaborado con las normas básicas de higiene que garantizan la calidad del producto, resultados que se encuentran dentro de la norma (NTE INEN 2395, 2011) de leche fermentadas, deben dar ausencia a microorganismo patógenos y estar libres de toxinas o sustancias que afecten a la salud humana.

#### **4.2.1 Bacterias ácido lácticas**

El yogur de leche de cabra no presentó diferencias estadísticas, por efecto de los niveles de pulpa de mashua. La cantidad de bacterias ácido lácticas presente en el yogur según la norma (NTE INEN 2395, 2011), es de  $10^6$  UFC/ml, la cantidad de BAL depende de la disponibilidad de nutrientes presentes en la materia prima utilizada, ya que ellas son las responsables de la fermentación de la leche y utilizan como fuente de energía la lactosa y como resultado producen ácido láctico, en la investigación se obtuvo cantidades de BAL que van de  $3,72 \times 10^8$  –  $4,20 \times 10^8$  UFC/ml, mismo que puede ser considerado como un producto probiótico, por el hecho de contener bacterias tales como (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* y *Bifidobacterium*) que tiene la capacidad de influenciar positivamente en la salud del consumidor. A través de la simbiosis, las bacterias estimulan el crecimiento y desarrollo de la otra y los productos de su metabolismo combinado, otorga como resultado la textura cremosa característica y el ligero sabor ácido en el yogurt.

#### **4.2.2 Levadura**

En el análisis microbiológico del yogurt elaborado con leche de cabra, no presento diferencias significativas, por efecto de los niveles de pulpa de mashua, observándose que los valores obtenidos se encuentran dentro de los establecido por la norma (NTE INEN 2395, 2011) (Ver tabla 2-4), lo cual determina que es un producto apto para el consumo humano, según (SAFETY, 2019, p.1), menciona que la cantidad máxima de levaduras presentes en el yogur debe ser de 100 UFC/ml, ya que al ser superiores, pueden generar el deterioro del producto, la aparición de aromas y sabores desagradables, generalmente cuando existe un crecimiento del  $10^6$  y  $10^7$  UFC/ml.



### 4.3 Análisis sensorial

Se realizó el análisis de las propiedades organolépticas del yogur elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum*), mediante una prueba afectiva escala hedónica de 5 puntos, siendo 1 (me disgusta extremadamente) y 5 (me gusta extremadamente), para la evaluación se emplearon 30 panelistas no entrenados y para su valorización se utilizó la prueba de Kruskal Wallis, una prueba no paramétrica, que permite probar si cierto grupo de datos provienen de la misma población, esta prueba se asemeja al ANOVA (Quishpe et al., 2019, p. 28). El fin de la evaluación sensorial es medir las propiedades sensoriales del producto, con el único fin de predecir la aceptabilidad del consumidor, con lo cual, brinda a la industria las oportunidades de aprovechar y aplicar estas mediciones.

**Tabla 3-4:** Análisis organoléptico del yogur elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua.

Variable	NIVELES DE PULPA DE MASHUA (%)				H cal	PROB
	0	8	10	12		
Olor	4,00 a Me gusta	4,00 a Me gusta	3,00 a No me gusta ni me disgusta	4,00 a Me gusta	5,58	0,1049
Color	4,00 a Me gusta	3,50 a Me gusta	3,00 a No me gusta ni me disgusta	4,00 a Me gusta	8,7	0,1228
Sabor	2,00 c Me disgusta	2,00 c Me disgusta	3,00 b No me gusta ni me disgusta	4,00 a Me gusta	44,38	<0,0001
Textura	4,00 a Me gusta	3,00 b No me gusta ni me disgusta	3,00 b No me gusta ni me disgusta	4,00 a Me gusta	20,18	0,0001

**Realizado por:** Sisa, Enma, 2022.

**Fuente:** INFOSTAT

H cal: Valor calculado de la prueba de Kruskal-Wallis

PROB. > 0,05: No existen diferencias significativas.

PROB. < 0,05: Existen diferencias significativas.

PROB. < 0,01: Existen diferencias altamente significativas.

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

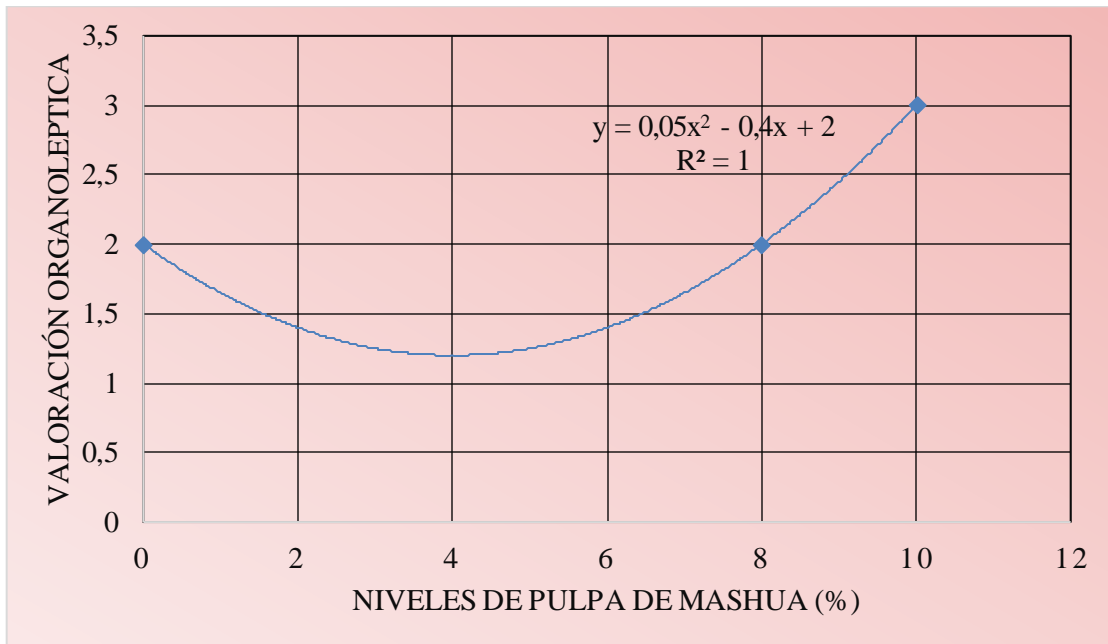
### **4.3.1 Olor**

El olor del yogurt de leche de cabra no presenta diferencias estadísticas, por efecto de los diferentes niveles de pulpa de mashua, encontrándose en un rango de 3-4 y se ubica en las categorías de “no me gusta ni me disgusta y me gusta” (Ver tabla 3-4). Es decir que al aplicar el 0, 8 y 12 % de pulpa de mashua son los de mayor aceptación por parte de los catadores a diferencia que cuando se aplica el 10% de pulpa de mashua no tiene mayor aceptación por parte de los panelistas. El yogurt presenta un olor característico a cabra, debido a la presencia de ácidos grasos caprónico, cáprico y caprílico.

