



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD INGENIERÍA  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

Efecto de la adición del suero de mantequilla dulce en las características  
fisicoquímicas, color, reología y estabilidad proteica del yogur

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial**

**Autor:**

**Santillán Mata Erick Alexander**

**Tutor:**

**PhD. Sonia Lourdes Rodas Espinoza**

**Riobamba, Ecuador. 2025**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Erick Alexander Santillán Mata**, con cédula de ciudadanía **050444141-1**, autor del trabajo de investigación titulado: **Efecto de la adición del suero de mantequilla dulce en las características fisicoquímicas, color, reología y estabilidad proteica del yogur**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 18 días del mes diciembre de 2025.



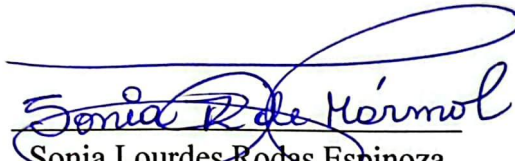
---

Erick Alexander Santillán Mata  
C.I:050444141-1

## DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Sonia Lourdes Rodas Espinoza catedrático adscrito a la Facultad Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación Efecto de la adición del suero de mantequilla dulce en las características físicoquímicas, color, reología y estabilidad proteica del yogur, bajo la autoría de Erick Alexander Santillán Mata; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 18 días del mes de diciembre de 2025.



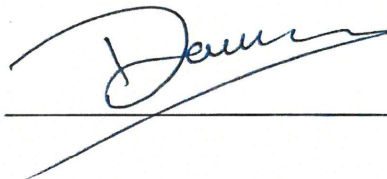
Sonia Lourdes Rodas Espinoza  
C.I: 0601864127

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Efecto de la adición del suero de mantequilla dulce en las características fisicoquímicas, color, reología y estabilidad proteica del yogur”, presentado por Erick Alexander Santillán Mata, con cédula de identidad número 050444141-1, bajo la tutoría de Dra. Sonia Lourdes Rodas Espinoza; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

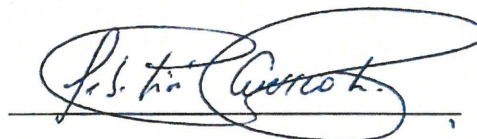
De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a 18 días del mes de diciembre de 2025

Davinia Sánchez, PhD.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



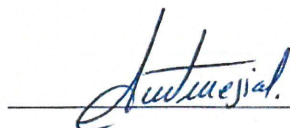
---

Sebastián Guerrero, MSc.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



---

Ana Mejía López, Mgs.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



---

# CERTIFICACIÓN

Que, Santillán Mata Erick Alexander con CC: **050444141-1**, estudiante de la Carrera **AGROINDUSTRIA R-A**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " Efecto de la adición del suero de mantequilla dulce en las características fisicoquímicas, color, reología y estabilidad proteica del yogur," , cumple con el 15 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 10 – 12 - 2025



PhD. Sonia Rodas Espinoza  
**TUTORA**

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de titulación, y el logro alcanzado al culminar mi formación como Ingeniero Agroindustrial, de manera muy especial a mis padres y abuelita, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida y el mayor ejemplo de amor, sacrificio y perseverancia.

A mi madre Lidia Mata, por su fortaleza inquebrantable frente a la adversidad. Aun enfrentando una enfermedad catastrófica, nunca dejó de brindarme su apoyo, preocupación y aliento constante. Su valentía, fe y entrega han sido una fuente permanente de inspiración, enseñándome que, incluso en los momentos más difíciles, es posible seguir adelante con esperanza y determinación.

A mi padre Julio Santillan, hombre trabajador y humilde, quien mediante su labor diaria en el transporte con su camioneta supo encontrar la manera de solventar los gastos necesarios para mi formación profesional. Su esfuerzo silencioso, responsabilidad y ejemplo de lucha honesta han sido fundamentales para que hoy este sueño se haga realidad.

A mis tres hermanos Julio, Paul y Juan, por su apoyo incondicional, palabras de ánimo y confianza permanente, quienes me impulsaron a no rendirme y a culminar con éxito esta etapa tan importante de mi vida.

a mi abuelita Clemencia, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus sabios consejos, que han sido una fuente de inspiración a lo largo de mi vida. Gracias por creer siempre en mí, por tus oraciones y por acompañarme con tu cariño en cada paso de este camino.

Este logro no es solo mío, sino el reflejo del amor, la unión y el sacrificio de mi familia, a quienes dedicaré siempre cada uno de mis éxitos.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios por haberme concedido la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar este trabajo de tesis. Su guía constante y su amor incondicional fueron mi apoyo en cada etapa del proceso, incluso en los momentos de dificultad e incertidumbre. Gracias a Él fue posible superar los obstáculos y alcanzar este objetivo académico, que hoy representa no solo un logro personal, sino también una oportunidad de crecimiento y aprendizaje.

Expreso mi profundo y sincero agradecimiento a la **Universidad Nacional de Chimborazo**, institución que me acogió durante mi formación académica y profesional, brindándome los conocimientos, valores y herramientas necesarias para culminar con éxito la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**. Mi gratitud se extiende a las autoridades universitarias y a la **Facultad de Ingeniería**, por su constante compromiso con la excelencia académica y el desarrollo integral de sus estudiantes.

De manera especial, agradezco a los docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, quienes a lo largo de mi proceso de formación compartieron sus conocimientos, experiencias y vocación docente, contribuyendo significativamente a mi crecimiento profesional y fortaleciendo mi criterio técnico y científico.

Mi reconocimiento y agradecimiento particular a la tutora de tesis, **Dra. Sonia Lourdes Rodas Espinoza**, por su valiosa orientación, apoyo permanente, paciencia y asesoramiento técnico durante el desarrollo de este trabajo investigativo. Sus observaciones y recomendaciones fueron fundamentales para alcanzar los objetivos planteados. Asimismo, agradezco a los **miembros del tribunal** de tesis, por el tiempo dedicado a la revisión del documento y por sus aportes académicos, los cuales permitieron mejorar la calidad del presente trabajo.

Agradezco también a mis compañeros de carrera y amigos, quienes a lo largo de este camino compartieron conocimientos, experiencias y momentos que enriquecieron mi vida universitaria, convirtiéndose en un apoyo importante durante el desarrollo académico.

Finalmente, expreso mi gratitud a todas las personas e instituciones que, de manera directa o indirecta, colaboraron con información, recursos, orientación o apoyo moral para la realización de este trabajo de investigación, el cual representa el esfuerzo, la constancia y el compromiso asumido durante mi formación profesional.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Antecedentes.....	14
1.2 Problema.....	15
1.3 Justificación.....	16
1.4 Objetivos.....	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Marco Referencial.....	18
2.2 Marco Teórico.....	20
2.2.1. El Suero de Mantequilla.....	20
2.2.2. Tipos de Suero de Mantequilla.....	20
2.2.3. Composición Química del Suero de Mantequilla.....	21
2.2.4. Usos del Suero de Mantequilla en la Industria Láctea.....	22
2.2.5. El Yogur.....	23
2.2.6. Elaboración del Yogur.....	23
2.2.7. Clasificación del Yogur.....	25
2.2.8. Composición Nutricional del Yogur.....	28
2.2.9. Características Organolépticas del Yogur.....	29
2.2.10. Características Físico - Químicas del Yogur.....	31
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	33
3.1 Tipo de Investigación.....	33
3.2 Diseño de Investigación.....	33
3.3 Procedimiento de la elaboración del yogur.....	33
3.4 Selección y recepción de ingredientes.....	35



3.5	Pretratamiento de la leche y suero de mantequilla .....	36
3.6	Enfriamiento de la mezcla .....	36
3.7	Inoculación con cultivos bacterianos .....	36
3.8	Enfriamiento post - fermentativo .....	36
3.9	Batido.....	36
3.10	Técnicas de Recolección de Datos .....	37
3.10.1	Métodos de Análisis Fisicoquímicos del Yogur .....	37
3.11	Población de Estudio y Tamaño de la Muestra .....	38
3.12	Métodos de análisis y procesamiento de datos .....	39
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		40
4.1	Resultados del análisis de la materia prima .....	40
4.2	Análisis del pH y acidez del yogur .....	40
4.3	Evaluación de las características fisicoquímicas del yogur .....	44
4.4	Evaluación del nivel de aceptación de los tratamientos a través de un análisis sensorial .....	46
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		51
5.1	CONCLUSIONES .....	51
5.2	RECOMENDACIONES.....	51
BIBLIOGRAFÍA .....		52
ANEXOS .....		62

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i>	<i>Tabla de suero de mantequilla .....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 2</i>	<i>Composición del suero de mantequilla dulce .....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 3</i>	<i>Usos del lactosuero en la industria de alimentos .....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 4</i>	<i>Clasificación del yogur según sus características (NTE INEN 2395:2011).....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 5</i>	<i>Clasificación del yogur según el Codex Alimentarius CXS 243-2003 (Rev. 2018).....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 6</i>	<i>Clasificación del yogur de Bankole .....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 7</i>	<i>Contenido nutricional del yogur natural .....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 8</i>	<i>Pautas de Calidad para especificaciones del USDA para Yogur.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 9</i>	<i>Requisitos sensoriales del yogur según la NTE INEN 2395:2011 .....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 10</i>	<i>Tratamientos experimentales para la elaboración de yogur con la adición de suero de mantequilla.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 11</i>	<i>Materiales y reactivos utilizados para la determinación de acidez titulable en yogur.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 12</i>	<i>Escala hedónica por niveles.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 13</i>	<i>Resultados de los análisis de las materias primas.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 14</i>	<i>Acidez Titulable en los tratamientos evaluados.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 15</i>	<i>Evolución del pH en los tratamientos .....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 16</i>	<i>Propiedades fisicoquímicas del yogur elaborado con diferentes porcentajes de suero de mantequilla .....</i>	<i>44</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Protocolo de Elaboración de Yogur.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 2 Diagrama de flujo de la elaboración del yogur (parte1).....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 3 Diagrama de flujo de la elaboración del yogur (parte2).....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 4 Evolución de la acidez titulable en yogur elaborado con diferentes niveles de suero de mantequilla .....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 5 Evolución de pH en yogur elaborado con diferentes niveles de suero de mantequilla .....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 6 Valoración de aceptación del color del Yogur con la adición de Suero de Mantequilla en diferentes porcentajes .....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 7 Valoración de aceptación del olor del Yogur con la adición de Suero de Mantequilla en diferentes porcentajes .....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 8 Valoración de aceptación del sabor del Yogur con la adición de Suero de Mantequilla en diferentes porcentajes .....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 9 Valoración de aceptación de la textura del Yogur con la adición de Suero de Mantequilla en diferentes porcentajes .....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 10 Valoración de la aceptación general del Yogur con la adición de Suero de Mantequilla en diferentes porcentajes .....</i>	<i>50</i>

