

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**EFEECTO DEL LACTO SUERO EN LAS CARACTERÍSTICAS  
ORGANOLÉPTICAS Y FÍSICOQUÍMICAS DEL YOGURT  
LÍQUIDO**

**TESIS**

**Para obtener el título profesional de:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR : Bach. Deisy Yoselini Leyva Arnao  
ASESOR (A) : Dra. Elena Victoria Torres Mamani**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**EFFECTO DEL LACTO SUERO EN LAS CARACTERÍSTICAS  
ORGANOLÉPTICAS Y FÍSICOQUÍMICAS DEL YOGURT  
LÍQUIDO**

**TESIS**

**Para obtener el título profesional de:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR : Bach. Deisy Yoselini Leyva Arnao  
ASESOR (A) : Dra. Elena Victoria Torres Mamani**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2018**

## DEDICATORIA

A **Dios**, por haberme dado la vida, la salud y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis amados padres **Segundo A. Leyva Coronel** y **Deonila Arnao Bazán**, a mis hermanos **Wilson, Javier, Darwin J. y Yaqueline Leyva Arnao**, y a todos mis familiares, quienes me brindaron fuerza de voluntad y motivación constante, para así lograr mis objetivos, creyeron en mí en todo momento, por su amor, paciencia y apoyo incondicional, para culminar mis estudios, siendo ellos los principales promotores de este “sueño realizado”.

## AGRADECIMIENTO

A **Dios** todo poderoso por darnos la vida, la fuerza, salud y guiarnos por un buen camino en todo momento, al ser supremo creador de toda la maravilla existente en esta vida.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi asesor de tesis la Dra. Elena Victoria Torres Mamani, por su apoyo incondicional y colaboración en el desarrollo del presente trabajo de investigación

A la UNTRM-A, Alma Mater de la juventud universitaria de la Región Amazonas, la cual me acogió; y a sus docentes en especial a los docentes de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias que nos formaron académicamente lo que me ha permitido desarrollarme para llegar a ser profesional; al personal que labora en el Laboratorio de Tecnología Agroindustrial y la Planta Piloto Agroindustrial que me facilitaron los equipos para el desarrollo de la parte experimental de mi trabajo de tesis.

A mis compañeros y amigos(as), agradezco de corazón porque cada uno de ellos representa una vivencia diferente, en especial a LLoisy Calampa Guivin, LLener U. Tafur Zagaceta y John E. Julón Ojeda por su apoyo incondicional.

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI**

RECTOR

**Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN**

VICERRECTOR ACADÉMICO

**Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN**

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

**Ing. MSc. EFRAÍN MANUELITO CASTRO ALAYO**

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

### **VISTO BUENO DEL ASESOR (A)**

El docente de la UNTRM que suscribe hace constar que ha asesorado el proyecto y la realización de la tesis titulada **“EFECTO DEL LACTO SUERO EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y FISICOQUÍMICAS DEL YOGURT LÍQUIDO”** presentado por Deisy Yoselini Leyva Arnao, egresado de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNTRM-Amazonas.

Se da el visto bueno al informe final de la tesis mencionada y comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones dadas por el jurado evaluador, para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 23 de Febrero del 2018

---

Dra. ELENA VICTORIA TORRES MAMANI

Profesor asociado de la UNTRM

DNI: 00488243

## **JURADO EVALUADOR**

---

Ing. Mg. ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA  
PRESIDENTE

---

Ing. Mg. LIZETTE DANIANA MÉNDEZ FASABI  
SECRETARIA

---

Ing. MSc ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERÍ  
VOCAL

## **DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO**

Yo, Deisy Yoselini Leyva Arnao identificado con DNI 46951973 estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:  
Efecto del lacto suero en las características organolépticas y fisicoquímicas del yogurt líquido.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificadas, ni duplicados, ni copiados

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda la responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piraterías, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 23 de Febrero del 2018





ANEXO 2-N

**ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS**

En la ciudad de Chachapoyas, el día 23 de Febrero del año 2018, siendo las 11:00 am horas, el aspirante: Daisy Yoselini Leyva Armas defiende públicamente la tesis titulada: Efecto de Lacto Suero en las características organolépticas y fisicoquímicas del yogurt líquido.

para optar el Título Profesional Ingeniero Agroindustrial, otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por: Presidente: Ing. Mg. Erick Aldo Auguimivin Silva

Secretario: Ing. Mg. Lizette Daniana Méndez Fasabi

Vocal: Ing. Msc. Armstrong Bernard Fernández Jari



Procedió el (los) aspirante (s) a hacer la exposición de los antecedentes, contenido de la tesis y conclusiones obtenidas de la misma, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la tesis presentada, los miembros del jurado pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones u objeciones consideran oportunas, las cuales fueron contestadas por el los aspirante (s).

Tras la intervención de los miembros del jurado y las oportunas contestaciones del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los miembros del jurado presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.


Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado determinará la calificación global concedida a la tesis, en términos de:

Notable o sobresaliente (  )      Aprobado (    )      No apto (    )

Otorgada la calificación el presidente del Jurado comunica, en sesión pública, la calificación concedida. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 1:00 pm horas del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación de la tesis.

  
SECRETARIO

  
PRESIDENTE

  
VOCAL

OBSERVACIONES: .....

# ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>AUTORIDADES UNIVERSITARIAS</b> .....	v
<b>VISTO BUENO DEL ASESOR (A)</b> .....	vi
<b>JURADO EVALUADOR</b> .....	vii
<b>DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO</b> .....	viii
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiii
<b>ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS</b> .....	xiv
<b>RESUMEN</b> .....	xv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	17
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	18
2.1. Objetivo general.....	18
2.2. Objetivos específicos .....	18
<b>III. MARCO TEÓRICO</b> .....	19
3.1. La leche y los productos lácteos .....	19
3.2. Antecedentes de la investigación.....	20
3.3. Bases teóricas.....	22
3.4. Yogurt.....	23
3.5. Clasificación del yogurt según su textura.....	24
3.6. Requisitos fisicoquímicos para el yogurt.....	24
3.7. Principales defectos del yogurt .....	24
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	26

4.1. Lugar de ejecución.....	26
4.2. Materia prima.....	26
4.3. Insumos.....	26
4.4. Materiales .....	26
4.5. Equipos .....	27
4.6. Reactivos.....	27
4.7. Metodología.....	27
<b>V. RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
5.1. Análisis de la materia prima. ....	36
5.2. Análisis del producto en proceso.....	36
5.3. Análisis fisicoquímico del producto seleccionado. ....	43
<b>VI. DISCUSIÓN.....</b>	<b>45</b>
<b>VII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>VIII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1:</b> Composición media del lacto suero .....	23
<b>Tabla 2:</b> Requisitos según tipo de yogurt .....	24
<b>Tabla 3:</b> Caracterización de las materias primas para la elaboración de yogurt líquido con concentraciones de lacto suero .....	36
<b>Tabla 4:</b> Características fisicoquímicas del producto en proceso.....	36
<b>Tabla 5:</b> Análisis de varianza para el promedio del Color del yogurt líquido.....	40
<b>Tabla 6:</b> Análisis de varianza para el promedio del Sabor del yogurt líquido .....	40
<b>Tabla 7:</b> Análisis de varianza para el promedio del aroma del yogurt líquido.....	41
<b>Tabla 8:</b> Análisis de varianza para el promedio de la consistencia del yogurt líquido. ....	42
<b>Tabla 9:</b> Valores estadísticos promedios de la evaluación organoléptica de los atributos: sabor, color, aroma y consistencia en relación al porcentaje de lacto suero en el yogurt.....	42
<b>Tabla 10:</b> Características fisicoquímicas del producto seleccionado sensorialmente .....	43
<b>Tabla 11:</b> Promedio de valores del atributo color obtenidos durante la evaluación de los 4 tratamientos y los 30 panelistas del yogurt líquido .....	54
<b>Tabla 12:</b> Promedio de valores del atributo sabor obtenidos durante la evaluación de los 4 tratamientos y los 30 panelistas del yogurt líquido .....	55
<b>Tabla 13:</b> Promedio de valores del atributo aroma obtenidos durante la evaluación de los 4 tratamientos y los 30 panelistas del yogurt líquido .....	56
<b>Tabla 14:</b> Promedio de valores del atributo consistencia obtenidos durante la evaluación de los 4 tratamientos y los 30 panelistas del yogurt líquido.....	57
<b>Tabla 15:</b> Prueba de Duncan para el color del yogurt líquido.....	58
<b>Tabla 16:</b> Prueba de Duncan para el sabor del yogurt líquido .....	58
<b>Tabla 17:</b> Prueba de Duncan para el aroma del yogurt líquido .....	59
<b>Tabla 18:</b> Prueba de Duncan para el consistencia del yogurt líquido .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1:</b> Flujo de operaciones y controles para la elaboración de queso fresco y obtención lacto suero. ....	29
<b>Figura 2:</b> Flujograma experimental para obtener yogurt líquido, tres diferentes concentraciones de suero .....	32
<b>Figura 3:</b> Acidez titulable de los tratamientos y repeticiones del yogurt líquido elaborado con concentraciones de lacto suero.....	37
<b>Figura 4:</b> Sinéresis de los tratamientos y repeticiones del yogurt líquido elaborado con concentraciones de lacto suero.....	38
<b>Figura 5:</b> pH de los tratamientos y repeticiones del yogurt líquido elaborado con concentraciones de lacto suero.....	38
<b>Figura 6:</b> viscosidad de los tratamientos y repeticiones del yogurt líquido elaborado con concentraciones de lacto suero.....	39
<b>Figura 7:</b> Flujo definitivo de la elaboración del yogurt líquido con concentraciones del suero .....	44

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
<b>Fotografía 1:</b> Obtención de lacto suero .....	66
<b>Fotografía 2:</b> Pasteurización: lacto suero más leche .....	66
<b>Fotografía 3:</b> Análisis fisicoquímico de las muestras .....	66
<b>Fotografía 4:</b> Análisis sensorial.....	67

## RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó las características fisicoquímicas y organolépticas del yogurt líquido elaborado con diferentes concentraciones de lacto suero obtenido de la elaboración de queso fresco, en la ciudad de Chachapoyas, para lo cual se utilizan tres formulaciones con diferentes porcentajes de lacto suero: T<sub>1</sub> 10 %, T<sub>2</sub> 15 % y T<sub>3</sub> 20 % y un tratamiento control de T<sub>4</sub> 0 % de lacto suero. Para ello se evaluó las características organolépticas: color, sabor, aroma y consistencia; características fisicoquímicas: pH, acidez titulable, sinéresis y viscosidad, los cuales son evaluados en el laboratorio de tecnología de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias (FICA). En primera instancia se realiza la caracterización fisicoquímica de la materia prima donde se obtuvo los siguientes resultados: leche fresca: acidez titulable 0.261 %, pH 6.64, densidad 1.03 y °Brix 9 y lacto suero acidez titulable 0.17 %, pH 6.37, densidad 1.02 y ° Brix 7. Para realizar las evaluaciones organolépticas se utilizó un Diseño en Bloque Completamente al Azar (DBCA) con 30 panelistas semientrenados; empleando una escala hedónica con 7 puntos. Los datos analizados indican que el mejor tratamiento es el T<sub>1</sub> 10 % de concentración de lacto suero el cual tuvo las siguientes características fisicoquímicas: acidez titulable 0.92 %, sinéresis 10.6 v/v, pH 4.3, viscosidad 1 510cp.

Palabras clave: Lacto suero, concentración, yogurt líquido.

## ABSTRACT

In the present study we evaluated the physicochemical and organoleptic characteristics of the fluid yogurt made with different concentrations of whey obtained from the processing of fresh cheese, in Chachapoyas city, for which there are three formulations with different percentages of whey: T1 10 %, T2 15 % and T2 20 % and a control treatment of T4 0 % of whey. To do this, we evaluate the organoleptic characteristics: color, flavor, aroma and consistency; and physicochemical characteristics: pH, acidity, syneresis, and viscosity. They were tested in the laboratory of the Faculty of Engineering and Agricultural Sciences (FICA). In the first instance, was the physicochemical characterization of the raw material where you obtained the following results: fresh milk: Acidity 0.26 %, pH 6.64, density 1.03 and °Brix 9 and whey acidity 0.17 %, pH 6.37, Density 1.02 and ° Brix 7. To carry out the organoleptic assessments used a block design (DCBA) with 30 semi-trained panelists; using a hedonic scale with 7 points. The data analyzed indicate that the best treatment is the T1.10 % concentration of whey which had the following characteristics: acidity 0.92 %, syneresis 10.6 v/v, pH. 4.3 And viscosity 1 510cp.