### **4.3.2 Color**

El color del yogur elaborado con leche de cabra no presenta diferencias estadísticas, por efecto de los diferentes niveles de pulpa de mashua, encontrándose que al aplicar el 0,8 y 12% de pulpa de mashua se obtiene la mayor valoración numérica de 4 y se ubica en la escala de “me gusta” el tratamiento restante se encuentra en la categoría de “no me gusta ni me disgusta”. La coloración crema o amarilla del yogur se debe a que la mashua presenta en su composición carotenoides que le atribuyen el color amarillo (Aleman, 2019, p. 29).

### 4.3.3 Sabor

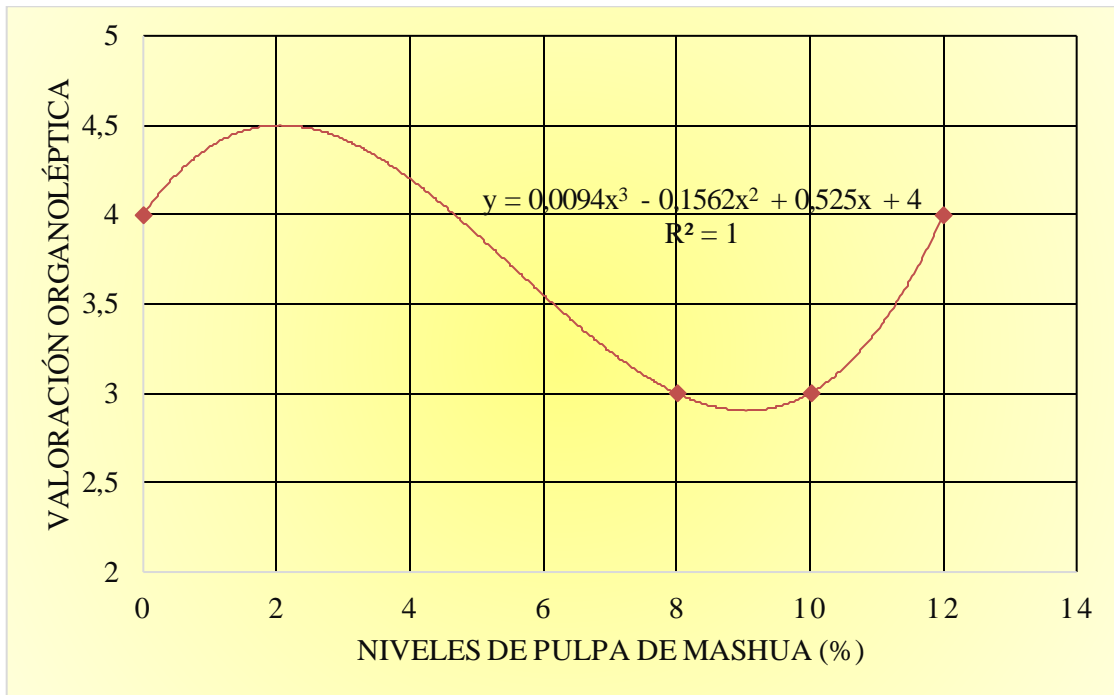


**Ilustración 5-4:** Comportamiento del sabor en el yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua

**Realizado por:** Sisa, Enma, 2022.

El sabor del yogurt elaborado con leche de cabra presenta diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ), por efecto de los diferentes niveles de pulpa de mashua, registrándose un mejor sabor al utilizar el 12% de pulpa de mashua, obteniendo una valoración de 4, mismo que se ubica en una escala de “me gusta” a diferencia de emplear el 0, 8, 10 % de pulpa de mashua, que obtuvieron valores de 2 a 3, ubicándose en una escala de “no me gusta y no me gusta ni me disgusta”. De acuerdo con el análisis de la regresión, se establece una tendencia cuadrática, donde al aplicar el 0% de pulpa de mashua la aceptación disminuye, pero a partir del 8% de pulpa de mashua la aceptabilidad con lo que respecta, es decir que por cada unidad adicional de pulpa de mashua la aceptabilidad al sabor incrementa en 0, 05 unidades (ver ilustración 5-4). Esto debido, a que el producto andino pulpa de mashua es más concentrado, según (Vinuesa & Guevara, 2010, p. 92), manifiesta que al emplear el 12% de pulpa de mashua obtuvo la mejor calificación, a su vez, indica que al incorporar niveles superiores como el 14 y 16% de mashua obtiene la menor aceptabilidad por parte de los panelistas, esto se debe principalmente a que la mashua posee un sabor agrio, mismo que se puede reducir por proceso de cocción o tiempos de soleado.

#### 4.3.4 Textura



**Ilustración 6-4:** Comportamiento de la textura en el yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de mashua.

**Realizado por:** Sisa, Enma, 2022.

La textura del yogurt presenta diferencias altamente significativas, por efecto de los niveles de pulpa de mashua, encontrándose que al emplear el 12% de pulpa de mashua, se obtienen una mejor textura, alcanzando una valoración de 4, la cual se ubica en una escala de “me gusta” a diferencia de que cuando se utiliza el 0, 8 y 10% de pulpa de mashua se obtiene una menor valoración, ubicándose dentro de la categoría de “me gusta y no me gusta ni me disgusta”. Al aplicar el análisis de la regresión se establece una tendencia cubica, mientras se incrementa los niveles de pulpa de mashua la textura disminuye, hasta el empleo del 12% de pulpa de mashua, es decir que por cada unidad adicional de pulpa de mashua la textura incrementa en 0,0094 unidades. Este efecto se debe a que la mashua tiene de por sí, una textura arenosa que al incluir en el yogurt la textura de este, genera un cambio que mediante el batido homogéneo se obtiene un producto con mejor textura. De acuerdo con el estudio realizado por (Vinuesa & Guevara, 2010, p. 93), pone en consideración que al emplear el 12% de pulpa de mashua este presenta una textura propia de un yogurt a diferencia que cuando se aplica el 14 y 16% de pulpa de mashua la textura que presenta el yogurt es menos aceptable por los panelistas.

## **4.4 Análisis económico**

### **4.4.1 Costo de producción**

Los costos de producción se calcularon por cada litro de yogurt de mashua, determinándose que, el valor incrementa, conforme aumentan los niveles de pulpa de mashua, es así como, al utilizar el 12% de pulpa de mashua se genera un mayor costo de producción por litro de yogurt (\$4,97), mientras que al utilizar el 0% de pulpa de mashua se genera un menor costo de producción por litro de yogur (\$4,70), como se puede observar en la tabla 4-4.