## RESUMEN

El suero de mantequilla dulce es un subproducto obtenido de la producción láctea que, al ser recuperado, ofrece un excelente potencial de uso en la generación de nuevos productos, debido al contenido de componentes funcionales. El objetivo de esta investigación fue el análisis de la influencia de la adición de suero de mantequilla dulce en las características físicoquímicas, viscosidad, aceptación sensorial del yogur. La investigación fue de carácter cuantitativo con una metodología de investigación experimental, se aplicó un diseño completamente al azar con un solo factor: 5 %, 10 % y 15 % de suero de mantequilla en yogur con tres repeticiones para un total de tres tiempos de almacenamiento (1, 8 y 15 días). Se analizaron los parámetros de pH y acidez titulable en los diferentes tratamientos por 30 días de almacenamiento. Asimismo, se analizaron de cada tratamiento la densidad, viscosidad y proteína. Además, se aplicó una prueba de análisis sensorial considerando los atributos de color, olor, sabor, textura y aceptación general, con una escala hedónica de cinco puntos, que se aplicó a 25 panelistas no entrenados. Los resultados indicaron que el uso de suero de mantequilla produjo un incremento en la acidez y un valor más bajo en el pH, a medida que avanzaba el almacenamiento, siendo el tratamiento del 10 % el que demostró mayor estabilidad. El contenido de proteínas superó los límites mínimos establecidos por la norma INEN 2395:2011, lo que valoriza el aspecto nutricional del producto. La viscosidad presentó una tendencia a la baja a medida que aumentaba la concentración de suero, sin influir en la consistencia del producto, mientras que la densidad no mostró valores significativos. Por último, en la prueba de evaluación sensorial, el tratamiento con una concentración de suero del 10 % alcanzó la mayor aceptación por parte de los evaluadores.

**Palabras claves:** Mazada, yogur, alimento funcional

## ABSTRACT

Sweet buttermilk is a byproduct of dairy production that, when recovered, offers excellent potential for developing new products due to its functional components. The objective of this research was to analyze the influence of adding sweet buttermilk on the physicochemical characteristics, viscosity, and sensory acceptance of yogurt. The research was quantitative and employed an experimental methodology. A completely randomized design with a single factor was used: 5%, 10%, and 15% buttermilk in yogurt, with three replicates per storage time (1, 8, and 15 days). pH and titratable acidity were measured for the different treatments during storage. The physicochemical characteristics (density, viscosity, and protein content) of each treatment were also evaluated. In addition, a standard sensory analysis test (color, odor, flavor, texture, and overall acceptability) was conducted using a five-point hedonic scale. A total of 25 untrained panelists, all regular consumers of this product type, participated. The results indicated that the use of buttermilk significantly affected acidity and pH, with acidity increasing and pH decreasing as storage progressed. The 10% whey concentration treatment demonstrated the greatest stability. The protein content exceeded the minimum limits established by the INEN 2395:2011 standard, thus enhancing the product's nutritional value. Viscosity decreased with increasing whey concentration, without affecting the product's consistency, while density remained unchanged. Finally, in the sensory evaluation, the 10% whey concentration treatment received the highest acceptance rating from the evaluators.

**Keywords:** buttermilk, yogurt, physicochemical properties, sensory analysis, protein, sustainability.



Reviewed by:

Mgs. Hugo Romero

**ENGLISH PROFESSOR**

C.C. 0603156258

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

### 1.1 Antecedentes

La leche y sus derivados constituyen uno de los alimentos más importantes a nivel mundial. Esta producción incluye quesos, leche fresca y mantequilla fresca, donde hubo un incremento de su producción de alrededor del 36% en el período comprendido entre 2014 y 2024 y un consumo de aproximadamente 713 millones de toneladas de leche líquida (Asas et al., 2021).

Hamann (2022) indica que el lactosuero tiene 7000 años de historia. Siendo utilizado en sus inicios como producto medicinal para tratar infecciones, cicatrizaciones, y problemas estomacales. Para el siglo XVII, se lo utilizaba en sopas y mantecas; posteriormente, se lo consideró como un desperdicio ocasionando problemas ambientales; actualmente, se lo utiliza como materia prima para la elaboración o aditivo de productos lácteos.

Específicamente, en la producción de mantequilla, uno de los subproductos es el suero de mantequilla. Esto se refiere a la fase acuosa liberada durante el batido de la crema al fabricar mantequilla, siendo utilizado habitualmente en nutrición animal por su baja estabilidad microbiológica y química. Sin embargo, ha tomado importancia en el ámbito alimentario como panadería y elaboración de queso (Ali, 2019).

Banerjee y Qamar (2022), manifiestan que el suero de mantequilla es el líquido residual también conocido como leche de mantequilla. Este puede presentarse en dos formas: dulce, cuando se obtiene de crema pasteurizada sin fermentar; y fermentado cuando proviene de crema cultivada con bacterias lácticas. Este líquido suele ser más espeso que otras leches, y puede ser dulce o salado, es una bebida muy refrescante en verano.

Para Flores (2023) este subproducto contiene características y propiedades beneficiosas para la salud por la presencia de fosfolípidos. Esta propiedad es ideal para la elaboración de productos funcionales con la peculiaridad de modificar las características de los productos elaborados con base en este suero como la emulsificación, retención de humedad, estabilidad al calor, textura y sabor (Flores, 2023).

Para Cais-Sokolińska y Rudzińska (2018), los componentes del suero de mantequilla dependen de la acidez, la composición de la nata y la condición del batido, donde el contenido de grasa varía de 0.15 a 0.4%, llegando a alcanzar hasta el 0.65% y de nata dulce hasta el 0.75%, también los glóbulos de grasa de leche contienen lípidos polares (glicerofosfolípidos y esfingolípidos), lípidos neutros, proteínas, glicoproteínas, enzimas y colesterol.

Se debe considerar que la cantidad de suero de mantequilla es proporcional a la cantidad de mantequilla producida. De tal manera, un indicador indirecto de la importancia de este subproducto son los valores de mantequilla producidos mundialmente, los cuales, se han establecido en 7 millones de toneladas anuales en promedio (Parrón et al., 2018).

Recalcando no solo la importancia de dar un uso adecuado a este suero sino también el crecimiento que experimentan estos en el mercado.

Es en este contexto, que distintas investigaciones han demostrado las capacidades y usos posibles del suero. A nivel físico químico la adición del suero de mantequilla ha demostrado la capacidad de funcionar tanto como emulsionante como estabilizador térmico. Atribuido principalmente a su composición, la cual presenta fosfolípidos, proteínas, calcio, caseína y  $\beta$ -lactoglobulina (Hasan et al., 2023; Jiménez-Flores, 2021).

Específicamente en el sector de bebidas y productos fermentados, el suero ha sido utilizado como base para bebidas lácteas, teniendo la capacidad de sustituir a la leche descremada en estas sin afectar la aceptación sensorial ni su reología (Santos et al., 2024). Además, en panadería se usa para mejorar el sabor, la textura y el volumen de los productos horneados, así como para retardar el envejecimiento del pan (Ledgard et al., 2025).

El suero de mantequilla es rico en nutrientes como minerales (potasio, fósforo, calcio), vitamina B12, riboflavina y proteínas, y contiene componentes de la membrana del glóbulo graso de la leche asociados a propiedades beneficiosas para la salud, incluyendo efectos antivirales, anticancerígenos, reducción del colesterol, inhibición de patógenos gastrointestinales y posibles efectos protectores frente a enfermedades como el cáncer de colon, enfermedades coronarias, osteoporosis y síndrome de intestino irritable (Hasan et al., 2023)

Mazorra-Manzano y Moreno-Hernández (2019) mencionan que la industria láctea es una de las áreas más dinámicas de la industria alimentaria mundial, el suero de mantequilla al ser un subproducto del proceso se convierte en un residuo altamente contaminante si no se lo maneja de manera adecuada. El alto costo que genera la eliminación del suero de mantequilla ha provocado que importantes cantidades de este subproducto sea desechado en ríos, acequias, y quebradas, ocasionando un grave problema de contaminación ambiental (Asas et al., 2021).

El cuidado del medio ambiente en la actualidad ha tomado gran importancia dentro de la sostenibilidad de los recursos naturales; por lo tanto, el uso del suero de mantequilla en la elaboración del yogur proporciona la posibilidad de mejora a las características físico-química de esta bebida láctea y de esta manera se evita su descarga al medio circundante eliminando todo proceso de contaminación (Lizárraga-Chaidez et al., 2023).

## **1.2 Problema**

La reutilización de desechos generados en la industria láctea, como el suero de mantequilla dulce, tiene el potencial para generar productos enriquecidos en cuanto a su contenido nutricional y características organolépticas, de esta manera se abre la posibilidad de diversificar las líneas de producción. Permitiendo innovar el mercado con productos atractivos y reducir costos de producción.

La producción de leche para el año 2023 creció en un 2.1%, esto representa 964 millones de toneladas a nivel mundial, siendo 1.1 % superior al año 2022 (López et al, 2024). Esta producción láctea ha generado una gran carga residual contaminante de formas sólidas, líquidas y gaseosas que afectan al medio ambiente (Velasco, 2022), llegando a producir de acuerdo a Rosas y Acebo (2022) a nivel mundial aproximadamente 190 millones de toneladas de lactosuero anuales.

De acuerdo a Fortune Business Insights (2025), la producción mundial de mantequilla proyectada para 2024 fue la base para estimar la producción del suero de mantequilla, donde se asume una relación de subproducto de 1,35:1 aproximadamente 14,2 millones de toneladas métricas e líquido de suero de mantequilla se produjo en el año 2024.

Esto demuestra la cantidad existente del subproducto, que no es irrelevante para el contexto ecuatoriano. Ya que, la producción láctea en el país alcanzó los 5.7 millones de litros diarios para el año 2023; siendo el 51.8% correspondiente a la industria formal. Las principales provincias productoras son: Pichincha, Santo Domingo, Cotopaxi, Manabí y Carchi. Según la Cámara de Comercio de Guayaquil (2019). En Ecuador se desconoce de igual manera la cantidad de leche destinada a la producción de mantequilla, el único valor oficial es el del queso con 30 por ciento del total (Alvarado-Cóndor et al., 2022).

El suero de mantequilla ha sido históricamente considerado uno de los principales desperdicios y agentes contaminantes dentro de las industrias lácteas. No obstante, este subproducto posee un alto potencial debido a su bajo contenido en materia grasa, su riqueza en proteínas de alto valor biológico, y la versatilidad de sus componentes para la elaboración de diferentes productos lácteos (Cossio y Chipana, 2022).