Key words: Whey, concentration, fluid yogurt.



## I. INTRODUCCIÓN

La región Amazonas, se caracteriza por tener a la ganadería, como actividad pecuaria más importante, siendo Chachapoyas, Rodríguez de Mendoza, Utcubamba, y Bongará las provincias con mayor población de ganado vacuno (INEI, 2012) Entre las cuencas lecheras destacan Leymebamba, Pomacochas, Molinopampa; las cuales por la gran cantidad de leche que producen diariamente y el bajo precio, muchos de los productores optan por la producción de queso y cuajada. (Dirección General de Información Agraria, 2008) En muchas de las empresas productoras de queso y cuajada se observa la gran pérdida de un importante subproducto (lacto suero), se sabe que por cada kilogramo de queso se produce 9 kilogramos de suero, el cual es destinado para alimento de animales domésticos especialmente ganado porcino o eliminado a las fuentes de agua causando contaminación ambiental, desperdicio de un nutriente proteico potencialmente útil en la alimentación humana.

El aprovechamiento del suero de quesería, subproducto más importante de la industria láctea ha sido y sigue siendo objeto de numerosas investigaciones, debido a que existe la posibilidad de aprovechar su contenido en elementos de alto valor nutritivo (proteínas hidrosolubles, lactosa, vitaminas y sales minerales) en la síntesis de productos químicos, farmacéuticos, así como para la industria alimentaria. Para la industria alimentaria, el lacto suero constituye una fuente económica de proteínas que otorga múltiples propiedades en una amplia gama de alimentos. Los productos del suero, incluyendo la lactosa, mejoran la textura, realzan el sabor y color, emulsifican y estabilizan, mejoran las propiedades de flujo y muestran muchas otras propiedades funcionales que aumentan la calidad de los productos alimenticios. (Parra, 2009) Por otro lado, Guevara y Mariscal (2011) realizaron una investigación titulada elaboración de yogurt a partir de suero de leche; concluyendo que la elaboración de yogurt a partir de suero de leche demuestra ser una óptima alternativa industrial para el aprovechamiento y comercialización del suero de leche.

Con el presente trabajo de investigación se busca proporcionar una alternativa para el uso del lacto suero como materia prima en la elaboración de yogurt líquido.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto del lacto suero en las características organolépticas y fisicoquímicas del yogurt líquido.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Obtener lacto suero a partir de la elaboración de queso fresco.
- Elaborar yogurt líquido a diferentes concentraciones de lacto suero.
- Analizar las características organolépticas y fisicoquímicas del yogurt líquido a diferentes concentraciones de lacto suero.
- Determinar las características fisicoquímicas del yogurt líquido con mayor aceptabilidad por parte de los panelistas.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. La leche y los productos lácteos

La ganadería bovina en nuestro país se caracteriza por el manejo de hatos pequeños y de manera individual con elevados costos de producción debido a la fragmentación de la propiedad: el 58% de los productores conducen menos de 5 has, el 30% maneja de 5 has a 49.9 has y el 12% más de 50 has. La crianza de ganado bovino permite la venta de carne, leche, derivados lácteos cueros y pieles. En el año 2015, la producción de leche fue 1.9 millones de toneladas de los cuales se estima que el 4% es de autoconsumo. En este mismo año las tres regiones de mayor producción de leche fresca de vaca en el Perú fueron Cajamarca, Lima y Arequipa. Amazonas se encontró en el séptimo lugar con una producción anual de 79 000 toneladas, mientras que las regiones de menor proporción se encuentran La Libertad, Cusco, Puno. (Dirección General de Políticas Agrarias, 2017)

Generalmente la leche es acopiada por los centros de transformación queseros. Los procesadores de la leche cuentan con organizaciones, pero las mismas no son formales, la mayor parte no cuentan con razón social y Registro Único del Contribuyente (RUC). Además, en la mayoría de casos, no se cuenta con un manual de procedimientos, ni una estandarización del proceso y existe escasa implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP), entre otros. No se realiza el tratamiento de subproductos como el suero y las aguas servidas del procesamiento. Dirección General de Políticas Agrarias (2017)

Según Ministerio de Agricultura y Riego del Perú (MINAGRI, 2014) la crianza de ganado vacuno, destinados a la producción de leche, se da principalmente en las cuencas de Bagua Grande, Nueva Esperanza (Cumba), Cajaruro, Molinopampa, Leymebamba y Pomacochas. Los productores se identifican por una agricultura familiar consolidada, ya que esta actividad les permite no solo cubrir sus necesidades familiares debido al autoconsumo, sino también porque generan un excedente comercializable. En la provincia de Chachapoyas, el distrito de Molinopampa se caracteriza por la producción, acopio de leche, obtención de cuajada y derivados, en Leymebamba se encuentran

asociaciones en inactividad, la presencia de acopiadores de leche y la elaboración en su mayoría de queso mantecoso.

### 3.2. Antecedentes de la investigación

Gauche (2008), realizó una investigación titulada *Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase*, donde utilizó suero de leche y la enzima transglutaminasa con tratamientos de 20% y 30% de lacto suero y un tratamiento control de 100% de leche a los cuales le añadió la enzima transglutaminasa, la que contribuye a prevenir la sinéresis. Concluyendo que el tratamiento de 20% de lacto suero presentó características similares al tratamiento control de 100% de leche, sin alteración en la sinéresis y con parámetros de textura similares.

Guiop (2008), realizó una investigación titulada *efecto de la concentración de una mezcla de harina de soya y lacto suero para obtener una bebida fermentada tipo yogurt de sabor aceptable*, donde utilizó tres concentraciones de lacto suero (91%, 94% y 97%) y tres concentraciones de una mezcla de harina de soya (9%, 6% y 3%) para obtener una bebida fermentada tipo yogurt, señala que las mejores condiciones operacionales que tuvo la bebida fermentada aceptada fueron de 97% de lacto suero y 3% de harina de soya. Bajo estos parámetros los atributos sensoriales de la bebida fermentada tipo yogurt dieron resultados dentro de un promedio de 4 a 6 que indica que se encuentra dentro del nivel de aceptación de “me gusta más o menos” y “me agrada mucho respectivamente”

Marulanda (2012), realizó una investigación titulada *elaboración y evaluación de una bebida tipo yogurt a base de lacto suero dulce fermentada con *Streptococcus Salivarius ssp. Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp. Casei**, donde utilizó tres concentraciones diferentes de lacto suero de 13%, 17% y 21%, para elaborar una bebida fermentada tipo yogurt a base de lacto suero que buscaba la aceptación del consumidor. Las muestras se sometieron a un sondeo sensorial en el cual se encontró que no existe una preferencia generalizada hacia ninguna de las concentraciones en los diferentes aspectos evaluados tales como aroma, dulzor, acidez, textura y semejanza con yogurt comercial. Aunque los comentarios realizados por los panelistas siempre mostraron preferencias hacia la concentración 2 (17% de sólidos solubles totales).

También Bautista (2009), en su investigación elaboración de yogurt a base de lacto suero, utilizó cinco formulaciones, en las cinco formulaciones se utilizó: 1 litro de suero dulce, 30 gr de leche en polvo, 40 gr de Azúcar, 3% de cultivo iniciador y 2 gr de almidón, diferenciándose en: formulación 1 se le agrego 40 gramos de mermelada. Formulación 2 no le agrego mermelada. Formulación 3 se le agrego 0.2 gr de emulsificante. Formulación 4 se le agrego 0.2 gr de emulsificante y 40 gr de mermelada. Formulación 5 se le agrego 0.2 gr. de emulsificante, ácido cítrico y 40 gr de mermelada. Al producto final de cada formulación se le sometió a una evaluación sensorial donde la formulación con mayor aceptación fue la formulación 5 (1 litro de suero dulce, 30 gr de leche en polvo, 40 gr de Azúcar, 3% de cultivo iniciador y 2 gr de almidón, 0.2 gr de emulsificante, ácido cítrico y 40 gr de mermelada) obtuvo un valor “bueno” en las características evaluadas que fueron sabor, acidez, aroma y consistencia.

Londoño (2008), elaboró una bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*, la bebida fue saborizada con pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*). Al finalizar el proceso la bebida fue sometida a una prueba de aceptabilidad, evaluando la bebida con 80 jueces. La bebida desarrollada, tuvo una aceptación de “me gusta”, y presentó una vida de anaquel de hasta 21 días.

Machacuay (2014), en su investigación, determinación de las características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales de una bebida fermentada probiótica a partir de lacto suero, utilizó cuatro tratamientos de formulación de lactosuero (95%, 90%, 85% y 100%); leche (5%, 10%, 15% y 0%). A estas mezclas le sometió a una evaluación sensorial con 15 panelistas semi-entrenados, con la finalidad de observar si existe variación en las características organolépticas de olor, sabor, y textura. El resultado demostró que el tratamiento tres (85% lacto suero y 15% leche); es el más aceptable por los panelistas y teniendo el mayor puntaje el mismo que obtuvo las siguientes características: Análisis fisicoquímico: pH (4.57), acidez (0.648%), sólidos solubles (16°Brix) y densidad (1.047 g/ml). Análisis químico proximal con los siguientes resultados: Grasa (1.09%), Proteína (4.07%), Ceniza (0.54%), Humedad (87,70%), Carbohidratos (6.60%) y no contiene Fibra cruda (0,00%). Los resultados del análisis

microbiológico al tratamiento analizado, en mohos (menor de 100), aerobios mesofilos viables ( $2.5 \times 10$ ) y coliformes totales (menor de 10).

### 3.3. Bases teóricas

**3.3.1. Leche:** Es el producto íntegro y fresco de la ordeña de una o varias vacas, sanas, bien alimentadas y en reposo, exenta de calostro y que cumpla con las características físicas y microbiológicas establecidas.

La leche es la base de numerosos productos lácteos, como la mantequilla, el queso, el yogur, entre otros. Es muy frecuente el empleo de los derivados de la leche en las industrias agroalimentarias, químicas y farmacéuticas en productos como la leche condensada, leche en polvo, caseína o lactosa. La leche de vaca se utiliza también en la alimentación animal. Está compuesta principalmente por agua, iones (sal, minerales y calcio), hidratos de carbono (lactosa), materia grasa y proteínas. (Guevara & Mariscal, 2011)

**Composición de la leche:** según Walstra (2001) tenemos la siguiente composición.

**Lactosa:** Es el azúcar característico de la leche; posee también otros carbohidratos, pero en cantidades vestigiales. La lactosa es un disacárido reductor constituido por glucosa y galactosa; da a la leche un sabor ligeramente dulce y constituye la principal fuente de carbono de la mayoría de microorganismos que crecen en la leche.

**Grasa:** La grasa de la leche lo forman numerosos lípidos diferentes; los triglicéridos suponen más del 98% de la grasa de la láctea. Entre otros lípidos presentes en la leche se tiene: colesterol, diglicéridos, ácidos grasos libres, fosfolípidos y cerebrósidos.

**Caseína:** Existen diversos tipos de proteínas lácticas que se clasifican como caseínas (que son insolubles a un pH 4-5) y proteínas del suero. Las caseínas representan aproximadamente el 80% de las proteínas lácticas. La leche contiene numerosas proteínas menores, especialmente enzimas, que son despreciables por su peso, pero no por su actividad.

**Minerales:** Los minerales de la leche son principalmente sales inorgánicas; parte se encuentran ionizadas y parte en forma de sales complejas. Parte de la materia inorgánica, como los fosfatos, se unen covalentemente a las proteínas.

La leche contiene otros muchos elementos en cantidades vestigiales; la fresca tiene sales de ácidos orgánicos: el citrato es la más importante. También en la leche podemos encontrar a las vitaminas

**3.3.2. Lacto suero:** El suero de leche es un líquido obtenido en el proceso de fabricación del queso y de la caseína, después de la separación de la cuajada o fase micelar. Sus características corresponden a un líquido fluido, de color verdoso amarillento, turbio, de sabor fresco, débilmente dulce, de carácter ácido, con un contenido de nutrientes o extracto seco del 5.5% al 7% provenientes de la leche (Rodríguez, 2011)

**Composición del lacto suero:** En la siguiente tabla se exponen los porcentajes de cada uno de los parámetros que componen el lacto suero, donde están incluidos el agua, extracto seco, lactosa, proteínas, grasa y sales minerales.