### **4.4.2 Beneficio/costo**

Se determinó que mientras se incrementa los niveles de pulpa de mashua, el costo de producción incrementa y el beneficio disminuye, así que, al utilizar el 12% de mashua se obtuvo un beneficio/costo de \$1,28, mientras que al utilizar el 0% de pulpa de mashua se obtuvo un mayor beneficio/costo de \$1,35, sin embargo, al utilizar el 12% de pulpa de mashua el yogurt presenta un mayor aporte nutricional.

**Tabla 4-4:** Costos de producción del yogurt elaborado con leche de cabra y diferentes niveles de pulpa de mashua .

DESCRIPCIÓN	Cantidad	Horas	Unidad	Precio unitario	Precio total	Niveles de leche cabra			
						0%	8%	10%	12%
leche de cabra	8		Lt	2,50	20,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mashua	600		G	0,0022	1,32	0,00	0,35	0,44	0,53
Fermento	0,4		G	2,24	0,896	0,22	0,22	0,22	0,22
Envase de plástico	16			0,10	1,6	0,40	0,40	0,40	0,40
Mano de obra	1	8		15,00	15,00	3,8	3,8	3,8	3,8
Gas y Energía eléctrica					0,14	0,04	0,04	0,04	0,04
<b>TOTAL EGRESOS</b>					<b>38,96</b>	<b>9,41</b>	<b>9,76</b>	<b>9,85</b>	<b>9,94</b>
<b>Cantidad de Producto (L)</b>						1	1	1	1
<b>Costo de producción dólares/Litro</b>						4,70	4,88	4,92	4,97
<b>Precio por cada Litro</b>						6,35	6,35	6,35	6,35
<b>TOTAL INGRESOS</b>						6,35	6,35	6,35	6,35
<b>BENEFICIO/COSTO</b>						<b>1,35</b>	<b>1,30</b>	<b>1,29</b>	<b>1,28</b>

Realizado por: Sisa, Enma2022.

## CONCLUSIONES

- Al utilizar el 12% de pulpa de mashua, en la elaboración de yogurt con leche de cabra, el contenido de proteína se eleva en un 4,4, %, lo mismo sucede con la acidez y solidos solubles (0,92% ácido láctico y 0,9°Brix), mientras que el contenido grasa y pH disminuyen.
- En los análisis microbiológicos de los yogures se determinó la ausencia de microorganismos patógenos, tanto de coliformes totales, *E. coli* y mohos debido al contenido de ácido orgánicos, como el láctico presentes en el yogurt y el efecto antimicrobiano de la mashua, registrándose presencia de bacterias ácido lácticas y levaduras, mismas que se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 2395-2011. En el análisis sensorial el yogurt con el 12% de pulpa de mashua presento la mayor aceptación en sabor y textura con una valoración de “me gusta”.
- Los costos de producción del yogurt en el mejor tratamiento con el 12% de pulpa de mashua fue de \$4,97 por cada litro, por el contrario, presento una rentabilidad de \$1,28, teniendo esta la menor rentabilidad frente a los demás tratamientos, sin embargo, cabe destacar que este producto es mejor en cuanto al aporte nutricional.

## **RECOMENDACIONES**

- Es importante determinar desde un inicio la calidad de materias primas a ser utilizar en la elaboración del producto al igual que mantener la BPM para obtener un producto inocuo.
- Emplear la mashua madura en el proceso de elaboración de yogurt, debido a que la mashua en estado fresco presenta un sabor agrio no muy agradable, que podría influenciar negativamente en la aceptabilidad del producto.
- Utilizar otra variedad de tubérculo andino en la elaboración de yogur con leche de cabra u otro producto fermentado.
- Investigar sobre el efecto y poder antimicrobiano de la mashua en determinados productos.



## BIBLIOGRAFÍA

**ACARO LÓPEZ, Jennifer Brigitte.** Efecto del uso de harina de zanahoria blanca (*Arracacia Xanthorrhiza*) y mashua (*Tropaeolum Tuberosum*) en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales para la producción de yogur [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Carrera De Alimentos. Ambato-Ecuador. 2023. p. 47. [Consulta: 2023-03-09]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37893/1/CAL%20024.pdf>

**ACEVEDO PONS, Iría;** et al. “Development and sensory evaluation of the characteristics of a goats milk yogurt with pineapple jelly semifluid”. *Revista UDO Agrícola* [En línea], 2019, (Venezuela) 9(2), pp. 442-448. [Consulta: 14 octubre 2022]. Disponible en: [file:///C:/Users/Lizeth/Downloads/Dialnet-ElaboracionYEvaluacionDeLasCaracteristicasSensoria-3308607%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Lizeth/Downloads/Dialnet-ElaboracionYEvaluacionDeLasCaracteristicasSensoria-3308607%20(1).pdf)

**ADRIANZÉN SAAVEDRA, Ana Belén del Rosario.** Bebidas lácteas fermentadas con características probióticas empleando leche de cabra” (*Capra aegagrus hircus*) [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional De Frontera, Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias y Biotecnología. Sullana-Perú. 2021. p.25. [Consulta: 2022-05-23]. Disponible en: <http://repositorio.unf.edu.pe/bitstream/handle/UNF/124/10.%20SAAVEDRA%20ADRIANZEN%20ANA%20BELEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**ALEMÁN REYES, Julissa Cristina.** Determinación de carotenoides totales en cuatro variedades de mashua (*Tropaeolum tuberosum*), deshidratada [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas. Quito-Ecuador. 2019. p. 29. [Consulta: 2022-10-16]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/19948/1/T-UCE-0008-CQU-189.pdf>

**ALFARO MENDOZA, Aida; & MUÑOZ NEIRA, Marisol Judith.** Evaluación de la pulpa concentrada de carambola (*averrhoa carambola l.*) a tres concentraciones de azúcar y dos temperaturas para la elaboración del yogurt frutado [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional del Centro Del Perú, Facultad de Ciencias Agrarias. Satipo – Perú. 2013. p. 56. [Consulta: 2022-10-15]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1875/Alfado%20Mendoza%20-%20Mu%c3%b1oz%20Neira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**ALMEIDA CHÉRREZ, Pablo Roberto.** Estudio de la mashua y propuesta de cocina de autor [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Internacional del Ecuador, Escuela de gastronomía. Quito-Ecuador. 2014. pp. 17-18. [Consulta: 2022-03-24]. Disponible en: [file:///C:/Users/PC/Downloads/T-UIDE-0252%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/T-UIDE-0252%20(2).pdf)