De esta manera y considerando las tendencias globales de uso de la leche (15 por ciento del total producido) (Atkins & Walmsley, 2013) y la cantidad de leche que se necesita para generar 1 kg de mantequilla (20 litros). En el país se puede estimar la producción del suero de mantequilla, un valor aproximado de 7.14 millones de suero de mantequilla al año. Volumen significativo que representa tanto una preocupación ambiental como oportunidad para la valorización del subproducto.

### **1.3 Justificación**

El suero de mantequilla como subproducto de la industria láctea, representa un volumen considerable, el cual, a pesar de ser utilizado en varios sectores alimenticios a nivel mundial sigue siendo subutilizado en segmentos industriales del Ecuador. Provocando un alto grado de contaminación ambiental, especialmente en ecosistemas acuáticos; siendo de gran interés su uso en la elaboración de bebidas lácteas como el yogur.

Según Zhao et al. (2020) afirmaron que el suero de mantequilla es ampliamente utilizado en productos lácteos, debido a sus propiedades emulsionantes y nutricionales.



Es por esto por lo que, la utilización del suero de mantequilla para elaborar una bebida fermentada de consumo masivo como es el yogur es una opción atractiva y sustentable para el aprovechamiento de este subproducto. La incorporación del suero de mantequilla a la elaboración de yogur puede ofrecer una amplia ventaja en su composición, calidad nutricional y sensorial, otorgando ciertas características organolépticas al alimento,

Esto motiva a incursionar al uso de este subproducto, con el fin de mejorar ciertos aspectos sensoriales y tecnológicos, que a su vez puede convertirse en una alternativa para conocer su rendimiento y que efectos este puede causar en la producción de leches fermentadas, que puede ser su tiempo de durabilidad, sabor, textura; de esta manera minimizar el impacto ambiental y proporcionar una alternativa económica en la reutilización de este subproducto.

Además, su aplicación favorecerá a la creación de un posible emprendimiento en la agroindustria ecuatoriana, promoviendo la creación de alimentos lácteos funcionales con valor agregado y alta aceptación en el consumidor. En este contexto esta investigación se justifica por aportar una solución ambiental viable, tecnológica y económicamente factible, que impulse la sostenibilidad y sustentabilidad del sector lácteo y sea un aporte al desarrollo y creación de productos nutritivos y competitivos a partir de la revalorización de subproductos agroindustriales.

## **1.4 Objetivos**

### **General**

- Evaluar el efecto de la adición del suero de mantequilla dulce en las características fisicoquímicas, color, reología y estabilidad proteica del yogur

### **Específicos**

- Analizar el efecto de la adición de suero de mantequilla dulce en la acidez y pH del yogur durante el proceso de producción.
- Evaluar las propiedades fisicoquímicas del yogur con diferentes concentraciones de suero de mantequilla dulce.
- Determinar el nivel de aceptación de los tratamientos a través de un análisis sensorial.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

### 2.1 Marco Referencial

La investigación de Flores (2023) sobre el “Aprovechamiento del suero de mantequilla para la elaboración de una bebida mediante microfiltración tangencial” consiguió obtener una bebida microbiológicamente estable, donde la proteína concentrada del suero fue influenciada por el tamaño del poro de la membrana (0.1 y 0.2  $\mu\text{m}$ ). La combinación de ingredientes destacó las propiedades sensoriales con una concentración proteica final de 5.06 g/100g y el almacenamiento a una temperatura de 8 °C le dio una vida útil del producto de 66 días.

Hickey et al.(2018) en su investigación sobre “El efecto de la adición del suero de mantequilla o suero de mantequilla en polvo sobre la funcionalidad, la textura, las características sensoriales y volátiles del queso estilo Cheddar” indicaron que la adición del suero dio como resultado un queso más blando con niveles de ácidos grasos libres más altos, compuestos volátiles y un mal sabor en los perfiles sensoriales con la adición del suero de mantequilla. La adición de un 10% de suero de mantequilla en polvo a la cuajada dio como resultado un queso comparable con el Cheddar.

En la investigación denominada “Preparación y caracterización de un ingrediente enriquecido con lípidos polares de leche a partir de suero líquido de mantequilla fresca industrial: combinación de modificaciones físico-químicas y tratamientos tecnológicos” de Gassi et al. (2016) propusieron valorizar los subproductos mediante el desarrollo de un proceso tecnológico con lípidos polares, donde el ingrediente final contenía 31.5%, 26% y 34% de lípidos polares, proteínas y triacilglicerol. Las proteínas reconocidas fueron caseínas, proteínas de suero y proteínas de la membrana del glóbulo graso de la leche, esto ayudó en la preparación de un ingrediente rico en lípidos polares de la leche para aplicaciones alimentarias.

Zhao et al. (2020) afirmaron que el suero de mantequilla es ampliamente utilizado en productos lácteos, debido a sus propiedades emulsionantes y nutricionales. Además, la incorporación entre 1 a 2% de suero de mantequilla, aumentó la acidez de titulación final ( $82.3 \pm 2.47$ ) y disminuyó el pH a 4.5 durante un período de 4 horas, acortando el período de fermentación; también aumentó la viscosidad (58.42 %) y la firmeza del yogur, es decir que alteró las características reológicas del yogur y mejoró la textura y almacenamiento del mismo.

La investigación de Szkolnicka et al. (2020) donde la adición del suero de mantequilla en la producción de helado, no deteriora la calidad del producto y las propiedades sensoriales presentaron resultados similares a los helados formulados con leche. Concluye que el suero de mantequilla es una alternativa para el mejoramiento del valor nutricional de los productos lácteos congelados.

Figuerola (2019) manifiesta en su investigación “Utilización del suero de mantequilla y suero ácido para la elaboración del yogur griego” que el análisis sensorial realizado hubo

diferencias significativas entre el yogur griego testigo y el yogur griego adicionado con suero de mantequilla principalmente en el sabor, la textura, la firmeza y la acidez (1.70% a los 28 días de almacenamiento). También bajo temperatura adecuada (5 °C) se puede almacenar por un período de un mes sin que haya presencia de crecimiento de hongos y levaduras.

En la investigación de Lambert et al. (2016), caracterizaron la eficiencia del desnatado de los sueros de mantequilla y de mazada industriales. Además, determinaron las consecuencias de los productos en su composición del contenido de lípidos (20% en materia seca), llegando a una estandarización del contenido lipídico total con el fin de valorizar los compuestos de los subproductos lácteos.

Sakkas et al. (2022) compararon los sueros de mantequilla obtenidos del batido de crema dulce separada de leche de oveja con el suero obtenido de leche de vaca y su reacción al tratamiento térmico (68 °C a 10 y 30 minutos) y su almacenamiento a 6 °C por 20 días. El suero de mantequilla de oveja presentó la composición química con mayor ventaja con respecto a proteína (5.5%, componente sólido más abundante), calcio (113.28 mg/100g) y fósforo (120.28 mg/100g). El suero de mantequilla de vaca presentó 3.28 % en proteína; 57.03 mg/100g en calcio y 79.77 mg/100 mg en fósforo.

Banerjee y Qamar (2022), informaron que la fermentación fue uno de los primeros procesos naturales que el ser humano intentó controlar, el suero de mantequilla posee excelentes potenciales para la salud y curación de enfermedades debido a que contiene varios elementos nutricionales. Presenta 4% de sólidos totales, 3 – 4% de lactosa, 1.2% de ácido láctico; 1.3% de proteínas, y 0.8% de grasa; además de vitaminas, minerales, riboflavina y enzimas; además, contiene altos niveles de fosfolípidos (26 – 31 %), siendo fundamental y funcional en las formulaciones de productos lácteos.

Sodini et al. (2006) afirman que el suero de mantequilla es un ingrediente lácteo ampliamente utilizado en la industria alimentaria y determinan las propiedades y la composición del suero de mantequilla dulce, agrio y suero de mantequilla. La solubilidad de proteínas tuvo un rango de 60% a 79%, viscosidad, propiedades emulsionantes y espumantes), resultado que el suero de mantequilla presentó las mejores propiedades emulsionantes y menor capacidad espumante debido a la alta cantidad de fosfolípidos (1.15% a 1.87%) presentes en comparación con el suero de mantequilla dulce y agrio (valores sin determinar).

El- Dardiry et al. (2024) investigaron la adición de polvo de cáscara de plátano (0.5%; 1% y 1.5%) al suero de mantequilla utilizado en la elaboración del queso ricotta. Los resultados presentaron un impacto importante en el contenido de cenizas (1.11% a 1.20%), fibras (0.23% a 0.55%), proteínas (13.21% a 14.66%), humedad (64.5% a 66.48%), pH (5.87 a 5.95), contenido fenólico total (30.04% a 36.58%), actividad antioxidante total (38.11% a 52.39%), minerales y vitaminas. La presencia de mohos y levaduras se dio hasta 31 días después del almacenamiento en frío.

Campos et al. (2021), indicaron que el objetivo de su investigación fue aprovechar el suero de leche y el suero de mantequilla para la elaboración de un producto fermentado lácteo con sabor a piña y vino. El producto fue caracterizado en base a términos fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, donde utilizó cuatro tratamientos con diferentes porcentajes de suero de mantequilla (0, 50, 60 y 70 %). Los valores promedio de los tratamientos no tuvieron significancia estadística al 5% en viscosidad, pH, acidez y color. El promedio de aceptación fue un valor superior a 8 con relación a textura, sabor, aroma y color, mientras que en las pruebas de intención de compra hubo promedios sobre 5.4 en una escala de valoración de 7 para todas las formulaciones.

Se evidencia que los resultados de las investigaciones presentadas anteriormente, la adición del suero de mantequilla en la elaboración de productos lácteos si tiene influencia en la mejora de los parámetros organolépticos y de las características físico – químicas.

## **2.2 Marco Teórico**

### **2.2.1. *El Suero de Mantequilla***

Durante el batido de la crema en la fabricación de mantequilla la fase acuosa que se libera es el suero de mantequilla y contiene todos los componentes solubles en agua como la proteína de la leche, la lactosa y los minerales. Además, encierra material derivado de la membrana del glóbulo de grasa de la leche, que se rompe durante el batido y migra principalmente a la fracción de suero de mantequilla. Contiene más fosfolípidos que la leche debido a su alto contenido en membrana del glóbulo de grasa de la leche (Sodini et al., 2006).

Según Figueroa (2019) la crema es expuesta a tratamientos mecánicos donde mediante agitación en presencia de aire es envuelta hasta que exista un rompimiento de los agregados de los glóbulos de grasa y liberen la membrana de los fosfolípidos y proteínas. El suero, también conocido como mazada, es un líquido de color blanco - amarillento, ligeramente menos espeso que la nata o crema de leche, con un contenido bajo en grasa. Sus componentes son similares a los de la leche descremada, variando en función de la acidez, la composición de la crema y las condiciones del proceso de batido (Sánchez et al., 2025).