**Tabla 1.** Composición media del lacto suero

COMPONENTE	SUERO DULCE (g/l)	SUERO ÁCIDO (g/l)
Sólidos totales	63.0-70.0	63.0-70.0
Lactosa	46.0-52.0	44.0-46.0
Proteína	6.0-10.0	6.0-8.0
Calcio	0.4-0.6	1.2-1.6
Fosfatos	1.0-3.0	2.0-4.5
Lactato	2.0	6.4
pH	6-6.2	4.6

Fuente: Panesar *et al.* (2007) citado por Machacuay (2014)

**3.4. Yogurt (Yogurt natural):** El producto obtenido por fermentación láctica, mediante la acción de *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, a partir de la leche pasteurizada y/o productos obtenidos de la leche con o sin modificaciones en su composición, pasteurizados; pudiendo o no agregarse otros cultivos

de bacterias adecuadas productoras de ácido láctico, además de los cultivos esenciales. Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto, hasta la fecha de duración mínima (Norma Técnica Peruana NTP 202.092 2014).

**3.5. Clasificación del yogurt según su textura:** Según Macro (2005) tenemos la siguiente clasificación.

**3.5.1. Yogurt aflanado o coagulado:** El envasado se realiza inmediatamente después de la inoculación produciéndose la coagulación en el envase.

**3.5.2. Yogurt batido:** Es incubado en depósitos y enfriado antes de su envasado.

**3.5.3. Yogurt líquido:** Similar al batido, aunque el coagulo se rompe hasta obtener una forma líquida antes del envasado.

**3.5.4. Yogurt congelado:** Incubado en tanques y congelado como un helado de crema.

**3.5.5. Yogurt concentrado:** Incubado en tanques concentrado y enfriado antes de ser envasado.

### 3.6. Requisitos fisicoquímicos para el yogurt

**Tabla 2.** Requisitos según tipo de yogurt

Requisitos	Yogurt entero	Yogurt parcialmente descremado	Yogurt descremado	Yogurt deslactosado (*)
Matéria grasa láctea % (m/m)	Min. 3.0	0.6-2.9	Max. 0.5	
Sólidos no grasos % (m/m)	Min. 8.2	Min. 8.2	Min. 8.2	
Acidez, expresada en g de ácido láctico % (m/m)	0.6-1.5	0.6-1.5	0.6-1.5	
Proteína de leche % (m/m)	Min 2.7%	Min. 2.7%	Min. 2.7%	
Lactosa % (m/m)				Max 0.7

\*El yogurt deslactosado podrá ser entero, parcialmente descremado o descremado y deberá cumplir con los requisitos correspondientes señalados en la tabla.

Min=Mínimo, Máx=Máximo

Fuente: **Norma Técnica Peruana NTP 202.092 2014**

**3.7. Principales defectos del yogurt:** Según Macro (2005) tenemos los siguientes defectos.

**3.7.1. Baja viscosidad:** Causado principalmente por un bajo contenido de proteínas en la leche, o un tiempo inadecuado de incubación.



- 3.7.2. Sinéresis (salida de suero):** Es la separación del suero (parte líquida en la superficie del envase) y el sólido del producto. Causado principalmente por un contenido de grasa muy bajo, temperaturas de incubación inadecuadas o demasiado tiempo de incubación.
- 3.7.3. Sabor ácido:** causado por el excesivo tiempo de incubación y/o enfriamiento; o alto contenido de *Lactobacillus Bulgaricus*.
- 3.7.4. Sabor amargo:** Causado por condiciones de higiene inadecuadas, o alto contenido de *Lactobacillus Bulgaricus*.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Lugar de ejecución.**

El presente trabajo de investigación fue ejecutado en el Área de Lácteos de la Planta Piloto Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias y en el Laboratorio de Tecnología Alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

### **4.2. Materia prima**

- Leche fresca adquirida en el establo de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Lacto suero obtenido de la elaboración de queso fresco en la Planta Piloto Agroindustrial de la UNTRM.

### **4.3. Insumos**

- Cultivo Sacco lyofast Y456B.
- Sacarosa, se utilizó azúcar blanca.
- Cuajo Hansen 3 muñecas.

### **4.4. Materiales**

- Tamiz de tela.
- Cucharones.
- Pipetas volumétricas de 0.5mL – 10mL.
- Probetas de 10, 50, 100 y 200mL.
- Vaso de precipitación de 10, 20, 50, 100 y 600 mL.
- Termómetro de rejilla.
- Pizeta.
- Baldes de 8 L.
- Jarras de 1 y 2, 5 L.
- Ollas.
- Recipientes plásticos.

#### 4.5.Equipos

- Cocina industrial marca SURGE.
- pH-metro marca HANNA Waterproof.
- Balanza digital marca ADAM Nimbus.
- Viscosímetro de cilindro marca BROOKFIELD, modelo RVDV230.
- Centrifuga marca MPW.
- Refrigeradora.
- Refractómetro marca ATC Giardino.
- Equipo de titulación o tritometro.
- Lactodensímetro BOECO Germani

#### 4.6.Reactivos

- Hidróxido de sodio al 0,1N.
- Agua destilada.
- Fenolftaleína.

#### 4.7. Metodología.

La metodología empleada para lograr el objetivo principal de la presente investigación se llevó a cabo como se detalla a continuación:

##### 4.7.1. Análisis de la materia prima.

A la materia prima empleada en esta investigación se le realizó los siguientes análisis:

##### a) Determinación de acidez: Método acidez titulable.

Con el método 16.023 de la (A.O.A.C, 1984) citado por Guiop 2008

El porcentaje de acidez se determinó mediante la titulación ácido-base, con la ayuda de un equipo de titulación, fenolftaleína como sustancia indicadora y como titulante el Hidróxido de Sodio a 0.1N.

##### b) Densidad.

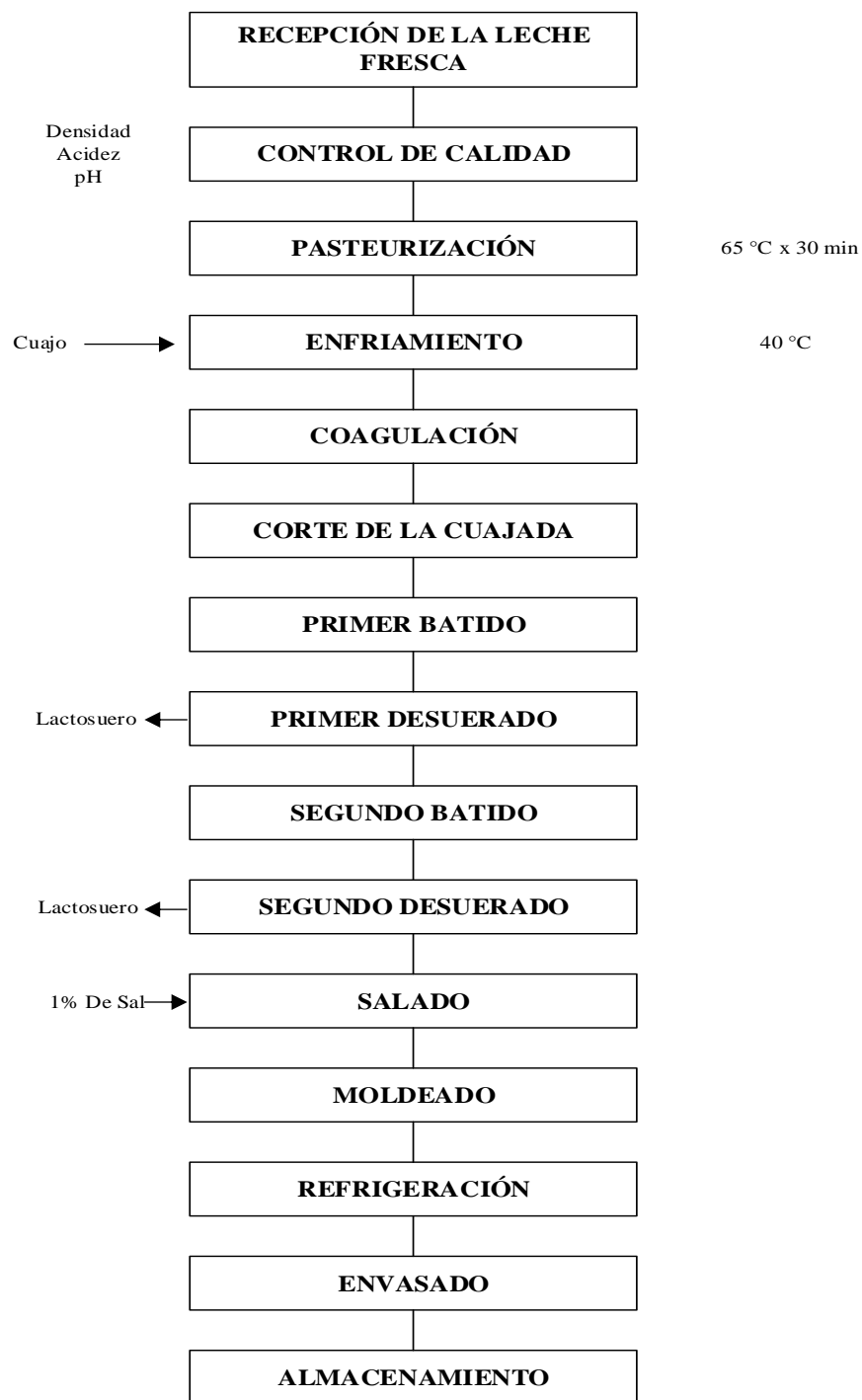
La densidad se determinó empleando un lactodensímetro.

**c) pH.**

El pH se determinó con un pH-metro, el cual mide el potencial de hidrogeno.

**4.7.2. Obtención del lacto suero.**

Para el proceso de la obtención del lacto suero se siguió el flujograma para la elaboración de queso fresco, el mismo que se muestra en la siguiente figura:



**Figura 1:** Flujo de operaciones y controles para la elaboración de queso fresco y obtención lacto suero.

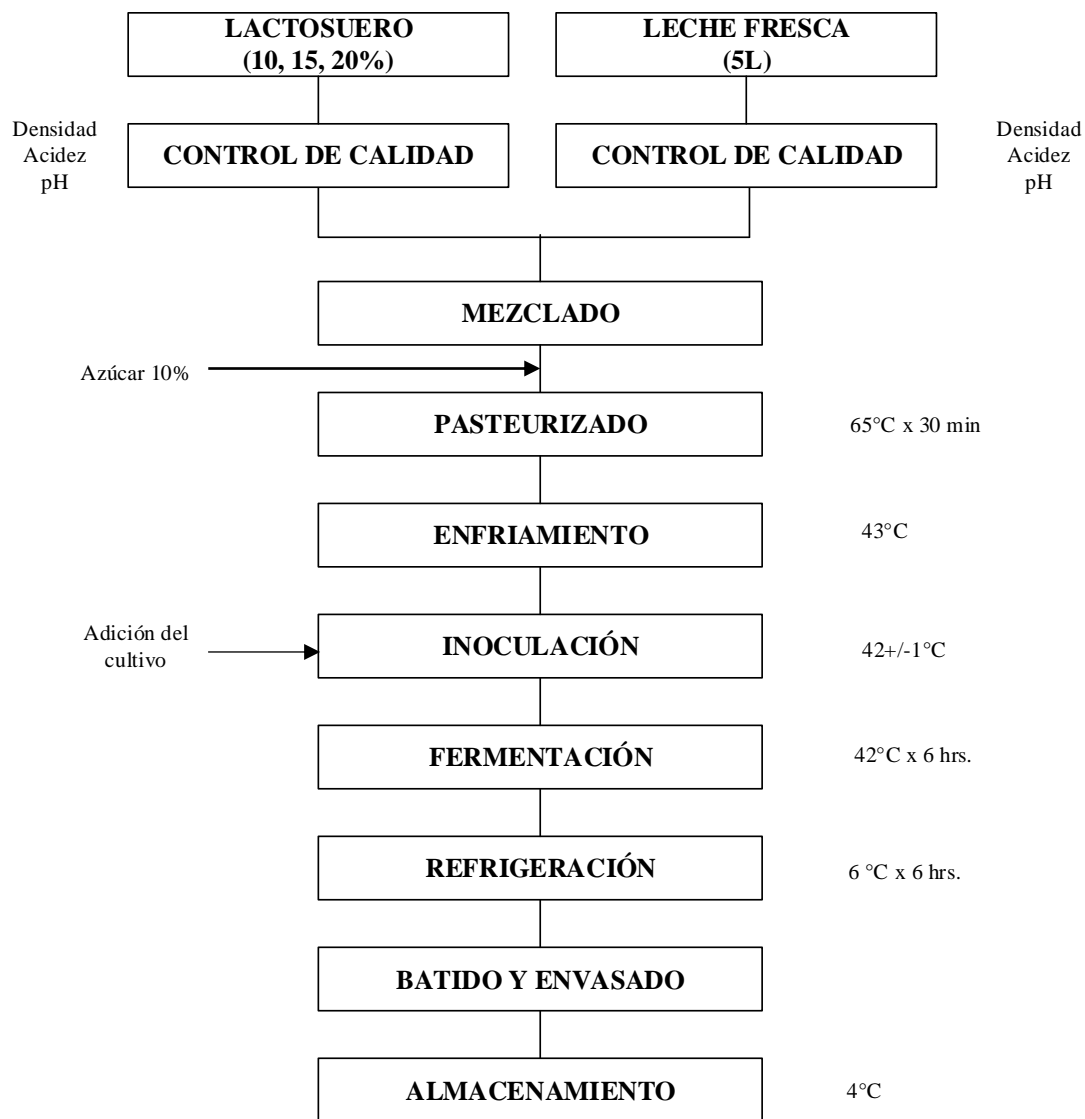
**Fuente** Adaptado de Silva (2015)