**ANGULO, Roberto, et al.;** “Effect of concentration of solids in the boiling temperature of the cow and goat milk”. *Agroindustrial Science* [En Línea], 2022, (Perú) 3(2), pp. 101-106. [Consulta: 16 octubre 2022]. ISSN 2226-2989. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6583449>

**ARTEAGA CANO, Diego; et al.** Mashua (*tropaeolum tuberosum*): “Nutritional composition, chemical characteristics, bioactive compounds and beneficial properties for health”. *Agroindustrial Science* [En Línea], 2022, (España) 12(1), pp. 95-101. [Consulta: 10 octubre 2022]. CC BY-NC-4.0. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/4371/4817>

**BAILÓN NEIRA, Rodolfo César.** Fermentaciones Industriales [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Del Callao, Facultad De Ingeniería Pesquera Y De Alimentos. Callao- Perú. 2012. p. 16. [Consulta: 2022-05-24]. Disponible en: [https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes\\_Finales\\_Investigacion/IF\\_MAYO\\_2012/IF\\_BAILON%20NEYRA\\_FIPA.pdf](https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_MAYO_2012/IF_BAILON%20NEYRA_FIPA.pdf)

**BAILÓN NEIRA, Rodolfo César.** Fermentaciones Industriales [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Del Callao, Facultad De Ingeniería Pesquera Y De Alimentos. Callao- Perú. 2012. p. 181. [Consulta: 2022-05-24]. Disponible en: [https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes\\_Finales\\_Investigacion/IF\\_MAYO\\_2012/IF\\_BAILON%20NEYRA\\_FIPA.pdf](https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_MAYO_2012/IF_BAILON%20NEYRA_FIPA.pdf)

**BETANCOURT ORTIZ, S.;** et al. “Efecto del zapallo y la zanahoria en las características nutricionales del yogurt natural”. *La Ciencia al Servicio de la Salud y la Nutrición* [En línea], 2020, (Ecuador) 11(1), pp. 5-13. [Consulta: 14 octubre 2022]. CSSN Ago. 2020. Disponible en: <https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/Tutoriales/Norma%20ISO%20690.pdf>

**BIDOT, A.** “Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica”. *SciELO* [en línea], 2017 (Colombia), 29(2), p. 4. [Consulta: 30 marzo 2022]. ISSN: 2224-7920. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v29n2/rpa05217.pdf>

**BONETE, M., et al.** “Estudio de cuatro tubérculos y raíces tuberosas no tradicionales de la sierra centro de Ecuador y su potencial de uso en platos de autor”. *Qualitas* [en línea], 2016 (Ecuador), 12, (2), pp. 37-67. [Consulta: 18 marzo 2022]. ISSN 1390-6569. Disponible en: [https://www.unibe.edu.ec/wp-content/uploads/2017/08/03\\_12\\_BONETEetal\\_RTAs-1.pdf](https://www.unibe.edu.ec/wp-content/uploads/2017/08/03_12_BONETEetal_RTAs-1.pdf)

**BORONAT GIL, R., & LÓPEZ PÉREZ, P.** “El estudio de la fermentación en el laboratorio de educación secundaria”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2011 (España), 8 (1), pp. 1-5. [Consulta: 24 mayo 2022]. ISSN 1697-011X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/920/92017185010.pdf>

**CASTILLO VINUESA, Verónica de Jesús & ESCUDERO GUEVARA Andrea Carolina.** Obtención de yogurt enriquecido con mashua (*tropaeolum tuberosum*) y chocho (*lupinus mutabilis*) como aporte a la recuperación y revalorización de los cultivos andinos en la comunidad Santa Isabel [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ingeniería, Agroindustria. Riobamba- Ecuador. 2010. p. 88. [Consulta: 2022-04-2]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/370/1/UNACH-EC-IAGRO-2010-0003.pdf>

**CASTILLO VINUEZA, Verónica de Jesús; & ESCUDERO GUEVARA, Andrea Carolina.** Obtención de yogurt enriquecido con mashua (*tropaeolum tuberosum*) y chocho (*lupinus mutabilis*) como aporte a la recuperación y revalorización de los cultivos andinos en la comunidad Santa Isabel. Riobamba- Ecuador. 2010. p. 88. [Consulta: 2022-10-12]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/370/1/UNACH-EC-IAGRO-2010-0003.pdf>

**CERDA, V., et al.** "Bajo condiciones de incertidumbre: estrategia para el desarrollo socioeconómico en la agroindustria ecuatoriana". *SciELO* [en línea], 2019 (Cuba), 11, (5), pp. 131-139. [Consulta: 15 marzo 2022]. ISSN 2218-3620. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v11n5/2218-3620-rus-11-05-131.pdf>

**DELIMAS, B.** *Mashua. Beneficios y propiedades: Un tesoro andino [Blog.]* [Consulta: 27 marzo 2022]. Disponible en: <https://vive-sano.org/beneficios-alimentos/mashua-tuberculo-beneficios-propiedades-salud/#:~:text=La%20mashua%20es%20un%20tub%20C3%A9rculo%20andino%20rico%20en%20prote%C3%ADnas%2C%20carbohidratos,est%C3%A1n%20en%20proceso%20de%20estudio.>

**DIAZ MALDONADO, Ani Geraldin.** Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales de la mashua morada *Tropaeolum tuberosum* [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ciencias Médicas, Escuela Académico Profesional de Nutrición. Trujillo – Perú. 2019. p. 10. [Consulta: 2022-10-13]. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40392/Diaz\\_MAG.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40392/Diaz_MAG.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**EL TELÉGRAFO.** “Propiedades de la mashua”. *Patrimonio alimentario* [En línea], 2013 (Ecuador), 1 (2), p. 4 [Consulta: 26 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/PAlimentario-N2.pdf>

**FOOD SAFETY.** Control de microorganismos causantes del deterioro de los alimentos [Blog]. [Consulta: 15 noviembre 2022]. Disponible en: <https://higieneambiental.com/higiene-alimentaria/control-de-microorganismos-causantes-del-deterioro-de-los-alimentos>

GONZÁLES, V. “Caracterización nutricional y funcional de la harina de mashua”. *Ciencia digital* [en línea], 2020 (Ecuador), 3 (3), pp. 199-214. [Consulta: 18 marzo 2022]. ISSN: 2600-5859. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1299>

**GARCÍA ZARATE, Leonora.** Efecto de la Incorporación de Linaza (*Linum Usitatissimum L*) en la aceptabilidad sensorial de un yogurt elaborado con zanahoria [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Cajamarca – Perú. 2022. p. 63. [Consulta: 2022-10-12]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5333/LEONORA%20GARCIA%20ZARATE.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