Para Ferreiro et al. (2016) los fosfolípidos más comunes son: glicerofosfolípidos y esfingofosfolípidos, siendo los principales componentes estructurales de las membranas que delimitan los glóbulos de grasa de la leche. Además, el suero de mantequilla contiene lactosa, minerales y proteínas, la proporción de proteínas es aproximadamente: 59% de caseínas, 23% de proteínas séricas y el 19% de proteínas de la membrana de glóbulo graso de la leche (Vanderghem et al., 2010).

### **2.2.2. *Tipos de Suero de Mantequilla***

De acuerdo a Vanderghem et al. (2010) los sueros de mantequilla pueden ser como se menciona en la Tabla 1:

**Tabla 1***Tipos de suero de mantequilla*

Tipos	Características
Suero dulce	Resulta a partir de la crema de leche fresca. Luego de batirla se obtiene mantequilla y suero con sabor similar a la leche descremada
Suero agrio	Resulta del batido de crema madurada de leche sin pasteurizar dejándola agriar naturalmente antes de batirla
Suero cultivado	Se produce mediante la fermentación de leche descremada o leche baja en grasa con cultivos iniciadores de bacterias lácticas (LAB). Este es el tipo más comúnmente disponible comercialmente

*Nota.* Adaptado de Milk fat globule membrane and buttermilks: From composition to valorization, por Vanderghem et al., (2010), Biotechnology, Agronomy, Society and Environment, 14(3), 487-489.

### 2.2.3. Composición Química del Suero de Mantequilla

La composición del suero de mantequilla, también conocido como mazada se describe en la Tabla 2:

**Tabla 2***Composición del suero de mantequilla dulce*

Ítem	Unidades	Suero de mantequilla
Humedad	g/kg	914.5 ± 1.1
Colesterol	mg/kg	43.44 ± 0.1
Acidez titulable	% ácido láctico	0.4 ± 0.1
Bacterias ácido-lácticas	10 <sup>4</sup> UFC/g	2.14 ± 0.2 (en 100 g)
Energía	kcal / kJ	62 kcal – 259 kJ
Carbohidratos	g / 100 g	10
Grasas	g / 100 g	0.3 – 2
Proteínas	g / 100 g	2.66 – 3.0
Calcio	mg / 100 g	102 – 117
Potasio	mg / 100 g	86 – 152

*Nota.* La información fue adaptada de Short communication: Cholesterol oxidation products in traditional buttermilk por Cais-Sokolińska y Rudzińska, 2018, Journal of Dairy Science, 101(5), pág. 3831 y Recuperación del suero de mantequilla y obtención de la bebida láctea a base de suero de mantequilla por Torrez, 2017, Tesis de Grado, <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18219/PG-310.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

De acuerdo a Gassi et al, (2016) el suero de mantequilla tiene una composición similar a la leche descremada, diferenciándose principalmente en su mayor contenido de fosfolípidos con alrededor de  $958 \pm 137$  mg/kg. Mazorra y Moreno (2019) indica que el suero de mantequilla dulce posee un porcentaje del 55 % de los nutrientes mayoritarios originales de la leche, estos corresponden al 96 % de la lactosa (46 g/L a 52 g/L), 25 % de la proteína (6 g/L a 10 g/L) y 8 % de la materia grasa (5 g/L). Mientras que Cais-Sokolińska y Rudzińska (2018), reportó que la cantidad de colesterol presente en el suero de mantequilla fue de 43.44 mg/kg, de proteína total fue de 33.23 g/kg y caseína de 25.35 g/kg.

#### 2.2.4. Usos del Suero de Mantequilla en la Industria Láctea

Debido al complejo proteico de la leche, las proteínas que se encuentran en el suero de mantequilla son usadas ampliamente en la fabricación de nuevos alimentos, por sus propiedades emulsificantes y gelificantes. La  $\beta$ -lactoglobulina, se la considera como la principal agente gelificante. Además, ha favorecido las propiedades funcionales como la solubilidad, emulsificación, retención de agua-grasa, espumado y espesantes (Támara, 2015).

**Tabla 3**

*Usos del lactosuero en la industria de alimentos*

<b>Industria alimentaria</b>	<b>Usos o beneficios del suero de mantequilla</b>
Panadería (croissants, tortas)	Incrementa el valor nutricional, emulsificante, reemplaza la adición de huevo, dar cuerpo a la masa.
Bebidas fermentadas y quesos	Incrementa el valor nutricional, emulsificante, gelificante, mejora propiedades organolépticas, mejor consistencia, cohesividad.
Jugos de frutas, refrescos, bebidas	Incrementa el valor nutricional, solubilidad, viscosidad, estabilizante coloidal.
chocolatadas, bebidas a base de leche	Emulsificación, cuerpo y textura a los productos elaborados.
Postres, barras de yogur, helados	Emulsificante, facilita el batido.
Confitería	Pre-emulsificante, gelificante, mejora la solubilidad.
Productos cárnicos	Incrementa el valor nutricional, emulsificante, bajo costo, alimentos para deportistas, adultos mayores, fórmulas nutricionales
Alimentos nutricionales	Productos alimenticios especiales, suplementos nutricionales,
Concentrados de proteína	Suplementos proteicos, bebidas y productos con alto contenido de proteína (90 – 95 %)
Aislados de proteína	Fórmulas nutricionales infantiles, para deportistas, nutrición especial (80 – 90 %)
Hidrolizados de proteína	

Nota. Adaptado de Aprovechamiento Industrial del Lactosuero por Támara, (2015), Tesis de Grado, Universidad de Córdoba, pág 27.

Varios usos seleccionados del suero (ver Tabla 3) y de las preparaciones de suero en la industria alimentaria han sido analizados donde se incluyen: carne y productos cárnicos,

productos bajos en grasa, yogures y helados, quesos, productos de panadería, productos de confitería y pastelería, fórmulas infantiles y bebidas de suero (Królczyk et al., 2016).

#### **2.2.5. El Yogur**

El yogur es un importante producto lácteo fermentado que según Rashwan et al. (2023) también aporta probióticos, bacterias de ácido láctico, vitaminas, calcio y proteínas.

Abdel-Hamid et al (2020) indican que actualmente existen demandas de nuevos alimentos funcionales. Uno de ellos es el yogur siendo el producto lácteo más importante y consumido a nivel mundial. Al contener especies bacterianas probióticas, ayudan a numerosas actividades biológicas, antibacterianas e inmunomoduladoras y mejoran el sistema cardiovascular.

De acuerdo a Weill (2017), el uso de leche animal se remonta a la época de la domesticación de los animales, tomándola como una práctica habitual, de esta manera la leche se volvió un alimento habitual. La aparición del yogur fue obra de la casualidad debido a que la leche se almacenaba y transportaba en bolsas elaboradas con la piel de los estómagos de los animales que domesticaban y durante el almacenamiento y transportación, los microorganismos presentes en estas bolsas, se encargaban de la fermentación de la almacenada.

El yogur es un producto lácteo coagulado que se obtiene de la fermentación producida por el microorganismo *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termophilus*, en la leche entera, pasteurizadas, descremadas o semidescremadas. Se le pueden adicionar aromatizantes, azúcares y edulcorantes, aditivos alimentarios autorizados y cultivos de bacterias permitidas (Espinoza y Zapata, 2010).

El yogur es un producto lácteo con propiedades saludables y con mayor digestibilidad debido a su contenido proteico, como caseínas ( $\alpha$ ,  $\kappa$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ ), proteínas de lactosuero,  $\alpha$ -lactoalbúmina,  $\beta$ -lactoglobulina, albúmina sérica, proteasas-peptonas, inmunoglobulinas, enzimas como lipasas, proteasas o fosfatasas, metaloproteínas como transferrina, ceruloplasmina y lactoferrina, elevada concentración de ácidos grasos (AG) de cadena corta y tasas de carbohidratos mínima ayudando a superar la digestión de la lactosa en individuos con problemas de intolerancia (Jahaira Huarcaya et al., 2024).

#### **2.2.6. Elaboración del Yogur**

Ramírez (2024) menciona que el yogur es un alimento que presenta un mínimo de carga microbiana de  $10^7$  UFC/g. Los ingredientes utilizados para su elaboración son de gran importancia, siendo uno de los principales la leche pasteurizada entera, leche en polvo entera, azúcar, yogur natural.

Ichimura (2024) indica que el yogur durante el proceso de fermentación las bacterias ayudan a reducir el pH y provocan la coagulación de las proteínas que se encuentran en la leche. Los metabolitos producidos por estas bacterias como los ácidos carbonílicos, ácidos volátiles y no volátiles y exopolisacáridos afectan de manera significativa la calidad del yogur, así como también el método utilizado. El uso de materias primas, la esterilización, homogeneización, fermentación y cada una de las condiciones que se usen en los diferentes métodos de fabricación van a influenciar en gran medida las propiedades físicas y el sabor del yogur.

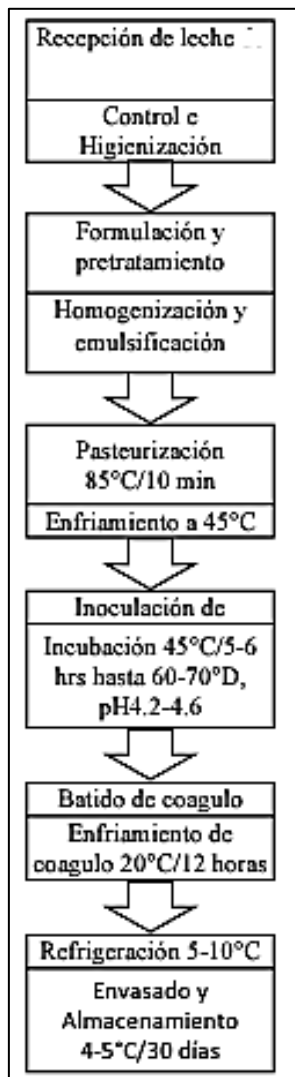
En las Figuras 1 se presenta el protocolo de elaboración de yogur, en el cual se detallan las etapas tecnológicas que comprenden desde la recepción y control de la leche, la pasteurización y enfriamiento, hasta la inoculación bacteriana, la incubación, batido, enfriamiento, refrigeración y el envasado final para su almacenamiento. Este procedimiento asegura la inocuidad, textura característica y vida útil del producto.

Para la elaboración del yogur, se debe seleccionar una leche de calidad, no debe tener bajos niveles de sólidos no grasos, como por ejemplo proteínas y grasas que afectan notablemente en la firmeza de gelificación. No debe tener presencia de grumos, alta acidez, textura áspera, baja viscosidad, cremosidad deficiente y vida útil reducida, pudiendo provocar una mala calidad del producto final (Jahaira Huarcaya et al., 2024).