- **Materia prima:**  
La materia prima utilizada fue la leche fresca, adquirida del establo de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- **Control de calidad:**  
La leche fresca para ser procesada se le realizó evaluaciones como acidez titulable, pH y densidad.
- **Pasteurización:**  
La leche se sometió a un tratamiento térmico de 65 °C por 30 minutos; para inactivar la flora microbiana contenida en la leche.
- **Enfriamiento:**  
Luego de terminado el tratamiento térmico se bajó rápidamente la temperatura a 40°C, con la finalidad de adicionar el cuajo.
- **Coagulación:**  
Se añadió el cuajo y se dejó en reposo por unos 35 minutos, hasta lograr la formación del coágulo.
- **Corte de la cuajada:**  
Se dividió el coágulo en pequeñas porciones con el objetivo de aumentar la superficie de desuerado y, por tanto, de favorecer la evacuación del suero.
- **Primer Batido:**  
Con ayuda de agitadores se movió el coágulo que se encontraba cortado en pequeñas porciones con la finalidad de acelerar el desuerado e impedir la adherencia de los granos.
- **Primer desuerado:**  
Después del primer batido se deja reposar, para luego proceder a separar el coágulo del lacto suero, el cual será utilizado para la elaboración del yogurt.
- **Segundo batido:**  
Se realiza un segundo batido con la ayuda de agitadores, con el objetivo de lograr la mayor eliminación del suero e impedir la adherencia de los granos. En este batido se realiza un lavado con agua caliente entre 50°C-60°C.

- **Segundo desuerado:**  
En este proceso se elimina el aproximadamente el 70 % del suero presente en la cuajada
- **Salado:**  
En este proceso se añadió una pequeña cantidad de sal disuelta en agua, la sal contribuye a la pérdida de suero que continúa tras el desuerado y mejora el sabor del queso.
- **Moldeado:**  
Se procedió a colocar la cuajada en moldes, cuya forma y tamaño varían con cada tipo de queso.
- **Refrigeración:**  
Se dejó el queso en refrigeración por 24 horas en sus mismos moldes, la refrigeración busca inactivar los microorganismos y conservar el producto.
- **Envasado:**  
El producto final se envaso en bolsas de polietileno, el envasado tiene como objetivo conservar el producto final y evitar la contaminación.
- **Almacenamiento:**  
El producto final se almaceno en una zona segura libre de contaminación.

### 4.7.3. Obtención del yogurt líquido.

En la **figura 02**, se muestra el flujo grama con las operaciones y controles, para la obtención del yogurt líquido con concentraciones de suero, lo que se detalla a continuación:



**Figura 2:** Flujograma experimental para obtener yogurt líquido, tres diferentes concentraciones de suero

**Fuente:** Adaptado de Guiop (2008).



- **Materia prima:**

Para la elaboración del yogurt líquido se utilizó:

**Leche fresca** adquirida en el establo de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

**Lacto suero** subproducto de la elaboración de queso fresco elaborado en la Planta Piloto Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

- **Control de calidad:**

A la materia prima antes de ser procesado se le realizó evaluaciones como: Acidez titulable, densidad, pH y °Brix

- **Mezclado:**

Se mezcló el lacto suero a diferentes concentraciones (10%, 15%, 20% y 0%), en este sentido los tratamientos son: T<sub>1</sub> 10%, T<sub>2</sub> 15%, T<sub>3</sub> 20% y T<sub>4</sub> 0% 0 tratamiento control, con la leche fresca (5L) también se le agregó azúcar en un 10% de la concentración total de la mezcla.

- **Pasteurizado:**

A la mezcla se sometió a un tratamiento térmico de 65°C por 30min.

- **Enfriamiento:**

Luego de terminado el tratamiento térmico, se enfrió rápidamente hasta 43°C, con la finalidad de agregarle el cultivo a una temperatura optima de crecimiento de los cultivos.

- **Inoculación:**

Esta operación se efectuó a una temperatura optima de los cultivos 42+/-1°C. La cual se adiciono en un porcentaje de 0.1% del total de la mezcla, el cultivo utilizado fue Sacco lyofast Y456B.

- **Fermentación:**

Se realizó por un tiempo de 6 horas a una temperatura de 42°C en una cámara de fermentación.

- **Refrigeración:**

Luego de la fermentación se sometió a un proceso de refrigeración por un periodo de 6 horas a una temperatura de 6°C.

- **Batido y envasado:**

Después del proceso de refrigeración se realizó un proceso de batido para luego ser envasado. El producto fue envasado en envases de plástico de un litro.

- **Almacenamiento:**

Los productos envasados fueron almacenados a una temperatura de 4°C para luego realizar las evaluaciones sensoriales y fisicoquímicas.

#### 4.7.4. Análisis del producto en proceso.

##### a) Análisis fisicoquímico

Una vez obtenida el producto final se le realizó un análisis fisicoquímico.

- **Determinación de acidez: Método acidez titulable.**

Se determinó de acuerdo con el método 16.023 de la (A.O.A.C, 1984) citado por (Guiop, 2008), basado en una titulación con NaOH al 0,1 N. y fenolftaleína.

- **Sinéresis.**

Se determinó sobre la base de la técnica de Guinee et al. (1995) citado por (Guiop 2008).

- **pH.**

El pH se determinó con un pH-metro, el cual mide el potencial de hidrogeno.

- **Viscosidad.**

Se determinó utilizando un viscosímetro digital de cilindro con un spindle n°4.

#### **b) Análisis sensorial**

Al producto final se realizó un análisis sensorial utilizando una escala hedónica de 7 puntos. Las características organolépticas evaluadas fueron (sabor, color, aroma y consistencia) mediante pruebas orientadas al consumidor, con 30 panelistas semientrenados de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Amazonas, Las pruebas se realizaron en el Laboratorio de tecnología Agroindustrial de la UNTRM-A.

Las calificaciones se plasmaron en una hoja de encuesta que incluye una escala de 7 categorías con su respectiva equivalencia en puntajes numéricos. (Anexo 1)

#### **4.7.5. Análisis del producto seleccionado.**

##### **a) Análisis fisicoquímico.**

Se realizó un análisis de las características fisicoquímicas al mejor tratamiento o tratamiento seleccionado por los panelistas en el análisis sensorial.

- **Determinación de acidez: Método acidez titulable.**

Se determinó de acuerdo al método 16.023 de la (A.O.A.C, 1984) citado por (Guiop, 2008), basado en una titulación con NaOH al 0,1 N. y fenolftaleína.

- **Sinéresis.**

Se determinó sobre la base de la técnica de Guinee et al. (1995) citado por (Guiop, 2008).

- **pH.**

El pH se determinó con un pH-metro, el cual mide el potencial de hidrogeno.

- **Viscosidad.**

Se determinó utilizando un viscosímetro digital de cilindro con un spindle n°4.

#### **4.7.6. Análisis de Datos**

Los datos recolectados del análisis sensorial fueron evaluados en la estadística inferencial en lo que se empleó el DCBA y los resultados fueron sometidos a un ANVA con un  $p=0.000<0.05$ .

## V. RESULTADOS

### 5.1. Análisis de la materia prima.

Se realizó un análisis de las materias primas (leche y lacto suero) cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 3** Caracterización de las materias primas para la elaboración de yogurt líquido con concentraciones de lacto suero

MATERIA PRIMA	Acidez titulable	pH	Densidad	Brix
Leche	0.26%	6.64	1.03	9
Lacto suero	0.17%	6.37	1.02	7

Fuente: Elaborado por el autor

En la **Tabla 3** se muestra las características fisicoquímicas de la materia prima utilizada para la elaboración del yogurt líquido con concentraciones de lacto suero. La leche fresca presento una acidez titulable de 0.26% un pH de 6.64 y una densidad de 1.03 y un °Brix de 9, mientras que el lacto suero presento una acidez titulable de 1.71% un pH de 6.37 y una densidad de 1.02 con un °Brix de 7.

### 5.2. Análisis del producto en proceso.

#### 5.2.1. Análisis fisicoquímico

Se realizó un análisis fisicoquímico del producto en proceso cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla.

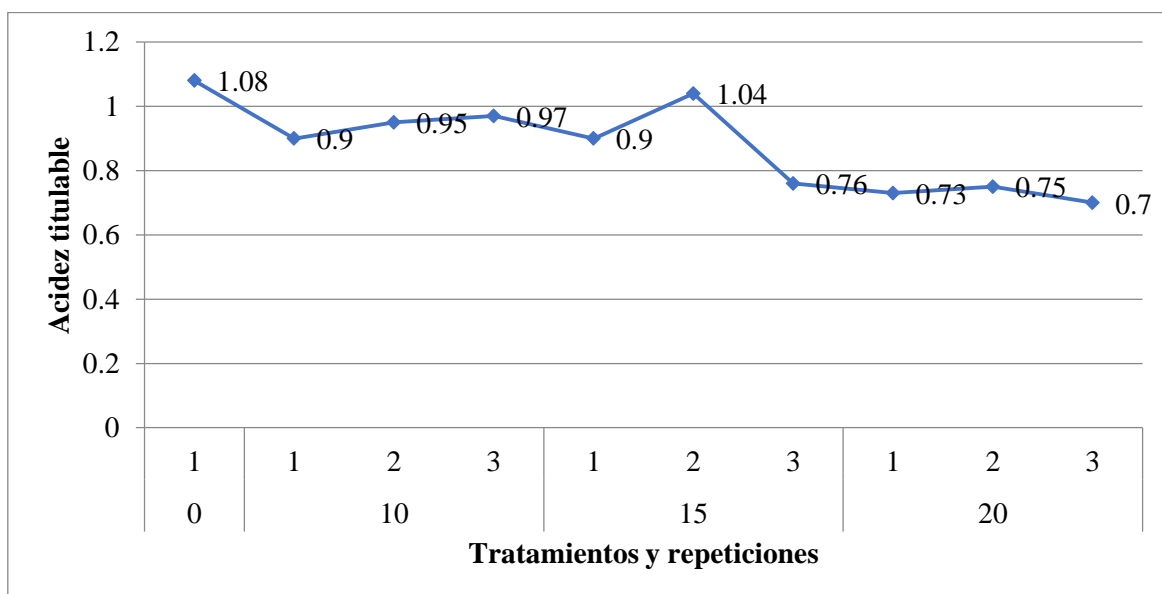
**Tabla 4** Características fisicoquímicas del producto en proceso

%	T <sub>4</sub> 0		T <sub>1</sub> 10		T <sub>2</sub> 15			T <sub>3</sub> 20		
	1	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Acidez*</b>	1.08	0.9	0.95	0.97	0.9	1.04	0.76	0.73	0.75	0.7
<b>Sinéresis</b>	13.4	9.6	12.8	8.8	12.9	15.5	11.3	13.9	13.7	17.4
<b>pH</b>	4.3	4.3	4.3	4.2	4.3	4.2	4.2	4.5	4.6	4.6
<b>Viscosidad (cp)</b>	1 502	1 716	1 376	1 732	1 732	1 814	1 684	1 134	924	874

\* Ácido láctico.