**GUALOTO LATA, Jaqueline Adriana.** Evaluación Nutricional de la Oca, Mashua, Quinoa y Avena para su uso en la elaboración de Muesli [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad De Ciencias Pecuarias, Carrera Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba-Ecuador. 2021. p. 42. [Consulta: 2022-10-12]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15542/1/27T00495.pdf>

**GUZMÁN POMA, Yori Yoon.** Evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del yogurt batido enriquecido con extracto de basul (*erythrina edulis*) [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional José María Arguedas, Facultad De Ingeniería, Escuela Profesional Ingeniería Agroindustrial. Apurímac – Perú. 2018. p. 59. [Consulta: 2022-10-13]. Disponible en: [https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/425/Yori\\_Yoon\\_Tesis\\_Bachiller\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/425/Yori_Yoon_Tesis_Bachiller_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**GYMIM.** Importancia del pH en la elaboración del yogurt [Blog]. [Consulta: 13 octubre 2022]. Disponible en: <https://gimim.com/blog/2021/05/14/importancia-del-ph-en-la-elaboracion-del-yogurt/#:~:text=El%20pH%20en%20el%20yogurt,2002%2C%20E2%80%9CProductos%20y%20servicios.>

**HUAMÁN VALDIVIA, Andrés.** “Elaboración de yogurt batido con pulpa de (*oxalis tuberosa*)” [en línea]. 2018. [Consulta: 20 mayo 2022]. Disponible en: <https://edoc.pub/yogurt-batido-con-pulpa-de-oca-corrdocx-pdf-free.html>

**HUAMANI MITMA, Rosa Edith.** Caracterización bromatológica, microbiológica y sensorial del néctar de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) edulcorado con stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Huancavelica. Ciencias Agrarias, Agroindustria. Acobamba-Huancavelica. 2015. p.47 [Consulta: 2022-03-27]. Disponible en: <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/99/TP%20-%20UNH%20AGROIND%20%200016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**JHONSON, Maren.** *The 9-point Hedonic Scale* [en línea]. 2021. [Consulta: 01 septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.sensorysociety.org/knowledge/sspwiki/Pages/The%209-point%20Hedonic%20Scale.aspx>

**JUMBO, N., et al.** “Evaluación de la calidad de leche de cabra en la parroquia Limones, cantón Zapotillo, provincia de Loja” *Colegio de médicos veterinarios del Estado Lara* [en línea], 2017 (Venezuela), 4 (2), p.13. [Consulta: 30 marzo 2022]. ISSN: 2244 – 7733. Disponible en: <https://revistacmvl.jimdofree.com/suscripci%C3%B3n/volumen-16/calidad-leche-de-cabra/>

**LEÓN ROMANÍ, Ciria Zenaida.** Determinación de compuestos bioactivos en la mashua (*tropaeolum tuberosum*) [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional del Callao,

Facultad de Ingeniería Química. Callao. 2018. p. 68. [Consulta: 2022-10-15]. Disponible en: [http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/4050/Leon%20Romani\\_IF\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/4050/Leon%20Romani_IF_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**LÓPEZ CHICAIZA, Luis Rodrigo.** Variabilidad fisicoquímica de la leche de cabra (*capra hircus*) por parámetros productivos y alimento consumido [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Politécnica Salesiana, Recursos Naturales, Biotecnología. Quito-Ecuador. 2017. pp. 2-3. [Consulta: 2022-03-16]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14472/1/UPS-QT12130.pdf>

**MAXIMO ROMAN, Koraima Mayumi; & SERQUEN TRAVERSSO Katherine Del Socorro.** Elaboración y evaluación del yogurt de tuna (*opuntia ficus indica*) con sustitución parcial de leche de cabra (*capra hircus*) [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias. Lambayeque – Perú. 2020. p. 64. [Consulta: 2022-10-23]. Disponible en: [https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8635/Maximo\\_Roman\\_Koraima\\_Mayumi\\_y\\_Serquen\\_Traversso\\_Katherine\\_Del\\_Socorro.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8635/Maximo_Roman_Koraima_Mayumi_y_Serquen_Traversso_Katherine_Del_Socorro.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**MINANGO MORALES, Tatiana Belén.** Efecto del uso de harina de camote morado (*Ipomoea batatas* L.) y oca blanca (*Oxalis tuberosa*) en la producción de yogur entero [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Ambato-Ecuador. 2023. p. 48. [Consulta: 2023-03-15]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/37906/1/CAL%20034.pdf>

**MONTILLA ROSARIO, Yojay Saray.** Diluciones de leche de cabra como alternativa nutricional para lactantes de 0 a 12 meses de edad [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad de los Andes, Facultad de Medicina, Escuela de Nutrición Y Dietética. Merida-Venezuela. 2020. p. 29. [Consulta: 2022-10-12]. Disponible en: <http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/bitstream/handle/654321/6270/montillajojay.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**NTE INEN 12,1993.** *Leche. Determinación del contenido de grasa.*

**NTE INEN 1529-10, 2013.** *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. recuentos en placa por siembra en profundidad.*

**NTE INEN 1529-7, 1990.** *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias.*

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

**NTE INEN 16, 2015.** *Leche y productos lácteos. Determinación de contenido de nitrógeno. método Kjeldahl*

**NTE INEN 2395, 2011.** *Leches Fermentadas. Requisitos.*

**NTE INEN 2624, 2016.** *Leche cruda de cabra. Requisitos.*

**NTE INEN 380, 1985.** *Determinación de solidos solubles. Método refracto métrico.*

**NTE INEN-ISO 1842, 2013.** *Determinación de pH.*

**ORTEGA BRIONES, Jasson Eduardo.** Evaluación de la calidad el yogur con diferente concentración de pulpa de zapallo (*cucurbita maxima*) [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil-Ecuador. 2023. p. 70. [Consulta: 2023-02-21]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ORTEGA%20BRIONES%20JASSON%20EDUARDO.pdf>

**PARRA HUERTAS, Ricardo; et al.”** Adición de Stevia y avena en la elaboración de yogurt con mezcla de leche semidescremada de cabra y bovino”. *Vitae* [En línea], 2012, (Colombia) 19(1), pp. 282-284. [Consulta: 13 octubre 2022]. ISSN 0121-4004. Disponible en: <https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/Tutoriales/Norma%20ISO%20690.pdf>

**PARRA, R.** “Yogurt en la salud humana”. *Lasallista de Investigación* [en línea], 2017 (Colombia), 9 (2), pp. 162-177. [Consulta: 19 marzo 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v9n2/v9n2a17.pdf>