**Figura 1**

*Protocolo de Elaboración de Yogur*



*Nota.* Tomado de Elaboración de yogurt batido artesanal con leche de alpaca y vaca por Jahaira Huarcaya et al, (2024), Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research, 26(2), pág 96.

### **2.2.7. Clasificación del Yogur**

La clasificación oficial del yogurt se lleva a cabo mediante la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2395:2011 y el Codex Alimentarius CXS 243-2003. La primera indica que este producto se clasifica de acuerdo con la materia grasa que presenta en su composición, los ingredientes, y el proceso de elaboración (Tabla 4).

**Tabla 4***Clasificación del yogur según sus características (NTE INEN 2395:2011)*

<b>Criterio de clasificación</b>	<b>Categoría</b>	<b>Descripción y requisitos</b>
Según el contenido de grasa	Entera	Contenido de grasa mínimo del 2.5 %.
	Semidescremada (parcialmente descremada)	Contenido de grasa entre 1.0 % y < 2.5 %.
	Descremada	Contenido de grasa menor del 1.0 %.
Según los ingredientes	Natural	Producto que no está aromatizado y no contiene frutas, hortalizas u otros ingredientes que no sean lácteos.
	Con ingredientes	Productos lácteos compuestos que contienen un máximo del 30 % (m/m) de ingredientes no lácteos. El contenido de fruta adicionada no debe ser inferior al 5 % (m/m).
Según el proceso de elaboración	Batido	Fermentado en tanque y posteriormente agitado para romper el coágulo y obtener una textura cremosa antes del envasado.
	Coagulado o aflanado	Producto clasificado por el proceso.
	Tratado térmicamente	Producto que ha sido sometido a tratamiento térmico después de la fermentación.
	Concentrado	Leche fermentada cuya proteína ha sido aumentada a un mínimo del 5.6 % antes o después de la fermentación.
	Deslactosado	Producto obtenido mediante procesos enzimáticos o tecnológicos destinados a reducir o eliminar la lactosa.

*Nota.* Tomado de NTE INEN 2395:2011

Mientras que el Codex Alimentarius proporciona otra clasificación técnica del yogur a partir de los cultivos microbianos usados, la composición, el procesamiento, el tratamiento térmico, y la presentación y almacenamiento (Tabla 5).

**Tabla 5***Clasificación del yogur según el Codex Alimentarius CXS 243-2003 (Rev. 2018)*

<b>Criterio de clasificación</b>	<b>Categoría o tipo de producto</b>	<b>Descripción y requisitos técnicos</b>
Cultivos microbianos	Yogur	Producto obtenido por fermentación de la leche mediante cultivos simbióticos de <i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> .
Composición	Yogur en base a cultivos alternativos	Producto fermentado con <i>Streptococcus thermophilus</i> y cualquier especie de <i>Lactobacillus</i> .
	Leche fermentada concentrada (Yogur colado)	Son leches fermentadas cuyo contenido de proteína ha sido aumentada antes o después de la fermentación a una concentración mínimo del 5.6 %.
	Productos lácteos compuestos (adiciones)	Leches fermentadas a las que se incorporan ingredientes no lácteos (máx. 50 % m/m).
Tratamiento térmico	Yogur sin tratamiento térmico después de la fermentación	Contiene cultivos de microorganismos viables, activos y abundantes hasta la fecha de duración mínima.
	Yogur tratado térmicamente después de la fermentación	Producto sometido a tratamiento térmico posterior que inactiva los cultivos.
Presentación y almacenamiento	Yogur congelado	Producto elaborado a partir de leche fermentada que cumple con los requisitos del yogur o leche acidófila.
Requisitos mínimos de composición (yogur estándar)	Aplicable a yogur y derivados	Proteína láctea: mínimo 2.7 % (m/m)., Acidez titulable (expresada como % de ácido láctico): mínimo 0.6 % (m/m), Recuento total de microorganismos del cultivo definido: mínimo 10 <sup>7</sup> ufc/g (para productos no tratados térmicamente). , Grasa láctea: menor al 15 % (m/m).

*Nota.* La clasificación presentada se basa en la *Norma para Leches Fermentadas (CXS 243-2003, Rev. 2018)* del Codex Alimentarius.

De esta manera al comparar ambas normativas encontramos que, el Codex establece una visión internacional y microbiológica, centrada en los cultivos utilizados, el tipo de fermentación y el tratamiento térmico posterior, además de definir parámetros mínimos de composición (proteína, acidez y viabilidad microbiana). En cambio, la norma ecuatoriana NTE INEN 2395:2011 adopta un enfoque compositivo y comercial, clasificando el yogur según el contenido de grasa, los ingredientes añadidos y el proceso de elaboración.

Adicionalmente existen clasificaciones específicas realizadas por investigadores, las cuales, son útiles para ampliar la descripción de los tipos de yogur. De acuerdo a Bankole et al. (2023), el yogur está disponible en el mercado en una variedad de texturas, sabores y formas que se adaptan a la necesidad del consumidor y se lo puede clasificar de acuerdo a la información presentada en la Tabla 6:

**Tabla 6***Clasificación del yogur de Bankole*

<b>Clasificación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Características</b>
Por su naturaleza física	Fluido	Conocido como yogur bebible. Pasa por una homogeneización para reducir el tamaño de la partícula para su estabilización de la suspensión de proteínas y distribución de hidrocoloides
	Semisólido	Conocido como yogur batido, se elabora incubando el yogur en un recipiente, luego la pulverización mediante agitación, enfriamiento y envasado.
	Sólido	Conocido como de tipo cuajado, tiene una textura sólida gelatinosa y a menudo se incuba y se enfría en la etapa final del envasado.
Por su estado químico o su composición	Yogur normal	Se elabora a partir de leche entera parcialmente desnatada, leche desnatada y leche baja en grasa
	Yogur descremado	Se elabora a partir de leche entera parcialmente desnatada, leche desnatada y leche baja en grasa, con un contenido de grasa entre 0.5 hasta 2 %
	Yogur bajo en grasa	Se elabora a partir de leche entera parcialmente desnatada, leche desnatada y leche baja en grasa, con un contenido de grasa menor a 0.5 %
En función del sabor	Saborizado	Contiene potenciadores del sabor, aditivos, reguladores de acidez, colorantes, emulsionantes, estabilizadores y edulcorantes.
	Normal	Se elabora mediante la fermentación bacteriana de la leche pasteurizada para producir su sabor y textura característicos. En su forma pura, proporciona la concentración más rica de calcio, entre otros productos de yogur
Por su estilo de fabricación	Griego	También conocido como yogur colado, es un tipo común de yogur que se ha colado o drenado de su suero. El resultado es un producto más espeso y cremoso
	Balcánico	También conocido como yogur de estilo fijo, tiene una textura espesa y a menudo se elabora en lotes. Durante el proceso de producción, se agrega leche pasteurizada a las bacterias cultivadas, seguido de la incubación. Este estilo de yogur no permite agitar durante aproximadamente 12 horas o más hasta que se alcanza la cremosidad y el espesor deseados
	Francés	También se lo conoce como yogur estilo natillas, elaborado cultivando leche directamente en la olla. El producto tiene una textura similar a la de un pudín. Puede colocarse trozos de frutas como arándanos y fresas, o una mezcla de ambos..

*Nota.* Adaptado de Application of natural and modified additives in yogurt formulation: types, production, and rheological and nutraceutical benefits por Bankole et al., (2023), *Frontiers in Nutrition*, 10 (October), pág 2 – 3.

### **2.2.8. Composición Nutricional del Yogur**

El yogur contiene diferentes tipos de carbohidratos, siendo la lactosa el principal hidrato de carbono y en cantidades mínimas la presencia de glucosa, galactosa,

glucoproteínas, glucolípidos y oligosacáridos. Las proteínas tienen un alto valor biológico por sus propiedades antihipertensivas, antimicrobianas, inmunomoduladoras, hipolipemiantes y la prevención en la acumulación de grasa (Babio et al., 2017).

La alta concentración de ácidos grasos de cadena corta en el yogur, al ser de fácil absorción presentan beneficios relacionados al control de la diabetes mellitus Tipo 2, síndrome metabólico y una menor ganancia de peso corporal (Babio et al., 2017).

Buendía (2015) indica que el valor nutritivo del yogur con el pasar de los años ha adquirido una imagen de alimento beneficioso para la salud de los humanos por su digestibilidad, asimilación de nutrientes y biodisponibilidad, el contenido nutricional se presenta en la Tabla 7:

**Tabla 7**  
*Contenido nutricional del yogur natural*

<b>Componentes nutricionales</b>	<b>Yogur (leche entera)</b>
Energía	62 kcal
Proteínas	3.0 mg
Grasa	3.4 mg
Carbohidratos	4.9 mg
Calcio	111 mg
Hierro	Trazas
Fósforo	87 mg
Potasio	132 mg
Sodio	47 mg
Vitamina A	140 U.I.
Vitamina C	1 mg
Biotina	1.2 mg
Niacina	0.77 mg
Acido Pantoténico	1.313 mg
B1	30 µg
B2	160 µg
B6	46 µg
B12	0.1 µg

*Nota.* Adaptado de Elaboración, producción y comercialización de derivados lácteos (pág. 99), por Buendía, (2015), Empresa Editora Macro EIRL, [https://www.google.com.ec/books/edition/DERIVADOS\\_LACTEOS/Q74tDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1](https://www.google.com.ec/books/edition/DERIVADOS_LACTEOS/Q74tDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1).

### **2.2.9. Características Organolépticas del Yogur**

Para Rashwan et al. (2023), el color y la acidez son los primeros atributos percibidos por el consumidor al evaluar la calidad del yogur, siendo factores muy importantes que suelen actuar como indicadores de la calidad aparente del producto. En este sentido, las propiedades sensoriales de los alimentos están constituidas por la apariencia, el sabor, el gusto y la textura, y su calidad sensorial ha sido evaluada mediante un análisis sensorial descriptivo, el cual proporciona mediciones integradas y directas de la percepción de los atributos del producto (Song et al., 2024).

El color es un factor primordial en la calidad del yogur, influye en la aceptabilidad del consumidor debido a que es la primera característica percibida por los sentidos y se utiliza para evaluar los productos por parte de los consumidores. El color rojo y azul – morado del yogur depende de la concentración de antocianinas (compuestos flavonoides). La estabilidad de estos pigmentos depende del contenido de grasa del yogur (Ścibisz et al., 2019).