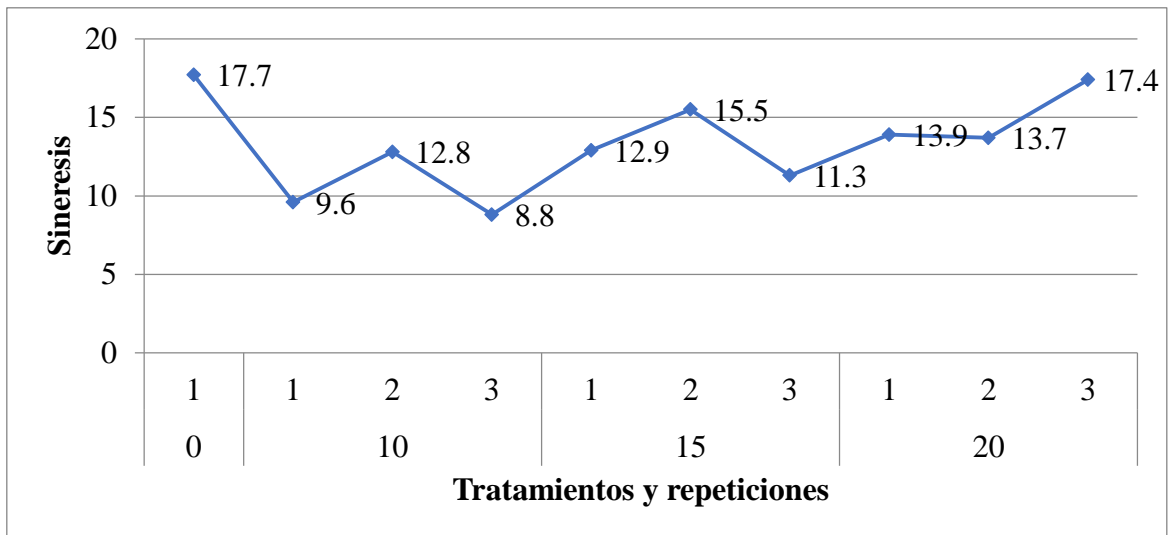
Fuente: Elaborado por el autor

En la **Tabla 4** se muestra las características fisicoquímicas del producto en proceso tratamiento control (0%) acidez de 1.08%, sinéresis 13.4v/v, pH de 4.3 y viscosidad 1 502cp, mientras que el tratamiento 10% presento los siguientes promedios acidez titulable 0.94%, sinéresis 10.6v/v, pH 4.43 viscosidad de 1 510cp, el promedio del tratamiento 15% es acidez titulable 0.90%, sinéresis 13.23v/v, pH 4.23 viscosidad de 1 743cp, las características del tratamiento 20% acidez titulable 0.73%, sinéresis 15v/v, pH 4.56 viscosidad de 977cp.



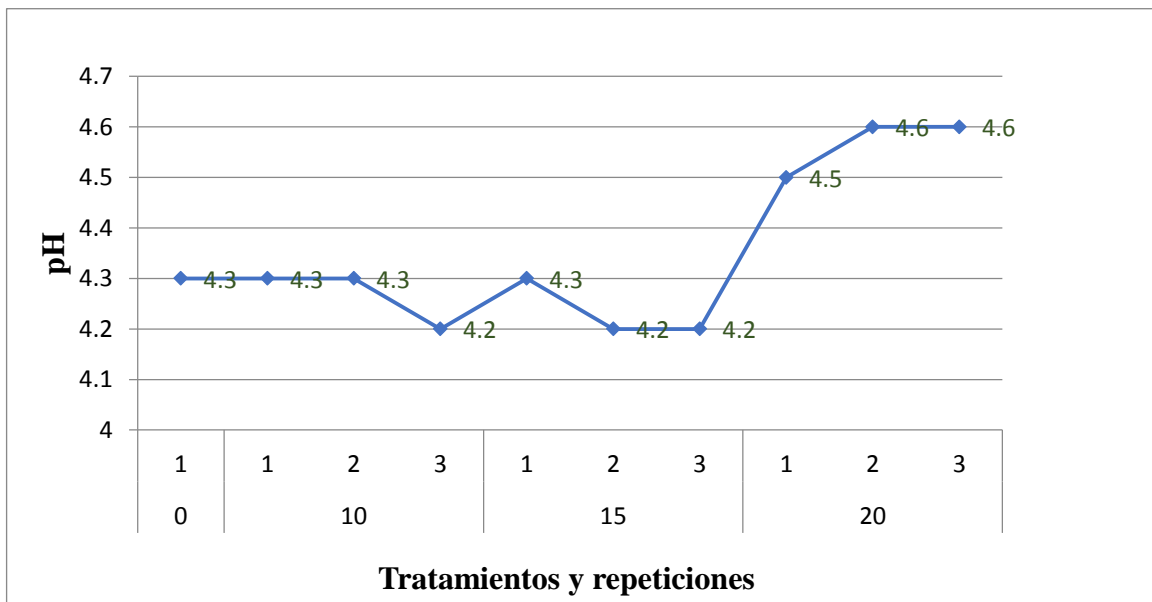
**Figura 3:** Acidez titulable de los tratamientos y repeticiones del yogurt líquido elaborado con concentraciones de lacto suero.

En la **Figura 3** se muestra la gráfica de acidez titulable según los tratamientos y repeticiones, donde se observa que el tratamiento con mayor porcentaje de acidez titulable es el T<sub>4</sub> con 1.08 mientras que el tratamiento de menor acidez titulable es el T<sub>3</sub> con 0.73.



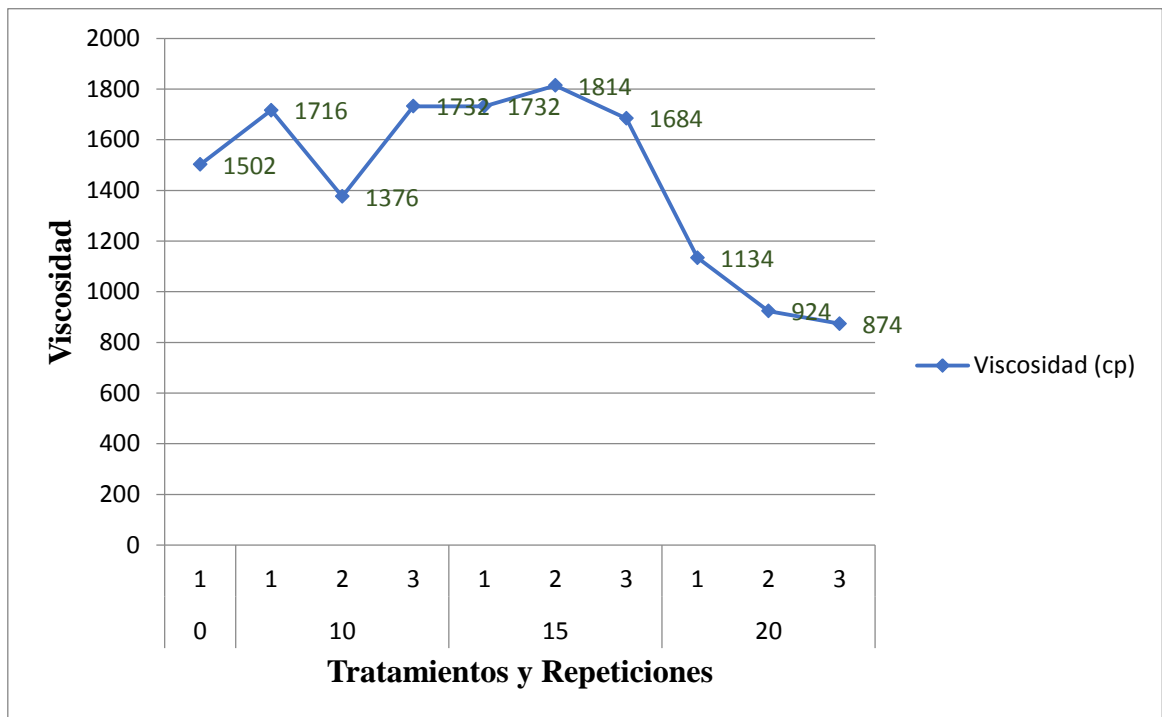
**Figura 4:** Sinéresis de los tratamientos y repeticiones del yogurt líquido elaborado con concentraciones de lacto suero

En la **figura 4** se muestra la gráfica de sinéresis según los tratamientos y repeticiones, donde se observa que el tratamiento con mayor sinéresis es el T<sub>3</sub> 20% con 17.4 y el de menor sinéresis es el T<sub>1</sub> 10% con 8.8



**Figura 5:** pH de los tratamientos y repeticiones del yogurt líquido elaborado con concentraciones de lacto suero.

En la **Figura 5** se muestra la gráfica de pH, según los tratamientos y repeticiones, donde se observa que el tratamiento con mayor pH es el T<sub>1</sub> 10% con 4.2 mientras que el tratamiento de menor pH es el T<sub>3</sub> 20% con 4.6.



**Figura 6:** viscosidad de los tratamientos y repeticiones del yogurt líquido elaborado con concentraciones de lacto suero

En la **figura 6** se muestra la gráfica de viscosidad, según los tratamientos y repeticiones, donde se observa que el tratamiento con mayor viscosidad es el T<sub>2</sub> 15% 874 mientras que el tratamiento de menor viscosidad es el T<sub>3</sub> 20% 1814.

### 5.2.2. Análisis sensorial

#### Análisis estadístico de la evaluación sensorial del promedio general del color del yogurt líquido. Análisis de varianza (ANVA)

El análisis de varianza con respecto al color del yogurt líquido, se realizó con los datos promedios en general del atributo (Anexo 2) evaluados por los panelistas.

**Tabla 5** Análisis de varianza para el promedio del color del yogurt líquido.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Significación</b>
<b>PANELISTA</b>	35.47	29	1.22	3.19	0.000*
<b>TRATAMIENTO</b>	5.23	3	1.74	4.56	0.005*
<b>Error</b>	33.27	87	0.38		
<b>Total corregida</b>	73.97	119			

En la **Tabla 5** se muestra el análisis de varianza y se observa que al menos uno de los tratamientos es significativamente diferente que los demás ( $p=0.005<0.05$  ANVA) después de separar la fuente de variación como aporte de panelista ( $p=0.000<0.05$  ANVA)

**Análisis estadístico de la evaluación sensorial del promedio general del sabor del yogurt líquido. Análisis de varianza (ANVA)**

El análisis de varianza con respecto al sabor del yogurt líquido, se realizó con los datos promedios en general del atributo (Anexo 2) evaluados por los panelistas.

**Tabla 6** Análisis de varianza para el promedio del Sabor del yogurt líquido

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Significación</b>
<b>PANELISTA</b>	59.34	29	2.05	2.17	0.003
<b>TRATAMIENTO</b>	21.23	3	7.08	7.50	0.000
<b>Error</b>	82.03	87	0.94		
<b>Total corregida</b>	162.59	119			

En la **Tabla 6** se muestra el análisis de varianza y se observa que al menos uno de los tratamientos es significativamente diferente que los demás ( $p=0.005<0.05$  ANVA) después de separar la fuente de variación como aporte de panelista ( $p=0.003<0.05$  ANVA)



**Análisis estadístico de la evaluación sensorial del promedio general del aroma del yogurt líquido. Análisis de varianza (ANVA)**

El análisis de varianza con respecto al aroma del yogurt líquido, se realizó con los datos promedios en general del atributo (Anexo 2) evaluados por los panelistas.

**Tabla 7** Análisis de varianza para el promedio del aroma del yogurt líquido.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>de GI</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Significación</b>
<b>PANELISTA</b>	41.54	29	1.43	2.36	0.001
<b>TRATAMIENTO</b>	16.36	3	5.45	8.97	0.000
<b>Error</b>	52.89	87	0.61		
<b>Total corregida</b>	110.79	119			

En la **Tabla 7** se muestra el análisis de varianza y se observa que al menos uno de los tratamientos es significativamente diferente que los demás ( $p=0.005<0.05$  ANVA) después de separar la fuente de variación como aporte de panelista ( $p=0.001<0.05$  ANVA)

**Análisis estadístico de la evaluación sensorial del promedio general de la consistencia del yogurt líquido. Análisis de varianza (ANVA)**

El análisis de varianza con respecto a la consistencia del yogurt líquido, se realizó con los datos promedios en general del atributo (Anexo 2) evaluados por los panelistas.