**PILATAXI CAÑAREJO, Achic.** Utilización de La Oca (*Oxalis Tuberosa*) para la elaboración de yogurt [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública Escuela de Gastronomía. Riobamba-Ecuador. 2014. p. 118. [Consulta: 2022-10-11]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/11360/1/84T00512.pdf>

**PINGO ELÍAS, Alexandro., et al.** Elaboración y caracterización de yogurt a base de pera (*pyrus communis*) y aguaymanto (*physalis peruviana* l.) edulcorado con stevia (*stevia rebaudiana bertonii*) [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Piura, Facultad De Ingeniería Industrial. Piura-Perú. 2019. p. 59. [Consulta: 2022-10-16]. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/2020/IND-PIN-MAZ-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**QUISPE, A; ET AL.** *Estadística no paramétrica aplicada a la investigación científica con software SPSS, MINITAB Y EXCEL* [en línea]. Colombia: Editorial EIDEC, 2019. [Consulta: 16 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.editorialeidec.com/wp-content/uploads/2020/01/Estad%C3%ADstica-no-param%C3%A9trica-aplicada.pdf>

**RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, David Santiago.** Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de bebidas fermentadas (yogurt) [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia en Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Ambato – Ecuador. 2021. p. 33. [Consulta: 2022-03-29]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33641/1/AL%20800.pdf>

**ROMERO DE LA HOZ, Diana Marcela.** Caracterización fisicoquímica, funcional, reológica y composicional de la harina precocida de cubio (*Tropaeolum tuberosum R&P*) cultivado en diferentes fuentes de fertilización [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de la Salle. Ingeniería de los alimentos. Bogotá-Colombia. 2017. p. 15. [Consulta: 2022-03-29]. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1073&context=ing\\_alimentos](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1073&context=ing_alimentos)

**SALAZAR CONDE, Jessica Carola.** Caracterización del tubérculo de yacón (*Smallanthus sonchifolia*) para la elaboración de yogur batido [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad De Industrias Alimentarias. 2020. p. 80. [Consulta: 2022-10-12]. Disponible en: <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/202/FIA-124.pdf?sequence=1&isAllowed=y>




**SAMANIEGO PANTOJA, Luis** Alberto. Caracterización de la mashua (*tropaeolum tuberosum* c.) en el Ecuador [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Tecnológica Equinoccial, Ciencias de la Ingeniería, Industrialización de alimentos. Quito- Ecuador. 2010. pp. 8. [Consulta: 22 marzo 2022]. Disponible en: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4870/1/41732\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4870/1/41732_1.pdf)

**SÁNCHEZ JIMÉNEZ, Jordy Javier**. Evaluación de la viabilidad de las bacterias ácido-lácticas usadas para la elaboración de yogurt frente a fluido gástrico simulado [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador, Facultad De Ciencias Químicas, Carrera de Química de Alimentos. Quito-Ecuador. 2020. p. 30. [Consulta: 2022-05-23]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21958/1/T-UCE-0008-CQU-242.pdf>

**SÁNCHEZ MORENO, Angela Esthela**. Efecto de la adición de harina de melloco (*Ullucus Tuberosus*) variedad amarilla (INIAP-Quillu) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato-Ecuador. 2018. p. 48. [Consulta: 2022-10-11]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28254/1/08%20T.AL.pdf>

**SHARIFI-RAD, Java; et al.** Probiotics: Versatile Bioactive Components in Promoting Human Healt [en línea]. 2020. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lizeth/Downloads/medicina-56-00433.pdf>

**VILLACRES, E., QUELAL, M., & ÁLVAREZ, J.** Redescubriendo a la oca y la mashua [en línea]. ISBN: 978-3-8417-6707-3. Santa Catalina-Ecuador: Editorial Academia Española, 2016. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3152/1/iniapscCD24.pdf>

  
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS  
Y RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE  
Y LA INVESTIGACIÓN  
Ing. Jhonatan Parraño Quillas MBA  
ANALISTA DE BIBLIOTECA 1

# ANEXO A: FICHA TÉCNICA DEL CULTIVO LÁCTICO ABY-3 PROBIO



## FD-DVS ABY-3 Probio-Tec®

Información de Producto  
Versión: 3 PI-EU-ES 24-11-2011

**Descripción** Cultivo termófilo ácido láctico. Contiene las cepas probióticas documentadas BB-12 \* y LA-5\*. Las cepas tienen una larga historia de uso seguro. .

**Taxonomía** Streptococcus thermophilus  
Lactobacillus acidophilus  
Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus  
Bifidobacterium

**Envase** **No Material:** 666092 **Tamaño** 25X200 U **Tipo** Sobre (s) en caja

**Propiedades Físicas** **Color:** Blanco a ligeramente rojizo o marrón  
**Aspecto Físico:** Granulado

**Aplicación** **Uso**  
El cultivo producirá yogur y productos lácteos fermentados con mucho cuerpo, aroma muy suave y muy baja post-acidificación. Adecuado para yogures firmes, batidos y líquidos.

### Dosis de inoculación recomendada

Cantidad de leche a inocular	250 l/ 70 gal	1,000 l/ 300 gal	2,500 l/ 700 gal
Cantidad de cultivo DVS	50 U	200 U	500 U

### Directivas para su uso

Sacar el cultivo del congelador justo antes de su utilización. **No descongelar.** Limpiar la parte superior del sobre con cloro. Abrir el sobre y añadir los gránulos liofilizados directamente al producto pasteurizado mientras se agita suavemente. Agitar la mezcla durante 10-15 minutos para distribuir el cultivo homogéneamente. La temperatura recomendada de incubación depende de la aplicación en la que se va a utilizar el cultivo. Para más información sobre aplicaciones específicas, por favor, consulte nuestros catálogos técnicos y recetas recomendadas.

**Gama** Los cultivos incluidos en esta serie son ABY-1(liofilizado), ABY-4 (congelado) y ABY-2, ABY-3 y ABY-10 (congelado y liofilizado).

## ANEXO B: FICHA DE PRUEBA AFECTIVA DE ESCALA HEDÓNICA

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

### Instrucciones

Frente a usted se presentan cuatro muestras de yogurt de mashua, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada uno de los atributos que presentan las muestra, de acuerdo con el puntaje/ categoría, escribiendo la puntuación correspondiente en la line de código de la muestra.