Fan et al., (2022) indican que el color es el primer atributo sensorial que el consumidor observa de un producto alimenticio y, por lo tanto, es crucial. En una encuesta, se descubrió que cuando el yogur se vendía sin colorantes, las ventas descendían significativamente, concluyendo que el color tiene un impacto significativo en la identificación y aceptación del producto. Otras características organolépticas del yogur de acuerdo a Reyes y Ludeña (2015) son el aspecto que tiene la bebida donde se puede evaluar atributos como la viscosidad, tonalidad, brillo, sinéresis; también el olor, el sabor y la textura oral.

Una de las características más importantes del yogur es el sabor y depende en gran medida del equilibrio relativo de los compuestos de sabor producidos por los carbohidratos, las proteínas y las grasas. El sabor distintivo del yogur se forma mediante una mezcla compleja de ácido láctico y compuestos aromáticos volátiles ya presentes en la leche y compuestos específicos producidos por la fermentación de la leche (Fan et al., 2022).

**Tabla 8**

*Pautas de Calidad para especificaciones del USDA para Yogur*

<b>Atributo sensorial</b>	<b>Descripción del criterio de calidad</b>
<b>Sabor</b>	Deberá poseer un sabor ácido limpio, libre de sabores indeseables como amargo, rancio, oxidado, sabor a levadura o impuro. Los ingredientes saborizantes deben estar distribuidos uniformemente, el sabor debe ser agradable y característico del saborizante utilizado. El sabor no debe ser áspero ni artificial.
<b>Cuerpo textura</b>	/ Debe tener una consistencia firme, parecida a una natilla, con una textura suave y homogénea. Una cucharada debe tener su forma sin presentar bordes afilados. Los ingredientes saborizantes deben distribuirse uniformemente por todo el producto.
<b>Color apariencia</b>	/ Presenta un color limpio y natural con una apariencia suave y aterciopelada. El yogur sin sabor puede tener un color entre blanco brillante y blanquecino. La superficie debe ser lisa y no presentar exceso de separación de suero, crecimiento superficial no debe tener decoloración. Los ingredientes saborizantes deben ser uniformes en tamaño, distribución y color.

*Nota.* Tomado de Manufacturing Yogurt and Fermented Milks (355), por Karagül Yüceer y Pato (2013), John Wiley & Sons, Inc.

Las directrices de sabor y textura son criterios generales, no específicos. El yogur puede tener propiedades de sabor y/o texturas muy diferentes y aun así recibir calificaciones uniformes. Esta discrepancia ha demostrado que existen diferencias muy sutiles que pueden afectar las conclusiones experimentales y la aceptación del consumidor (Karagül Yüceer y Pato, 2013).

En el contexto ecuatoriano, la normativa NTE INEN 2395:2011 proporciona un marco básico de las propiedades organolépticas que el yogur debe cumplir para poder ser comercializado. Estas características son detectables muy fácilmente lo que garantizan la calidad y aceptación del consumidor. En la Tabla 9 se establece la descripción de estos requerimientos.

**Tabla 9**

*Requisitos sensoriales del yogur según la NTE INEN 2395:2011*

<b>Característica sensorial</b>	<b>Exigencia que debe cumplir</b>
Aspecto	Debe presentar un aspecto homogéneo, libre de separación de fases y sin formación de grumos o burbujas.
Sabor y olor	Deben ser característicos del producto fresco, sin sabores ni olores extraños como rancio, amargo o metálico.
Color	Blanco cremoso o el propio del ingrediente adicionado, resultante del color natural de la fruta o colorante permitido.
Consistencia	Pastosa y estable, acorde con el tipo de yogur elaborado (coagulado, batido o bebible).
Textura	Lisa, uniforme y suave, sin presencia de grumos o partículas extrañas.
Materias extrañas	Libre de materias extrañas visibles o sedimentos.

#### **2.2.10. Características Físico - Químicas del Yogur**

El pH y la acidez titulable son dos parámetros relacionados en el análisis de alimentos, el pH puede evaluar la habilidad de crecimiento de los microorganismos en un alimento específico, mientras que la acidez titulable manifiesta cómo los ácidos orgánicos influyen el sabor de los alimentos (Rashwan et al., 2023). La incorporación de ingredientes naturales funcionales en el yogur pueden alterar positivamente o negativamente el cambio del pH y de la acidez titulable (Rashwan et al., 2023).

La capacidad de retención de agua, la sinéresis y la viscosidad aparente son propiedades físicas importantes que pueden determinar la calidad del yogur porque pueden limitar la vida útil y la aceptabilidad de los productos. La capacidad de retención de agua contribuye a la estabilidad de la cuajada de la textura del yogur, que expresa la capacidad del yogur para retener su propia agua o el agua añadida contra la gravedad o la fuerza externa, incluida la centrifugación, el calentamiento o la presión. Varios factores, como la composición de la leche (proteína y/o glóbulos de grasa), los aditivos alimentarios, el cultivo iniciador y las condiciones de procesamiento, pueden afectar la capacidad de retención de agua del yogur. Así, el yogur fortificado con ingredientes funcionales naturales puede aumentar o disminuir su capacidad de retención de agua en función de la capacidad de retención de agua de los ingredientes funcionales naturales (Rashwan et al., 2023).

Otra característica fisicoquímica es la concentración de proteína, muy importante por su alto contenido en el suero de mantequilla, es altamente digestible y se encuentran ya

coaguladas antes de ser ingeridas. Mientras que las grasas siempre y cuando estén dentro de los valores establecidos, van a ser beneficiosos para la salud, debido a que es una fuente de energía, presente en membranas celulares y realizan la función de defensa de órganos internos (Rebollar, 2017).



## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

### 3.1 Tipo de Investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, debido a que se obtuvieron datos que se tabularon estadísticamente, Se aplicaron diferentes tratamientos a las formulaciones, con el propósito de observar los cambios producidos en las propiedades fisicoquímicas, y sensoriales del producto final.

### 3.2 Diseño de Investigación

Para la investigación se implementó un diseño de bloques al azar, con un solo factor: porcentaje de suero de mantequilla. Se propuso tres tratamientos con tres diferentes concentraciones de suero para la elaboración de yogur, como se observa en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Tratamientos experimentales para la elaboración de yogur con la adición de suero de mantequilla*

Tratamientos	Descripción	Código
1	Suero de mantequilla 5%	T1
2	Suero de mantequilla 10%	T2
3	Suero de mantequilla 15%	T3

Luego de la elaboración del yogur y de adicionar el suero de mantequilla en los porcentajes mencionados, se procedió a evaluar y registrar datos en los días 1, 8 y 15 posteriores a la elaboración del producto y almacenado en refrigeración a una temperatura de 4 a 8° C.

El proceso de la elaboración del yogur se realizó en el laboratorio de procesos de la carrera de Agroindustria de la Universidad Nacional de Chimborazo. Para lo cual se utilizó el protocolo estándar para la elaboración del yogur y la formulación en base a lo propuesto para la investigación.

Los análisis del suero de mantequilla se los realizó en el laboratorio de control de calidad de la carrera de Agroindustria, mientras que los análisis fisicoquímicos del producto final se realizaron en el laboratorio SETLAB.

Se procesó 1 litro de yogur para cada tratamiento, se trabajó con 3 tratamientos y 3 repeticiones, en los tratamientos se modificó la cantidad de suero de mantequilla (Tabla 10) los tratamientos fueron analizados en 3 tiempos diferentes (día 1, 8 y 15) y los análisis se realizaron por triplicado bajo las mismas condiciones.

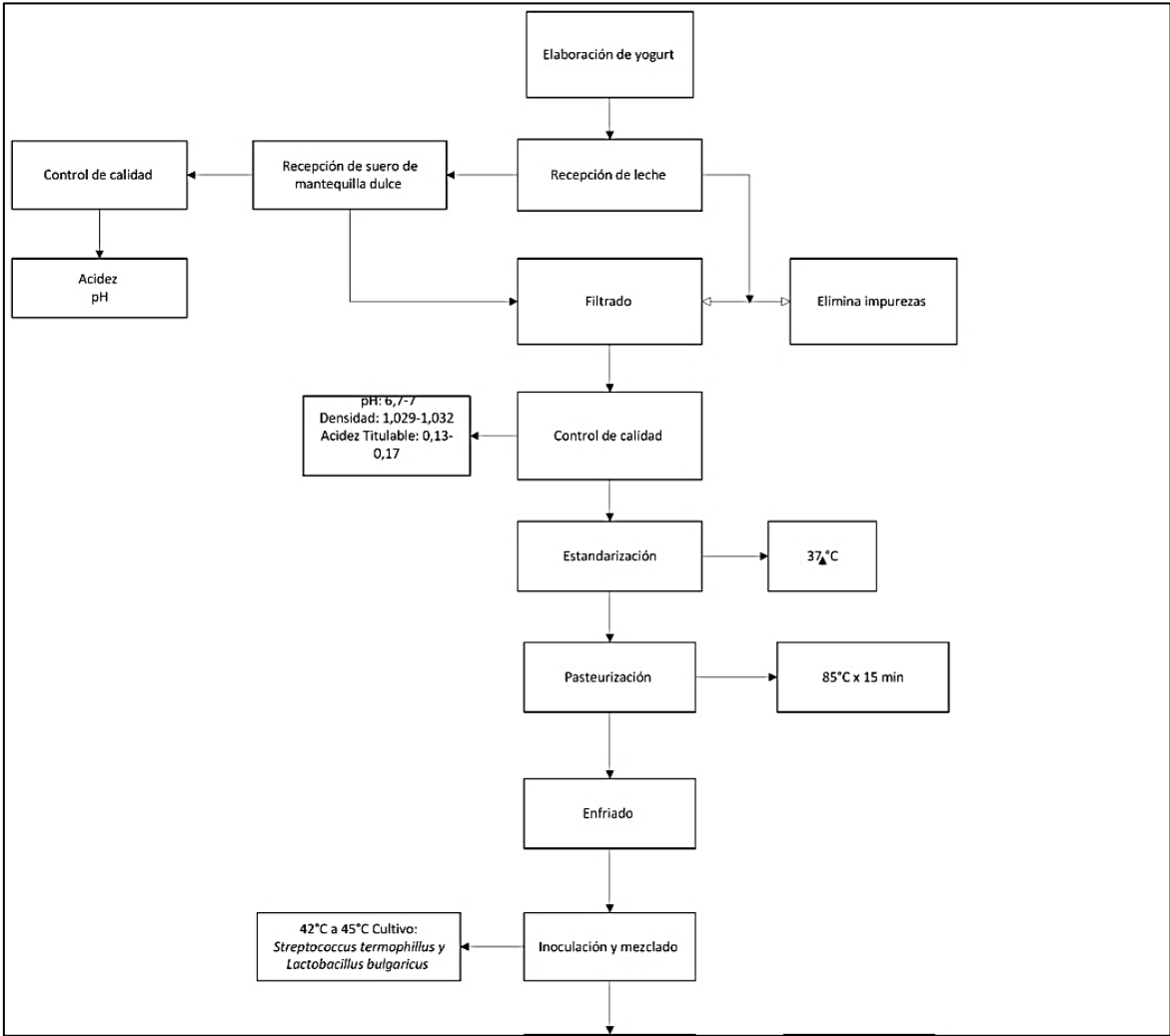
### 3.3 Procedimiento de la elaboración del yogur

La recepción de la leche se realizó en la empresa de Lácteos “San Salvador” (Chimborazo – Riobamba). Los análisis se realizaron antes del proceso de la elaboración del yogur, teniendo como guía de control la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9 (2015).