**Tabla 8** Análisis de varianza para el promedio de la consistencia del yogurt líquido.

<b>Fuente</b>	<b>Suma cuadrados</b>	<b>de Gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Significación</b>
<b>PANELISTA</b>	47.84	29	1.65	1.75	0.025
<b>TRATAMIENTO</b>	33.69	3	11.23	11.91	0.000
<b>Error</b>	82.06	87	0.94		
<b>Total corregida</b>	163.59	119			

En la **Tabla 8** se muestra el análisis de varianza y se observa que al menos uno de los tratamientos es significativamente diferente que los demás ( $p=0.005 < 0.05$  ANVA) después de separar la fuente de variación como aporte de panelista ( $p=0.025 < 0.05$  ANVA)

**Tabla 9** Valores estadísticos promedios de la evaluación organoléptica de los atributos: sabor, color, aroma y consistencia en relación al porcentaje de lacto suero en el yogurt.

<b>Tratamientos (% de lacto suero)</b>	<b>SABOR</b>	<b>COLOR</b>	<b>AROMA</b>	<b>CONSISTENCIA</b>
T1 (10%)	5.93 <sup>a</sup>	6.03 <sup>a</sup>	5.70 <sup>a</sup>	5.87 <sup>a</sup>
T2 (15%)	5.53 <sup>ab</sup>	5.70 <sup>ab</sup>	5.20 <sup>a</sup>	5.70 <sup>a</sup>
T3 (20%)	4.77 <sup>c</sup>	5.53 <sup>b</sup>	4.73 <sup>c</sup>	5.53 <sup>b</sup>
T4 (0%)	5.33 <sup>b</sup>	6.00 <sup>a</sup>	5.53 <sup>ab</sup>	5.67 <sup>a</sup>

(\*): Diferentes letras indican diferencias significativas entre tratamiento empleando la prueba de Duncan al 95% de confianza.

En la **Tabla 9**, se observa los valores estadísticos promedios de la evaluación organoléptica de cada uno de los atributos: sabor, color, aroma y consistencia en relación al % de lacto suero en el yogurt líquido. Observando lo siguiente. Según la prueba de Duncan (Anexo 3)

**Sabor:** En el sabor existe diferencia significativa en el T<sub>3</sub> con una puntuación promedio de 4.77 en comparación a los demás tratamientos y el T<sub>1</sub> con una puntuación de 5.93 es significativamente diferente al T<sub>4</sub> que tiene una puntuación de 5.33

**Color:** El T<sub>3</sub> con una puntuación de 5.53 es significativamente diferente al T<sub>1</sub> que tiene una puntuación de 6.03 y al T<sub>4</sub> con una puntuación de 6.00.

**Aroma:** El T<sub>3</sub> con una puntuación de 4.73 es significativamente diferente a los demás tratamientos que tienen una puntuación de T<sub>1</sub> 5.70, T<sub>2</sub> 5.20 y T<sub>4</sub> 5.53

**Consistencia:** El T<sub>3</sub> con una puntuación de 5.53 es significativamente diferente a los demás tratamientos, que tienen una puntuación de T<sub>1</sub> 5.87, T<sub>2</sub> 5.70 y T<sub>4</sub> 5.67.

Sobresaliendo en la evaluación sensorial con mayor aceptabilidad el T<sub>1</sub> con un porcentaje de lacto suero de 10%.

### 5.3. Análisis fisicoquímico del producto seleccionado.

**Tabla 10** Características fisicoquímicas del producto seleccionado sensorialmente

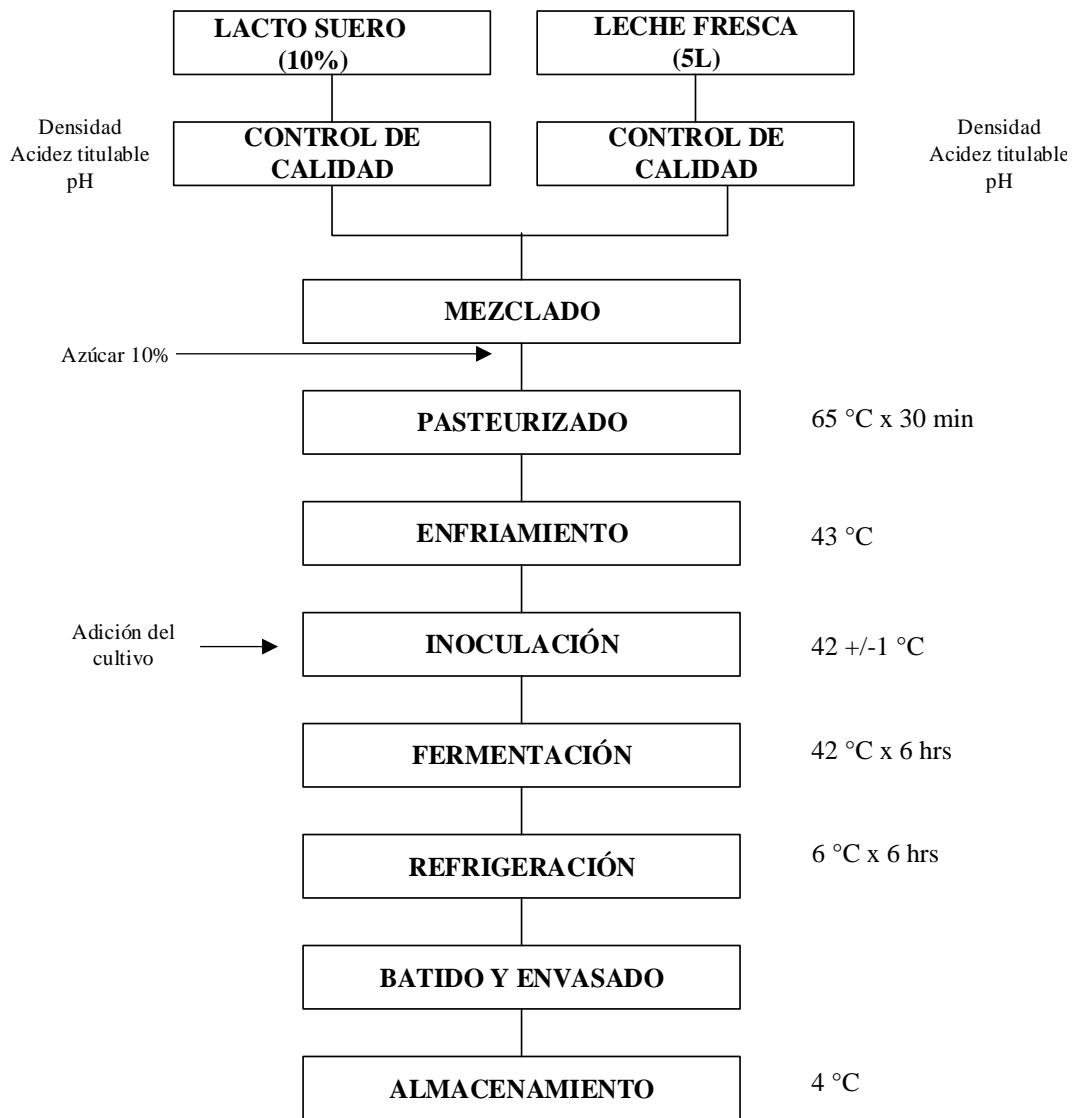
TRATAMIENTOS (% DE LACTO SUERO)	ACIDEZ		pH	VISCOSIDAD
	TITULABLE	SINÉRESIS		
T <sub>1</sub> (10%)	0.92%	10.6v/v	4.3	1 510cp

En la **Tabla 10** se muestra las características fisicoquímicas del producto seleccionado a través de la evaluación sensorial la misma que permitió determinar el producto con mayor aceptabilidad por los panelistas el cual fue el tratamiento 10% de lacto suero y 90% de leche fresca. El producto seleccionado presentó las siguientes características fisicoquímicas: acidez titulable 0.92%, sinéresis 10.6v/v, pH 4.3 y viscosidad 1 510cp.

### 5.4. Flujo definitivo de la elaboración de yogurt líquido con concentración de lacto suero

Una vez obtenido el mejor resultado del yogurt líquido sensorialmente (T<sub>1</sub>= 10%) se procedió a establecer un flujo de operaciones definitivo.

En la **Figura 4**, se presenta el flujo de operaciones definitivo con las mejores condiciones determinadas según el estudio realizado para la elaboración de Yogurt Líquido con Concentraciones de lacto suero.



**Figura 7:** Flujo definitivo de la elaboración del yogurt líquido con concentraciones del suero

## VI. DISCUSIÓN

El lactosuero obtenido tuvo un contenido de 0.17 % de ácido láctico y 6.37 de pH, valores similares a lo indicado por Pichigua (2016) quien menciona que el suero dulce utilizado en su investigación para la elaboración de yogurt sustituido, presentó un contenido promedio de 0.3 % de ácido láctico y 6.21 de pH. Asimismo, indicó que las concentraciones utilizadas de 40, 50 y 60 % de suero influyeron significativamente en el pH, pero no en la síntesis de ácido láctico del yogurt. El valor de pH y porcentaje de acidez del producto a las 6 horas de fermentación estuvo en un rango de 4.08 a 4.25 y 0.74 a 0.81 %, respectivamente; valores que se asemejan a las características del producto obtenido en el presente estudio, los que estuvieron en un rango de 4.2 a 4.6 y 0.70 a 1.08 %, que corresponden al pH y porcentaje de acidez titulable, respectivamente. Por otro lado se determinó que las concentraciones de suero utilizadas influyen significativamente en las características de color y olor, al igual que en el presente estudio se determinó que existe diferencia significativa para los parámetros de aroma, sabor y consistencia.

Los resultados de la acidez titulable de los tratamientos y de sus repeticiones oscilaron entre 0.7% y 1.08 %, demostrando que el total de las muestras evaluadas cumple con el parámetro de acidez titulable, expresada en gr de ácido láctico % establecido según la Norma Técnica Peruana NTP 202.092 (2014) donde indica que la acidez titulable debe estar en el rango de 0.6 a 1.5 expresada en g de ácido láctico %.

En la presente investigación se utilizó tres concentraciones de lactosuero 10 %, 15 % y 20 % y un tratamiento control de 0 % de lacto suero. Se realizó un análisis sensorial donde se evaluó características como color, aroma, sabor y consistencia, demostró que la concentración de mayor aceptabilidad por los panelistas fue el T<sub>1</sub> 10 % de lacto suero. Asimismo, Marulanda (2012) al utilizar tres concentraciones diferentes de lacto suero de 13 %, 17 % y 21 %, para elaborar una bebida fermentada tipo yogurt determinó que no existe preferencia generalizada hacia ninguna de las concentraciones en los diferentes aspectos evaluados tales como aroma, dulzor, acidez titulable, textura y semejanza en comparación al yogurt comercial; aunque los panelistas siempre mostraron preferencias hacia la concentración 2 (17 % de sólidos totales).

Las muestras se sometieron a una evaluación sensorial en el cual se encontró que la muestra con mayor aceptabilidad fue de 10% cuya muestra presenta un nivel de aceptación de 5 y 6 que se encuentran dentro del nivel de aceptación de “consistente” y “moderadamente agradable” respectivamente, presentando las siguientes propiedades fisicoquímicas: acidez titulable 0.92%, sinéresis 10.6v/v, pH 4.3 y viscosidad 1 510 cp. Asimismo Guiop (2008) Realizó una investigación donde utilizó tres concentraciones de lacto suero (91%, 94% y 97%) y tres concentraciones de una mezcla de harina de soya (9%, 6% y 3%) para obtener una bebida fermentada tipo yogurt de sabor aceptable, donde la bebida con mayor aceptabilidad fue de 97% de lacto suero y 3% de harina de soya, con los siguientes resultados promedio de 4 a 6 que indica que se encuentra dentro del nivel de aceptación de “me gusta más o menos” y “me agrada mucho respectivamente”, con las siguientes propiedades fisicoquímicas proteína total 2.9%, pH 4.28, acidez titulable 0.84%, densidad 1.03g/cm<sup>3</sup>, viscosidad 0.04Pa.s, sinéresis 11%v/v.