PUNTAJE	CATEGORÍA
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta poco
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta poco
5	Me gusta extremadamente

Código	Calificación para cada atributo			
	Olor	Color	Sabor	Textura

**ANEXO C: ESTADÍSTICO DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA**

**A. Resultados experimentales**

Niveles de pulpa de mashua %	Repeticiones				Suma	Media	
	I	II	III	IV			
0	3,4	3,3	3,4	3,4	13,5	3,38	
8	3,3	3,2	3,2	3,3	13	3,25	
10	3,2	3,1	3,2	3,2	12,7	3,18	
12	3	3	3	3	12	3	
Promedio							3,20
Coeficiente de variación (C.V)							1,68

**B. Análisis de varianza (ADEVA)**

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de pulpa de mashua	0,22	3	0,07	25,43	< 0,0001
Error	0,04	12	0,0029		
total	0,26	15			

$P \leq 0,01$ : Presenta diferencias altamente significativas

**C. Prueba de separación de medias (TUKEY = 0,05)**

Niveles de pulpa de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	3,38	4	0,03	A
8	3,25	4	0,03	B
10	3,18	4	0,03	B
12	3,05	4	0,03	C

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

**ANEXO D: ESTADÍSTICO, PROTEÍNA DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA**

**A. Resultados experimentales**

Niveles de pulpa de mashua %	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
0	3,34	3,43	3,47	3,45	13,68	3,42
8	3,52	3,48	3,61	3,54	14,15	3,54
10	4,04	4,02	4,25	4,23	16,54	4,14
12	4,41	4,38	4,34	4,47	17,60	4,40
Promedio						3,87
Coeficiente de variación (C.V)						2

**B. Análisis de varianza (ADEVA)**

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de pulpa de mashua	2,65	3	0,88	146,58	< 0,0001
Error	0,07	12	0,1		
total	2,72	15			

P ≤ 0,01: Presenta diferencias altamente significativas

**C. Prueba de separación de medias (TUKEY = 0,05)**

Niveles de pulpa de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
12	4,4	4	0,04	A
10	4,14	4	0,04	B
8	3,54	4	0,04	C
0	3,42	4	0,04	C

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

**ANEXO E: ESTADÍSTICO, PH DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA**

A. Resultados experimentales

Niveles de pulpa de mashua %	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
0	4,41	4,34	4,29	4,27	17,31	4,33
8	4,21	4,29	4,27	4,23	17,00	4,25
10	4,27	4,28	4,27	4,26	17,08	4,27
12	4,36	4,26	4,34	4,32	17,28	4,32
Promedio						4,29
Coeficiente de variación (C.V)						0,99

B. Análisis de varianza (ADEVA)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de pulpa de mashua	0,02	3	0,01	3,2	0,0624
Error	0,02	12	0,0018		
total	0,04	15			

$P \leq 0,01$ : Presenta diferencias altamente significativas

C. Prueba de separación de medias (TUKEY = 0,05)

Niveles de pulpa de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	4,33	4	0,02	A
12	4,32	4	0,02	A
10	4,27	4	0,02	A
8	4,25	4	0,02	A

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

**ANEXO F: ESTADÍSTICO DE ACIDEZ DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA**

Resultados experimentales

Niveles de pulpa de mashua %	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
0	0,82	0,84	0,83	0,83	3,32	0,83
8	0,85	0,84	0,86	0,87	3,42	0,85
10	0,86	0,87	0,89	0,90	3,52	0,88
12	0,92	0,91	0,92	0,93	3,68	0,92
Promedio						0,87
Coeficiente de variación (C.V)						1,44

A. Análisis de varianza (ADEVA)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de pulpa de mashua	0,02	3	0,01	37,2	<0,0001
Error	0,0019	12	0,00019		
total	0,02	15			

$P \leq 0,01$ : Presenta diferencias altamente significativas

B. Prueba de separación de medias (TUKEY = 0,05)

Niveles de pulpa de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
12	0,92	4	0,01	A
10	0,88	4	0,01	B
8	0,86	4	0,01	BC
0	0,83	4	0,01	C

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

**ANEXO G: ESTADÍSTICO, SOLIDOS SOLUBLES DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA**

**A. Resultados experimentales**

Niveles de pulpa de mashua %	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
0	10	10,00	10,00	10,00	40,00	10,00
8	10,00	10,50	10,00	10,50	41,00	10,25
10	11,00	11,00	11,00	11,00	44,00	11,00
12	12,00	12,00	12,00	12,00	48,00	12,00
Promedio						10,81
Coeficiente de variación (C.V)						1,33

**B. Análisis de varianza (ADEVA)**

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de pulpa de mashua	9,69	3	3,23	155,0	< 0,0001
Error	0,25	12	0,2		
total	9,94	15			

P ≤ 0,01: Presenta diferencias altamente significativas

**C. Prueba de separación de medias (TUKEY = 0,05)**

Niveles de pulpa de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
12	12	4	0,07	A
10	11	4	0,07	B
8	10,25	4	0,07	C
0	10	4	0,07	C

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



## ANEXO H: ESTADÍSTICO, BACTERIAS ACIDO LÁCTICAS DEL YOGURT

### A. Resultados exponenciales

Niveles de pulpa de mashua %	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
0	450000000	430000000	510000000	330000000	1720000000,0	430000000,00
8	410000000	500000000	390000000	350000000	1650000000,0	412500000,00
10	340000000	380000000	350000000	420000000	1490000000,0	372500000,00
12	370000000	440000000	330000000	360000000	1500000000,0	375000000,00
Promedio						397500000,0
Coeficiente de variación (C.V)						14,39

### B. Análisis de varianza (ADEVA)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Niveles de pulpa de mashua	9,65X10 <sup>16</sup>	3	3,21X10 <sup>15</sup>	0,98	0,4331
Error	3,92X10 <sup>17</sup>	12	3,27X10 <sup>15</sup>		
total	4,89X10 <sup>17</sup>	15			

P ≤ 0,01: Presenta diferencias altamente significativas

### C. Prueba de separación de medias (TUKEY = 0,05)

Niveles de pulpa de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
0	4,30X10 <sup>9</sup>	4	2,85X10 <sup>8</sup>	A
8	4,12X10 <sup>9</sup>	4	2,89X10 <sup>8</sup>	A
10	3,75X10 <sup>9</sup>	4	2,89X10 <sup>8</sup>	A
12	3,72X10 <sup>9</sup>	4	2,89X10 <sup>8</sup>	A

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

## ANEXO I: ESTADÍSTICO, LEVADURAS PRESENTES EN EL YOGURT

### A. Resultados experimentales

Niveles de pulpa de mashua %	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
0	21	20	22	22	85,00	21,25
8	23	22	23	24	92,00	23,00
10	23	22	23	24	92,00	23,00
12	23	22	24	23	92,00	23,00
Promedio						22,56
Coeficiente de variación (C.V)						3,78

### B. Análisis de varianza (ADEVA)

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Niveles de pulpa de mashua	9,19	3	3,06	4,20	0,0601
Error	8,75	12	0,73	4,2	
total	17,94	15			