Posteriormente, se transportó la leche en recipientes plásticos de tipo alimenticio previamente esterilizados en una hielera con bolsas de gel refrigerante a una temperatura de 4 °C hasta el laboratorio de procesos de la Carrera de Agroindustria. Allí se elaboraron los

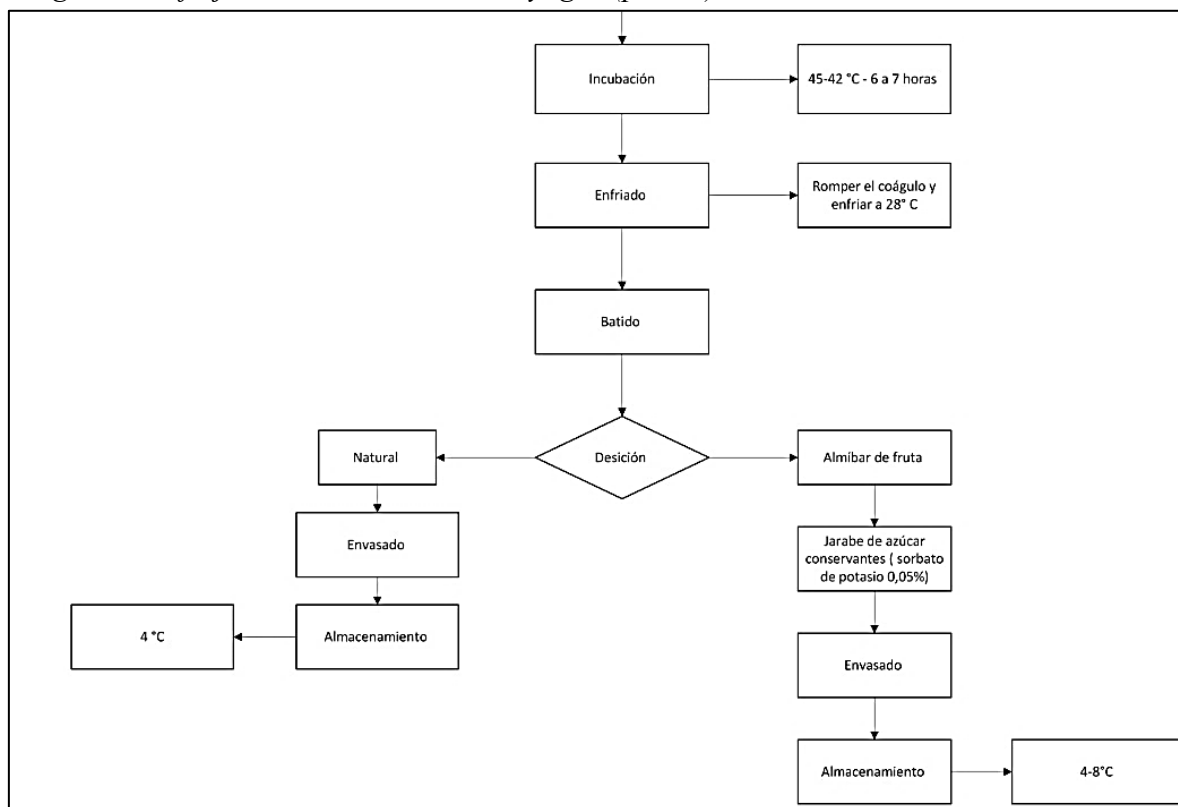
diferentes tratamientos del yogur. El suero de mantequilla se obtuvo también de la empresa de Lácteos “San Salvador”. Se filtró con un colador retirando las fracciones de mantequilla que hubieran quedado en el suero. Se transportó el suero de la misma manera que la leche.

**Figura 2**  
*Diagrama de flujo de la elaboración del yogur (parte I)*



**Figura 3**

*Diagrama de flujo de la elaboración del yogur (parte2)*



Se recolectó la cantidad de 10 litros de suero de mantequilla, cantidad adecuada para analizar la materia prima y realizar los diferentes tratamientos y análisis correspondientes. Los parámetros físicoquímicos analizados en el suero de mantequilla se realizaron de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 718 (2011). El fermento láctico se obtuvo de la distribuidora de insumos lácteos RioLac (Riobamba-Chimborazo).

### 3.4 Selección y recepción de ingredientes

Se establecieron los siguientes criterios para la selección y recepción de los ingredientes principales.

- **Leche:** La leche fue analizada para verificar su composición y calidad. Debe tener un contenido de grasa mínimo de 3.0 %; y, para proteína debe ser mínimo el 2.9 % de acuerdo a la Norma INEN 9:2022.
- **Suero de mantequilla:** El suero de mantequilla fue de buena calidad, libre de contaminantes y cumplió con los estándares (NTE INEN 718:2011). Además, fue analizado para verificar su composición y calidad. Debe tener un contenido de grasa mínimo de 0.1%; y, para proteína debe ser un mínimo de 1.7 de acuerdo a la Norma INEN 718:2011.
- **Cultivos bacterianos:** Se utilizaron los microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, que son resistentes a las condiciones

específicas de fermentación, incluyendo a las variaciones de temperatura y pH (Nagaoka, 2019). De acuerdo a la Norma INEN 2395:2011, la cantidad de microorganismos específicos para leches fermentadas sin tratamiento térmico posterior a la fermentación es de  $10^7$  UFC/g

### 3.5 Pretratamiento de la leche y suero de mantequilla

El protocolo que se aplicó para la elaboración de yogur con la adición de suero de mantequilla se indica a continuación:

- a) **Mezcla de leche y suero de mantequilla:** El suero de mantequilla se mezcló con la leche en diferentes proporciones. Se adicionó las cantidades de suero de mantequilla al 5%, 10% y 15%.
- b) **Pasteurización:** La leche y suero de mantequilla se pasteurizaron a una temperatura de 85 °C durante 15 minutos. Este proceso eliminó microorganismos patógenos y mejoró la calidad de la textura.
- c) **Homogeneización:** Luego de la pasteurización, la mezcla se homogeneizó a 60 – 65 °C. Este paso aseguró que el suero de mantequilla y la leche se mezclen uniformemente, impidiendo la separación de la grasa.

### 3.6 Enfriamiento de la mezcla

La mezcla de leche y suero se enfrió rápidamente a 42-45 °C, la temperatura óptima para la inoculación de los cultivos bacterianos.

### 3.7 Inoculación con cultivos bacterianos

Se añadieron los cultivos bacterianos (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) en condiciones higiénico – sanitarias controladas para evitar contaminación microbiana externa, con una concentración de 1-2% del total de la mezcla. Los cultivos bacterianos fueron los responsables de la fermentación láctica. La mezcla se mantuvo a 42-45 °C durante 6 a 7 horas para obtener una fermentación óptima y así obtener un yogur con las características deseadas.

### 3.8 Enfriamiento post - fermentativo

El coágulo se homogeneizó suavemente mediante agitación y se procedió a enfriar a 28 °C, de acuerdo a Oraç y Akin (2019), el enfriamiento ayuda a restringir la actividad de los cultivos microbianos añadidos y sus enzimas lo más pronto posible, para proporcionar el pH, la textura y la estructura deseada.

### 3.9 Batido

Este proceso se realizó mediante el uso de un agitador para leches fermentadas con el objetivo de modificar su textura y darle consistencia. Finalmente, se envasó en condiciones asépticas para evitar contaminaciones. Los envases fueron previamente esterilizados.

### 3.10 Técnicas de Recolección de Datos

#### 3.10.1 Métodos de Análisis Físicoquímicos del Yogur

##### 3.10.1.1 Determinación de Proteína Bruta

Para la determinación del contenido de proteína, las muestras de yogur correspondientes a cada tratamiento fueron enviadas para su análisis al laboratorio SETLAB (Servicios Técnicos de Laboratorio), y se realizó con el método AOAC/Kjeldhal/2011.11.

##### 3.10.1.2 Determinación de Acidez Titulable

La determinación de la acidez total se realizó con una solución alcalina NaOH 0.1 N; además, se utilizó el indicador fenolftaleína al 1% como indicador. Los materiales utilizados para determinar la acidez titulable se indican en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*Materiales y reactivos utilizados para la determinación de acidez titulable en yogur*

Categoría	Descripción
<b>Muestra</b>	Yogur (homogéneo)
<b>Equipos y materiales</b>	Balanza digital (precisión: 0.01 g), probeta graduada o pipeta, vaso de precipitación (100 o 250 mL), matraz Erlenmeyer (125 o 250 mL), agitador magnético, bureta o pipeta graduada, agua destilada, papel absorbente
<b>Reactivos</b>	Solución de NaOH 0.1 N (hidróxido de sodio), fenolftaleína al 1 % (indicador)

Se pesó 10.0 g de yogurt en un vaso de precipitación o matraz Erlenmeyer y se agregó 20 a 30 mL de agua destilada, luego se agitó bien hasta obtener una mezcla homogénea y líquida. Se adicionó el indicador, es decir, 3 gotas de fenolftaleína al 1%. Se procedió a titular con hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N, agregando lentamente desde una bureta, mientras se agita constantemente. La titulación termina cuando la solución cambia a un rosado tenue persistente durante 30 segundos. Para el cálculo de la acidez titulable se utilizó la Ecuación 2.

$$\text{Acidez (\% ácido láctico)} = \frac{V \cdot N \cdot 0,09 \cdot 100}{m} \quad (2)$$

Donde:

$V$  = Volumen de NaOH gastado (mL)

$N$  = Normalidad real del NaOH

$m$  = Masa de la muestra (g)

0,09 = Peso equivalente del ácido láctico (g/eq)

### 3.10.1.3 Determinación de la Densidad el Yogur

Para la determinación de la densidad, las muestras de yogur correspondientes a cada tratamiento fueron enviadas para su análisis al laboratorio SETLAB (Servicios Técnicos de Laboratorio), y realizó con el método AOAC/Goldfish/920.39.

### 3.10.1.4 Determinación de la Viscosidad en el Yogur

Para la determinación de la viscosidad, las muestras de yogur correspondientes a cada tratamiento fueron enviadas para su análisis al laboratorio SETLAB (Servicios Técnicos de Laboratorio), y realizó con el método AACC 5611.02.