En esta investigación las muestras se sometieron a una evaluación sensorial con 30 panelistas semientrenados, donde se evaluó las siguientes características color, sabor, aroma y consistencia. El resultado demostró que el T<sub>1</sub> 10% de lacto suero tuvo mayor aceptación. Asimismo Machacuay (2014) en su investigación, determinación de las características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales de una bebida fermentada probiótica a partir de lacto suero, realizó una evaluación sensorial con 15 panelistas semientrenados, las características que evaluó fueron olor, sabor y textura, el resultado demostró que el tratamiento 85% lacto suero y 15% leche; es el más aceptable por los panelistas y teniendo el mayor puntaje el mismo que obtuvo las siguientes características: Análisis físico-químico: pH (4.57), acidez (0.65%), sólidos solubles (16°Brix) y densidad (1.047 g/ml). Valores que se asemejan a los resultados obtenidos en esta investigación acidez titulable (92%), pH (4.3).

En esta investigación se elaboró yogurt líquido con diferentes concentraciones de suero de leche, el yogurt obtuvo una aceptabilidad de “moderadamente agradable” para los característicos sabor, color y aroma y “consistente” para la característica

consistencia, calificación dada por los panelistas. Asimismo Encinas (2014), en su investigación elaboración de una bebida a base de lacto suero con adición de fruta obtuvo una bebida con un 40% de aceptación ante un 26.7% de rechazo y un 33.3% que menciono no gustarle ni disgustarle, las características evaluadas fueron color, sabor, olor y apariencia general.

En esta investigación se utilizó como materia prima leche fresca y suero dulce, suero obtenido del primer desuerado de la elaboración de queso fresco. De la misma manera Montesdeoca (2017) en su investigación "Procedimiento para la producción de una bebida láctea fermentada utilizando lacto suero" indica haber utilizado suero obtenido del primer desuerado de la elaboración de queso fresco, además utilizó estabilizantes como (Obsigel 8AGT, Obsigel 955B y CC-729, todos al 0,1% de dosificación y concentraciones de lacto suero de (10%, 20% y 30%), cantidades similares utilizadas en esta investigación (15%, 20% y 25%). Los resultados obtenidos por Montesdeoca demostraron que el mejor tratamiento, fue (30% de lacto suero + 0,1% CC-729), el cual presentó un pH de 4,17, mientras que la acidez titulable fue un 0,67% y sensorialmente todos los tratamientos fueron iguales con muy buena aceptación, mientras que los resultados sensoriales obtenidos en esta investigación indicaron que el tratamiento de mayor aceptabilidad es el de 10% de lacto suero, el cual presento un pH 4,3 mientras que la acidez titulable fue 0.92%.

## VII. CONCLUSIONES

La materia prima utilizada en la elaboración del yogurt líquido con concentraciones de lacto suero tuvo las siguientes características: leche acidez 0.26% pH 6.64 densidad 1.03 y Brix 9; lacto suero acidez 0.17 %, pH 6.37 densidad 1.02 y 7 de Brix.

El producto en proceso presento las siguientes características  $T_4=0\%$  acidez de 1.08%, sinéresis 13.4v/v, pH de 4.3 y viscosidad 1 502cp, mientras que el  $T_3=10\%$  presento los siguientes promedios acidez titulable 0.94%, sinéresis 10.6v/v, pH 4.43 viscosidad de 1 510cp, el promedio del  $T_2$  15% es acidez titulable 0.90%, sinéresis 13.23v/v, pH 4.23 viscosidad de 1 743cp, las características del  $T_3$  20% acidez titulable 0.73%, sinéresis 15v/v, pH 4.56 viscosidad de 977cp.

La evaluación sensorial mostro aceptación por el tratamiento  $T_1$  10% de lacto suero, ubicandolo en una escala de aceptación “moderadamente agradable” y “moderadamente consistente”; aprovechando el lacto suero subproducto de la elaboración de queso, aportando una alternativa diferente para la utilización del lacto suero.

La evaluación de las características fisicoquímicas del tratamiento seleccionado se obtuvo los siguientes resultados: acidez titulable 0.92%, sinéresis 10.6v/v, pH 4.3 y viscosidad 1 510cp, cuyos valores se encuentran dentro de los parámetros normales según la Norma de Leches y Productos Lácteos. Yogurt Requisitos. (Anexo 3)



## **VIII. RECOMENDACIONES**

Tomando en cuenta que el presente trabajo de investigación está enfocado a la industrialización de productos lácteos, como es el yogurt y la utilización del subproducto lácteo como es el lacto suero que es algo nuevo nos permitiría recomendar lo siguiente.

Aplicar antes, durante y después del proceso de elaboración del yogurt con concentraciones de lacto suero las normas de higiene y buenas prácticas de manufactura (BPM), lo más importante tener en cuenta en la recepción de la materia prima, enfriamiento, inoculación y conservación ya que son los puntos críticos de control. Para así poder garantizar un buen producto.

Difundir y concientizar a la población sobre el consumo del lacto suero ya que es un importante subproducto lácteo de mucha utilidad para la elaboración de productos funcionales.

Realizar análisis microbiológicos para conocer la flora microbiana presente, pues a pesar de contar con un tratamiento térmico, la adición de los componentes hace que este tales incremente o se desarrolle microorganismos nuevos.

Hacer un estudio de tiempo de vida útil de este yogurt con las mismas condiciones y parámetros establecidos en este trabajo de investigación.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agraria, D. G. (2008). Estadísticas Agrarias 2007. Lima, Peru: Ministerio de Agricultura.
- Agrarias, D. G. (Enero de 2017). Diagnostico situacional de la actividad ganadera para el plan ganadero 2017-2021. Lima, Peru.
- Bautista, M. H. (Agosto de 2009). Elaboración de yogurt a base de lactosuero. Mexico: Universidad Tecnológica de Huasteca Hidalguense.
- Encinas, M. R. (2014). Elaboración de una bebida a base de lactosuero con la adición de fruta de la región. Iquitos, Perú: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Gauche C. (2008). Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase. Brazil.
- Guevara, R., & Mariscal, J. (Marzo de 2011). Elaboracion de yogurt a partir de suero de leche. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Guiop, M. (2008). Efecto de la Concentracion de una mezcla de harina de soya y lactosuero para obtener una bebida fermentada tipo yogurt de sabor aceptable. Chachapoyas, Perú.
- INEI. (2012). IV CENAGRO. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Obtenido de <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
- Londoño, M. (2008). Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus Casei*. Medellin, Colombia.
- Machacuay, C. S. (2014). Determinacion de las características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales de una bebida fermentada probiótica a partir de lactosuero. Junin Peru: Universidad Nacional del Centro.
- Macro, Empresa Editorial (2005). Elaboración casera del yogurt paso a paso. Lima Perú
- Marulanda, M. L. (2012). Elaboración y evaluación de una bebida tipo yogurth a base de lactosuero dulce fermentada con *Streptococcus Salivarius* ssp. *Thermophilus* y *Lactobacillus Casei* ssp. *Casei*. Colombia: Universidad de Cartagena.

- MINAGRI. (2014). Valor bruto de la producción agropecuaria-VBP. Lima, Peru. Obtenido de <http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/boletineselectronicos/VBP/2014/VBP-enero-2014-120314.pdf>
- Montesdeoca, R. 2. (2017). Procedimiento para la producción de una bebida láctea fermentada utilizando lactosuero. Camaguey, Cuba: Universidad de Camaguey Ignacio Agramonte Loynaz.
- NTP. (2014). Norma leche y productos lácteos. Leches fermentadas. Yogurt. Requisitos. Norma Técnica Peruana.
- Parra, H. R. (2009). Lactosuero importancia en la industria de los alimentos. Medellín, Colombia.
- Pichigua, R. L. (2016). Influencia de la sustitución parcial de lactosuero y harina de quinua. Andahuaylas, Perú.
- Rodríguez, J. (2011). Elaboración de yogurt a partir de suero de leche. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Silva, T. R. (2015). Propuesta de plan HACCP en la línea de producción de queso fresco y mantecoso para la planta piloto agroindustrial de la UNTRM-A. Chachapoyas, Perú: UNTRM.
- Walstra. (2001). Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos. Zaragoza, España : Acribia S.A.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

**Nombre:** .....

**Fecha:** ..... **hora:**.....

**Producto:** Yogurt liquido con (leche y concentraciones de lacto suero)

**INDICACIONES:** deguste de cada una de las muestras y califique (Sabor, color y Aroma) de acuerdo a la "ESCALA 1". Para (Consistencia) de acuerdo a la "ESCALA 2".

<b>ESCALA. 1</b>		<b>Escala. 2</b>	
Muy agradable	7	Muy consistente	7
Moderadamente agradable	6	Moderadamente consistente	6
Un poco agradable	5	Consistente	5
Ni agradable/ni desagradable	4	Moderadamente fluido	4
Un poco desagradable	3	Un poco fluido	3
Moderadamente desagradable	2	Fluido	2
Muy desagradable	1	Muy fluido	1

<b>Muestra</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Aroma</b>	<b>Consistencia</b>
437				
235				
146				
T				

Comentario.....  
 .....  
 .....

**GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN**

## ANEXO 2

### Valores obtenidos de la ficha de evaluación sensorial

**Tabla 11:** Promedio de valores del atributo color obtenidos durante la evaluación de los 4 tratamientos y los 30 panelistas del yogurt líquido

PANELISTA	COLOR			
	10%	15%	20%	0%
<b>1</b>	6	6	4	6
<b>2</b>	5	6	5	6
<b>3</b>	6	6	6	6
<b>4</b>	7	6	6	6
<b>5</b>	7	6	6	6
<b>6</b>	6	7	6	6
<b>7</b>	7	6	5	6
<b>8</b>	6	6	6	7
<b>9</b>	6	6	6	7
<b>10</b>	6	5	5	6
<b>11</b>	5	5	6	6
<b>12</b>	7	7	7	7
<b>13</b>	6	5	5	7
<b>14</b>	6	5	4	6
<b>15</b>	6	6	6	5
<b>16</b>	6	7	7	6
<b>17</b>	4	5	6	5
<b>18</b>	6	5	4	4
<b>19</b>	6	4	5	7
<b>20</b>	5	5	4	6
<b>21</b>	7	6	7	6
<b>22</b>	6	6	6	6
<b>23</b>	6	6	6	6
<b>24</b>	6	6	5	6
<b>25</b>	6	5	5	5
<b>26</b>	6	7	6	6
<b>27</b>	6	6	6	6
<b>28</b>	6	4	4	5
<b>29</b>	6	5	6	6
<b>30</b>	7	6	6	7

**Fuente:** Elaborado por el autor

**Tabla 12:** Promedio de valores del atributo sabor obtenidos durante la evaluación de los 4 tratamientos y los 30 panelistas del yogurt líquido

PANELISTA	SABOR			
	10%	15%	20%	0%
1	6	6	4	6
2	4	4	5	4
3	7	6	4	5
4	7	5	6	6
5	7	6	5	5
6	6	6	6	6
7	7	5	4	5
8	4	5	3	6
9	7	4	4	3
10	5	4	4	4
11	4	6	6	4
12	7	7	4	6
13	7	6	4	6
14	6	5	7	7
15	7	7	7	6
16	4	5	4	4
17	4	5	7	5
18	6	3	4	5
19	7	5	4	7
20	4	5	4	6
21	7	7	6	6
22	6	7	6	3
23	7	6	5	6
24	6	6	5	6
25	4	5	4	4
26	5	6	4	6
27	7	6	5	6
28	7	6	4	7
29	6	6	4	5
30	7	6	4	5

**Fuente:** Elaborado por el autor

**Tabla 13:** Promedio de valores del atributo aroma obtenidos durante la evaluación de los 4 tratamientos y los 30 panelistas del yogurt líquido

PANELISTA	AROMA			
	10%	15%	20%	0%
1	6	5	4	5
2	5	5	4	5
3	6	6	4	5
4	6	5	5	5
5	6	5	5	6
6	6	6	6	7
7	7	6	4	5
8	6	5	4	6
9	6	5	4	5
10	6	5	4	5
11	5	5	6	4
12	4	4	4	5
13	7	5	4	6
14	7	5	6	7
15	7	6	6	5
16	5	4	4	5
17	3	6	6	5
18	6	4	4	5
19	7	5	4	7
20	5	5	5	6
21	6	6	6	6
22	6	6	5	5
23	5	6	6	6
24	6	6	6	5
25	3	4	4	3
26	6	4	4	6
27	6	6	4	7
28	6	5	4	6
29	6	5	6	7
30	5	6	4	6

Fuente: Elaborado por el autor



**Tabla 14:** Promedio de valores del atributo consistencia obtenidos durante la evaluación de los 4 tratamientos y los 30 panelistas del yogurt líquido

PANELISTA	CONSISTENCIA			
	10%	15%	20%	0%
1	6	5	6	7
2	5	6	4	6
3	6	6	3	6
4	6	6	4	6
5	7	6	6	6
6	6	6	6	6
7	6	7	3	6
8	6	6	5	6
9	6	5	3	7
10	4	5	4	3
11	6	6	5	6
12	4	7	3	5
13	6	7	7	6
14	5	5	4	6
15	7	6	4	7
16	5	5	4	6
17	7	6	7	4
18	7	4	3	5
19	7	5	3	7
20	5	4	4	5
21	6	7	7	6
22	5	5	4	3
23	4	5	6	6
24	7	7	4	7
25	6	5	4	4
26	5	7	5	5
27	6	5	5	6
28	6	6	5	6
29	7	4	4	5
30	7	7	4	6

**Fuente:** Elaborado por el autor

### ANEXO 3

#### Cálculos estadísticos de las Fichas de evaluación sensorial del yogurt líquido

**Tabla 15:** Prueba de Duncan para el color del yogurt líquido

		<b>Color</b>			
		<b>N</b>	<b>Subconjunto</b>		
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>2</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	
Duncan(a,b)	20%	30	5.5333		
	15%	30	5.7000	5.7000	
	0%	30		6.0000	
	10%	30		6.0333	
	Significación		0.299		0.050

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30.000

b. Alfa = .05.