$P \leq 0,01$ : Presenta diferencias altamente significativas

### C. Prueba de separación de medias (TUKEY = 0,05)

Niveles de pulpa de mashua (%)	Medias	n	E.E	Rango
12	23	4	0,43	A
10	23	4	0,43	A
8	23	4	0,43	A
0	23	4	0,43	A

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

## ANEXO J: RESULTADOS DE LA VALORACIÓN SENSORIAL DEL YOGURT

---

<b>TRATAMIENTO %</b>	<b>OLOR</b>	<b>COLOR</b>	<b>SABOR</b>	<b>TEXTURA</b>
0	3	4	2	4
0	4	5	4	5
0	5	4	4	5
0	4	4	4	4
0	5	5	3	3
0	4	3	3	4
0	5	5	2	5
0	4	5	5	5
0	3	4	2	3
0	5	5	4	3
0	5	5	4	5
0	3	3	2	2
0	4	4	3	5
0	4	4	3	4
0	4	4	2	4
0	3	3	3	2
0	2	5	2	3
0	4	3	2	3
0	3	2	1	1
0	3	4	2	4
0	1	4	3	4
0	5	2	1	5
0	4	4	3	5
0	3	3	1	3
0	4	4	3	4
0	2	4	2	4
0	1	1	1	3
0	2	3	1	4
0	3	4	1	4
0	3	4	1	4
8	4	4	1	2
8	5	4	4	4
8	3	3	2	3
8	4	4	3	4
8	4	4	3	4
8	4	2	2	3
8	5	4	4	4
8	4	4	5	4
8	3	4	2	3
8	5	3	4	4
8	5	5	3	4
8	3	3	2	3

8	4	3	3	2
8	4	4	3	4
8	3	2	2	2
8	3	3	4	2
8	3	5	2	3
8	4	3	2	3
8	3	2	1	1
8	4	4	2	4
8	2	2	1	2
8	5	4	2	2
8	4	2	2	2
8	3	2	1	2
8	5	4	3	5
8	3	2	1	2
8	3	2	1	2
8	2	4	1	2
8	4	3	2	5
8	3	4	1	2
10	2	3	3	3
10	4	3	3	3
10	3	4	3	3
10	3	4	4	5
10	2	4	3	4
10	3	2	1	1
10	5	4	3	5
10	3	4	2	3
10	3	4	2	4
10	5	2	2	5
10	5	5	3	4
10	3	3	2	3
10	4	3	2	2
10	4	4	3	3
10	3	3	3	3
10	3	2	2	2
10	3	5	3	3
10	3	3	3	3
10	3	4	2	3
10	4	4	2	2
10	2	2	2	2
10	5	2	1	2
10	4	2	2	2
10	3	2	3	3
10	4	4	4	4
10	3	2	3	3
10	2	3	1	3
10	3	2	1	1
10	3	2	1	2

10	5	4	1	2
12	3	3	4	2
12	3	2	5	5
12	3	4	5	5
12	5	5	5	5
12	3	5	5	3
12	4	4	5	4
12	5	4	5	3
12	5	3	5	5
12	4	4	4	4
12	5	4	5	5
12	5	5	5	5
12	3	3	4	4
12	5	5	4	4
12	5	5	5	5
12	4	4	4	4
12	4	3	5	3
12	4	5	5	4
12	4	3	5	5
12	3	4	4	4
12	4	4	4	5
12	4	3	4	3
12	5	5	2	3
12	4	3	4	5
12	3	3	3	3
12	5	5	5	4
12	3	3	3	3
12	2	1	3	1
12	4	3	3	5
12	4	4	4	3
12	4	4	4	5

---

## ANEXO K: ANÁLISIS DEL ESTADÍSTICO DEL OLOR DEL YOGURT

A. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en el atributo sensorial “olor” del yogurt

Variable	Tratamiento		Medias	D.E	Medianas	H. cal	p
	%	n					
Olor	0	30	3,50	1,14	4	5,58	0,1049
Olor	8	30	3,70	0,88	4		
Olor	10	30	3,40	0,93	3		
Olor	12	30	3,97	0,85	4		

## ANEXO L: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL COLOR DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA

A. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en el atributo sensorial “color” del yogurt

Variable	Tratamiento		Medias	D.E	Medianas	H. cal	p
	%	n					
Color	0	30	3,80	1,00	4,00	8,7	0,0228
Color	8	30	3,30	0,95	3,50		
Color	10	30	3,17	0,99	3,00		
Color	12	30	3,77	1,01	4,00		

## ANEXO M: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL SABOR DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA

B. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en el atributo sensorial “sabor” del yogurt

Variable	Tratamiento		Medias	D.E	Medianas	Hcal	p
	%	n					
Sabor	0	30	2,47	1,14	2	5,58	<0,0001
Sabor	8	30	2,30	1,12	2		
Sabor	10	30	2,50	1,16	3		
Sabor	12	30	4,27	0,83	4		

## ANEXO N: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TEXTURA DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA

A. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en el atributo sensorial “sabor” del yogurt

Variable	Tratamiento		Medias	D.E	Medianas	H. cal	p
	%	n					
Textura	0	30	3,8	1,03	4	20,18	0,0001
Textura	8	30	2,97	1,07	3		
Textura	10	30	2,93	1,05	3		
Textura	12	30	3,97	1,07	4		

## ANEXO O: ELABORACIÓN DEL YOGURT CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE PULPA DE MASHUA



Recepción de materias primas (leche de cabra y mashua)



Limpieza y desinfección de equipos y utensilios



Lavado, pesado, cocción y pelado de la mashua



Licudo y tamizado de la pulpa de mashua



Tamizado, pasteurización y enfriamiento





Inoculación e incubación del fermento, enfriamiento, batido envasado.



Enfriamiento del yogurt con leche de cabra y diferentes niveles de mashua.

**ANEXO P: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA.**



Determinación de pH y % acidez (ácido láctico)



Determinación de sólidos solubles (°Brix) y grasa por Gerber



Determinación de proteína Kjeldahl

**ANEXO Q: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DEL YOGURT ELABORADO CON LECHE DE CABRA Y DIFERENTES NIVELES DE MASHUA.**



Análisis microbiológico de Coliformes totales, *E.coli*, BAL, Mohos y levaduras



esPOCH

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 29 / 05 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Enma Liseth Sisa Socag
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias Pecuarias
<b>Carrera:</b> Agroindustria
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Agroindustrial
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

DIRECCION DE BIBLIOTECA  
Y RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE  
Y LA INVESTIGACION  
Ing. Jhonatan Parreño Uguitas MBA  
ANALISTA DE BIBLIOTECA 1

0835-DBRA-UTP-2023