El grupo homogéneo que reporta mayor gusto por el color está formado por los tratamientos T<sub>4</sub> 0%, T<sub>1</sub> 10% y T<sub>2</sub> 15% (Prueba Duncan al 5% de significación)

**Tabla 16:** Prueba de Duncan para el sabor del yogurt líquido

		<b>Sabor</b>			
		<b>N</b>	<b>Subconjunto</b>		
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	
Duncan(a,b)	20%	30	4.7667		
	0%	30		5.3333	
	15%	30		5.5333	5.5333
	10%	30			5.9333
	Significación		1.000	0.427	0.114

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30.000

b. Alfa = .05.

El grupo homogéneo que reporta mayor gusto por el sabor está formado por los tratamientos T<sub>1</sub> 10% y T<sub>2</sub> 15% (Prueba Duncan al 5% de significación)

**Tabla 17** Prueba de Duncan para el aroma del yogurt líquido

		<b>Aroma</b>			
		<b>N</b>	<b>Subconjunto</b>		
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	
Duncan(a,b) 20%		30	4.7333		
15%		30		5.2000	
0%		30		5.5333	5.5333
10%		30			5.7000
Significación			1.000	0.101	0.410

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30.000

b. Alfa = .05.

El grupo homogéneo que reporta mayor gusto por el aroma está formado por los tratamientos T<sub>4</sub> 0%, T<sub>1</sub> 10% (Prueba Duncan al 5% de significación)

**Tabla 18** Prueba de Duncan para el consistencia del yogurt líquido

		<b>Consistencia</b>			
		<b>N</b>	<b>Subconjunto</b>		
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		
Duncan(a,b) 20%		30	4.5333		
0%		30		5.6667	
15%		30		5.7000	
10%		30		5.8667	
Significación			1.000	0.457	

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30.000

b. Alfa = .05.

El grupo homogéneo que reporta mayor gusto por la consistencia está formado por los tratamientos T<sub>4</sub> 0%, T<sub>1</sub> 10% y T<sub>2</sub> 15% (Prueba Duncan al 5% de significación)

## ANEXO 4

### NORMA LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leches fermentadas. Yogurt. Requisitos

#### 1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos para el yogurt.

#### 2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a las diversas etapas de producción y comercialización del Yogurt

#### 3. DEFINICIONES

Para los propósitos de la presente Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

**3.1. Leche fermentada:** es un producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, que puede haber sido elaborado a partir de productos obtenidos de la leche con o sin modificaciones de la composición, por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH, con o sin coagulación (precipitación isoeléctrica ). Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto, hasta la fecha de maduración mínima.

**3.2. Yogurt (natural):** El producto obtenido por fermentación láctica, mediante la acción de *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, a partir de la leche pasteurizada y/o productos obtenidos de la leche con o sin modificaciones en su composición, pasteurizados; pudiendo o no agregarse otros cultivos de bacterias adecuadas productoras de ácido láctico, además de los cultivos esenciales. Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto, hasta la fecha de duración mínima. Si el yogurt es tratado térmicamente después de la fermentación no se aplica el requisito de microorganismos viables.

**3.3. Yogurt saborizado (frutado y/o aromatizado):** Es el yogurt cuya composición ha sido modificada mediante la incorporación de un máximo de 50%(m/m) de ingredientes no lácteos (tales como carbohidratos nutricionales y no nutricionales, frutas verduras, jugos, purés, pulpas, preparados y

conservadores derivados de los mismos, cereales miel, chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e inoocuos) y/o sabores. Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o después de la fermentación.

**3.4. Bebidas a base de yogurt:** Son productos lácteos compuestos, obtenidos mediante la mezcla de leche fermentada como agua potable, con o sin agregados de otros ingredientes como suero, otros ingredientes no lácteos y saborizantes. La bebida a base de yogurt tiene un contenido mínimo de leche fermentada de 40% (m/m).

**3.5. Yogurt o yogurt concentrado:** Es una leche fermentada cuya proteína ha sido fermentada antes o luego de la fermentación a un mínimo de 5,6%.

**3.6. Yogurt batido:** Yogurt cuya fermentación se realiza en los tanques de incubación produciéndose en ellos la coagulación, siendo luego sometido a un tratamiento mecánico de batido.

**3.7. Yogurt bebible:** Yogurt batido, que ha recibido un mayor tratamiento mecánico.

**3.8. Yogurt aflanado:** Es el yogurt cuya fermentación y coagulación se produce en el envase.

**3.9. Yogurt deslactosado:** Producto en el cual la lactosa residual ha sido desdoblada a través de un proceso tecnológico, en glucosa y galactosa hasta un mínimo de 85%, sobre un contenido promedio de lactosa de 4,7% m/m, de modo que cumpla con los requisitos establecidos para el contenido de lactosa de la tabla 2.

**3.10. Yogurt tratado térmicamente:** Es el producto obtenido después del tratamiento térmico del yogurt, el cual no necesita contener los microorganismos viables abundantes señalados como requisitos de identidad en el apartado 6.2 de la presente NTP.

## 4. CLASIFICACIÓN

### 4.1. Por el contenido de grasa

#### 4.1.1. Yogurt entero

4.1.2. Yogurt parcialmente descremado

4.1.3. Yogurt descremado

## 5. REQUISITOS

### 5.1. Requisitos generales

5.1.1. La grasa de la leche no podrá ser sustituida por grasa de origen no lácteo.

5.1.2. Inmediatamente después de su elaboración el producto deberá ser mantenido en refrigeración en un temperatura de 8°C o menos, hasta su consumo

5.1.3. Al yogurt aromatizado (frutado o saborizado) se le podrá agregar hasta 505(m/m) de ingredientes no lácteos.

### 5.2. Requisitos de identidad

**Tabla 1- requisitos de identidad**

Requisitos	Recuento	Método de ensayo
Bacterias lácticas totales (ufc/g)	Min. $10^7$	ISO 7889 (IDF 117)

**NOTA:** Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de identidad.

### 5.3. Requisitos físico-químicos

La parte láctea del yogurt deberá cumplir con los requisitos señalados a continuación.

**Tabla 2. Requisitos físico- químicos**

Requisitos	Yogurt entero	Yogurt parcialmente descremado	Yogurt descremado	Yogurt deslactosado (**)	Método de ensayo
Materia grasa Láctea (m/m)	% Min. 3.0	0.6-2.9	Max. 0.5		ISO 7328 (IDF 116)
Sólidos grasos (m/m)	no % Min. 8.2	Min. 8.2	Min. 8.2		(*)
Acidez, expresada en g de ácido láctico % (m/m)	0.6-1.5	0.6-1.5	0.6-1.5		ISO/TS118 69:IDF150
Proteína de leche % (m/m)	Min 2.7%	Min. 2.7%	Min. 2.7%		ISO 8968-1 (IDF 20-1)
Lactosa (m/m)	%			Max 0.7	AOAC 984.15

(\*) se calculara por diferencia entre los sólidos totales del yogurt ISO 13580 (IDF 151) y el contenido de grasa ISO 7328(IDF 116).

(\*\*) El yogurt deslactosado podrá ser entero, parcialmente descremado o descremado y deberá cumplir con los requisitos correspondientes señalados en la Tabla.

### 5.4. Aditivos alimentarios

Se podrán usar aditivos alimentarios permitidos por la autoridad nacional competente o en su defecto por la Comisión del Codex Alimentarios en su versión vigente para este grupo de productos.

## 5.5. Requisitos microbiológicos

**Tabla 3- Requisitos microbiológicos**

Requisitos	n	M	M	c	Métodos de ensayo
Coliformes (ufc/g ó mL)	5	10	100	2	ISO 4832
Mohos (ufc/g ó mL)	5	10	100	2	ISO 21527-1
Levaduras (ufc/g ó mL)	5	10	100	2	ISO 21527-1

### **Donde:**

**n:** Es el número de unidades de muestra de un lote de alimentos que deben ser examinados, para satisfacer los requisitos de un plan de muestreo particular.

**m:** Es un criterio microbiológico, el cual en un plan de muestreo de dos clases, separa buena calidad de calidad defectuosa, o en otro plan de muestreo de tres clases, separa buena calidad de calidad marginalmente aceptable. En general “m” representa un nivel aceptable y valores sobre el mismo son marginalmente aceptables o inaceptables.

**M:** Es un criterio microbiológico, que en un plan de muestreo de tres clases, separa calidad marginalmente aceptable de calidad defectuosa. Valores mayores a “M” son inaceptables.

**5.5.1. Plan de muestreo:** Es la relación de los criterios de aceptación que se aplicaran a un lote basado en el análisis, por métodos específicos, del número necesario de unidades de muestra.

**NOTA:** Si en un plan de muestreo de dos clases se requieren los valores de n, c y m y si lo es de tres clases los de n, c, m y M.

## 6. INSPECCION Y MUESTREO

**6.1.** Para el yogurt tratado térmicamente, tomar en forma aleatoria 200 envases del lote, para inspeccionar la calidad de los envases y el hinchamiento. Si no se encuentran envases defectuosos se procederá a efectuar el muestreo para los ensayos correspondientes. Si durante la inspección de los 200 envases, se encontraran unidades defectuosas, las partes interesadas podrán acordar someter el lote a una inspección total. Si el número de envases defectuoso es igual o mayor que 1% se rechaza el lote.



**6.2.** Para el muestreo de los requisitos físico químicos se utilizarán los planes de muestreo establecidos en la NTP-ISO 5538 (IDF 113:2004).

**6.3.** Para el muestreo de los requisitos microbiológicos, se tomará una muestra de 05 envases para los ensayos de laboratorio, debiendo tomarse muestra similares para las partes interesadas.

## **7. ENVASE Y ROTULADO**

### **7.1. Envase**

**7.1.1.** Los envases y embalajes a utilizarse serán de materiales adecuadas para la conservación y manipuleo del producto, no deberán transmitirle sabores ni olores extraños y podrán ser de dimensiones y formas variadas. La inocuidad del material de envase se sujetará a lo señalado por la autoridad sanitaria competente.

### **7.2. Rotulado**

**7.2.1.** El rotulado deberá cumplir con las disposiciones establecidas en la NTP 209.038 y la NTP 202.085

**7.2.2.** Para el caso del yogurt tratado térmicamente, el rotulado debe indicar. “no posee algunas propiedades relacionadas con la regeneración de la flora intestinal” o algún texto equivalente.

## ANEXO 5

### Secuencia de Fotografías del desarrollo de la presente investigación



**Fotografía 1:** Obtención de lacto suero



**Fotografía 2:** Pasteurización: lacto suero más leche



**Fotografía 3:** Análisis fisicoquímico de las muestras



**Fotografía 4:** Análisis sensorial