### 3.10.1.5 Análisis sensorial

Se utilizó una escala hedónica con cinco puntos, donde se valoró la aceptabilidad de los catadores, de acuerdo con el siguiente esquema de calificación mostrado en la Tabla 12. Los parámetros sensoriales para evaluar fueron de acuerdo con los atributos de textura, olor, sabor, color y aceptación general. Este análisis nos permitió conocer el nivel de aceptación del producto por parte de los consumidores.

**Tabla 12**

*Escala hedónica por niveles*

Calificación	Nivel de agrado
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

*Nota.* Tomado de Evaluación de las propiedades físicas y químicas de formulaciones de yogur griego hipocalórico con mermelada de Kiwi (*Actinidia deliciosa*) por Cargua et al., 2025, RENPYS, 4 (1), pág. 35.

La evaluación sensorial se realizó al finalizar el proceso de elaboración de yogur y su respectivo almacenamiento; además, la participación de los evaluadores garantizó que este proceso fue efectuado basándose en las normas ISO 8586 e ISO 6658 que indican la metodología para pruebas sensoriales para productos lácteos.

## 3.11 Población de Estudio y Tamaño de la Muestra

Para cada tratamiento se procesó 1 L de mezcla en tres repeticiones (total 3 L/tratamiento). Las formulaciones fueron: T1 95 % leche y 5 % suero (950 mL + 50 mL por repetición), T2 90 % leche y 10 % suero (900 mL + 100 mL), y T3 85 % leche y 15 % suero (850 mL + 150 mL). En total se emplearon 8.10 L de leche y 0.90 L de suero para 9.0 L de yogur elaborado.

Para el análisis sensorial se conformó un panel de catadores no expertos que regularmente consumen productos lácteos fermentados. Este grupo estuvo conformado por

25 estudiantes de la carrera de Agroindustria de la Universidad Nacional de Chimborazo elegidos por muestreo no probabilístico por conveniencia. Para cada tratamiento (5 %, 10 % y 15 % de suero de mantequilla) se elaboraron tres repeticiones, resultando en un total de 9 muestras evaluadas. Cada panelista evaluó las características sensoriales de las muestras (color, olor, sabor, textura y aceptación general) utilizando una escala hedónica de 5 puntos.

### **3.12 Métodos de análisis y procesamiento de datos**

Para el procesamiento estadísticos de datos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para el análisis del pH y la acidez del yogur. Se utilizó el software Infostat V2017 (licencia estudiantil) para el análisis estadístico. En los casos donde se identificaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), se aplicó la prueba de comparación múltiple Tukey para determinar cuáles tratamientos presentaron variaciones significativas entre sí.

Para la evaluación de los datos del análisis sensorial se utilizó una escala hedónica con cinco puntos de valoración como se indica en la Tabla 12, donde la población evaluadora que contestaron la encuesta de las características sensoriales del yogur elaborado fue tabulada. Los datos obtenidos se procesaron en Microsoft Excel mediante estadística descriptiva, lo que permitió generar los gráficos y realizar la sistematización de resultados.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados del análisis de la materia prima

En la Tabla 13 se presentan los resultados obtenidos de los análisis realizados a la materia prima usada en la elaboración del yogur adicionado con suero de mantequilla dulce.

**Tabla 13**

*Resultados de los análisis de las materias primas*

Parámetros	Leche	Suero de mantequilla
Grasa (%)	4.33	0.25
Proteína (%)	3.30	0.90
Sólidos no grasos (%)	8.75	5.80
Lactosa (%)	4.85	4.10
Densidad (°L)	28.8	29.0
Sales (%)	0.75	0.50

Los resultados evidencian una clara diferencia en el porcentaje de grasa, en el caso del suero su presencia es mínima, mientras que en la leche asciende a 4.33 %, lo cual indica que en la elaboración de la mantequilla la grasa se concentra y en el suero del proceso queda solo el residuo. Parmar et al. (2020) aseguran que, en el proceso de elaboración de mantequilla, en el batido de la crema, el 98 al 99% de la grasa total se retiene en la mantequilla. Asimismo, la densidad del suero de mantequilla presenta valores menores, en comparación a la leche debido al porcentaje mínimo de grasa. Los valores de densidad reportados de la leche concuerdan con los encontrados en estudios (25 a 35 °L) (Parmar et al., 2021).

En cuanto a la proteína, los valores en ambas materias primas son similares, estos resultados son consistentes con los resultados reportados por Kudrina (2025), quien reportó valores de 2.6 a 3.5 % en la leche, y en el suero de mantequilla de 2.5 a 3.0 % (Yucalo, 2025).

### 4.2 Análisis del pH y acidez del yogur

Los resultados muestran que la acidez del yogur aumentó tanto con la cantidad de suero de mantequilla como con el tiempo de almacenamiento. El análisis estadístico (ANOVA) confirmó que estas diferencias fueron significativas ( $p < 0.05$ ). La prueba de Tukey (Tabla 14) indicó que el yogur elaborado con 15 % de suero presentó los valores más altos de acidez en todos los días evaluados, seguido por el tratamiento con 10 % y finalmente el de 5 %. Además, en los tres tratamientos la acidez fue mayor en el día 15 que en el día 8, y mayor en el día 8 que en el día 1, lo que demuestra que la fermentación continúa durante el almacenamiento.



**Tabla 14***Acidez Titulable en los tratamientos evaluados*

Tratamiento	Día 1	Día 8	Día 15
5 %	1.0413 <sup>b</sup>	1.0537 <sup>c</sup>	1.0763 <sup>c</sup>
10 %	1.1260 <sup>b</sup>	1.1690 <sup>b</sup>	1.2493 <sup>b</sup>
15 %	1.2760 <sup>a</sup>	1.4543 <sup>a</sup>	1.4880 <sup>a</sup>

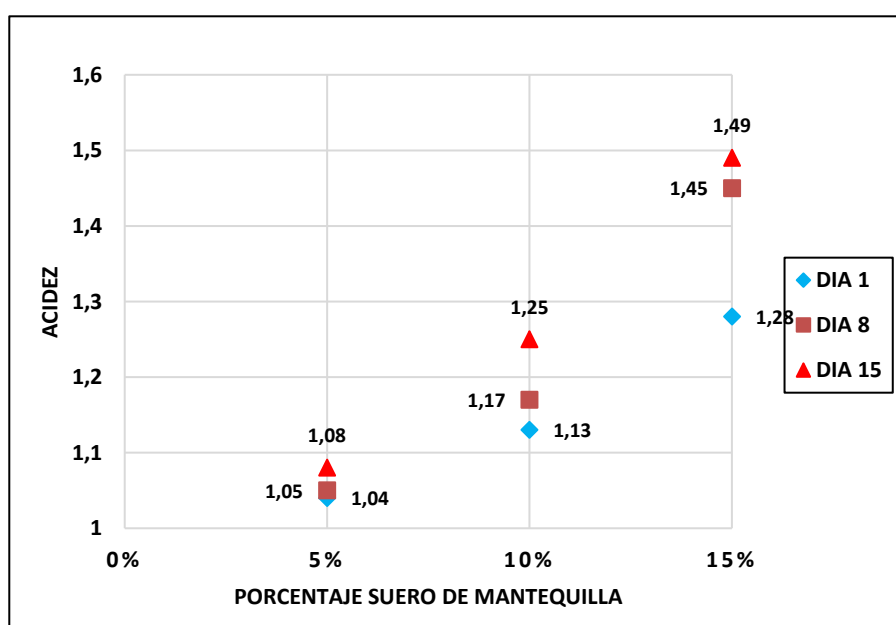
*Nota.* Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey,  $p < 0.05$ ).

En los resultados obtenidos en la acidez titulable del yogur con adición de suero de mantequilla, se evidenció un incremento en el valor en todos los días durante el almacenamiento. Siendo el yogur con mayor porcentaje de suero el que mayor acidez titulable presentó. El tratamiento con 5 % presentó la menor acidez a lo largo del estudio, seguido del 10 %, mientras que el tratamiento con 15 % mostró los valores más altos, lo que indica una relación directa entre el porcentaje de suero incorporado y la intensidad de la fermentación. El aumento de la acidez titulable del yogur durante el período de almacenamiento se debe a la formación continua de ácido láctico por los iniciadores del yogur, especialmente por la actividad de *Lactobacillus* (Suwannasang et al., 2022).

Se puede indicar que para el tratamiento donde se adicionó 5% de suero, la acidez titulable aumentó en 0.04%, mientras que en el tratamiento del 10% hay una diferencia de 0.12% y para el tratamiento donde se adicionó el 15% de suero la diferencia fue de 0.21 %. Se demostró que mientras mayor es el porcentaje de adición del suero de mantequilla, mayor es el grado de acidez del yogur (Figura 4), es decir, hay una relación directamente proporcional entre el porcentaje de suero de mantequilla y el grado de acidez titulable.

**Figura 4**

*Evolución de la acidez titulable en yogur elaborado con diferentes niveles de suero de mantequilla*



La producción de ácido láctico en la fermentación del yogur osciló entre 0.8 y 1.8 %, influyendo en el sabor, cuerpo y textura ayudando a que el producto tenga un porcentaje bajo de sinéresis en almacenamiento (Tipán, 2022). Los valores obtenidos en la investigación se encuentran en el rango anteriormente mencionado por el autor.

Shanuke et al. (2025), indican que los valores de acidez titulable en el yogur varían en relación inversa a los valores del pH, en la elaboración de yogures fortificados con aceites de pescado a granel. Los autores obtuvieron valores promedio de acidez en un rango de 0.9 a 1.1%; promedios similares a los obtenidos en la investigación. Estos resultados similares se pueden atribuir a las condiciones de homogeneización y pasteurización donde se utilizó una temperatura de  $85 \pm 1^\circ\text{C}$  por 30 minutos para luego enfriar a  $45 - 50^\circ\text{C}$ .

Por otro lado, se observa que el pH del yogur disminuyó durante el período de almacenamiento, mientras que la acidez titulable. El análisis de varianza indicó que el tiempo de almacenamiento tuvo un efecto sobre el pH ( $p < 0.05$ ), mientras que la concentración de suero y la interacción entre las dos variables no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ).

La Tabla 15 indicó que el pH fue mayor en el día 1, disminuyó en el día 8, y alcanzó sus valores más bajos en el día 15, lo que confirma que la fermentación ácido-láctica continúa durante el almacenamiento. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en el pH entre los tratamientos con 5 %, 10 % y 15 % de suero dentro de cada día, por lo que el porcentaje de suero no modificó de manera marcada el pH del yogur, a diferencia de lo observado en la acidez titulable

**Tabla 15**

*Evolución del pH en los tratamientos*

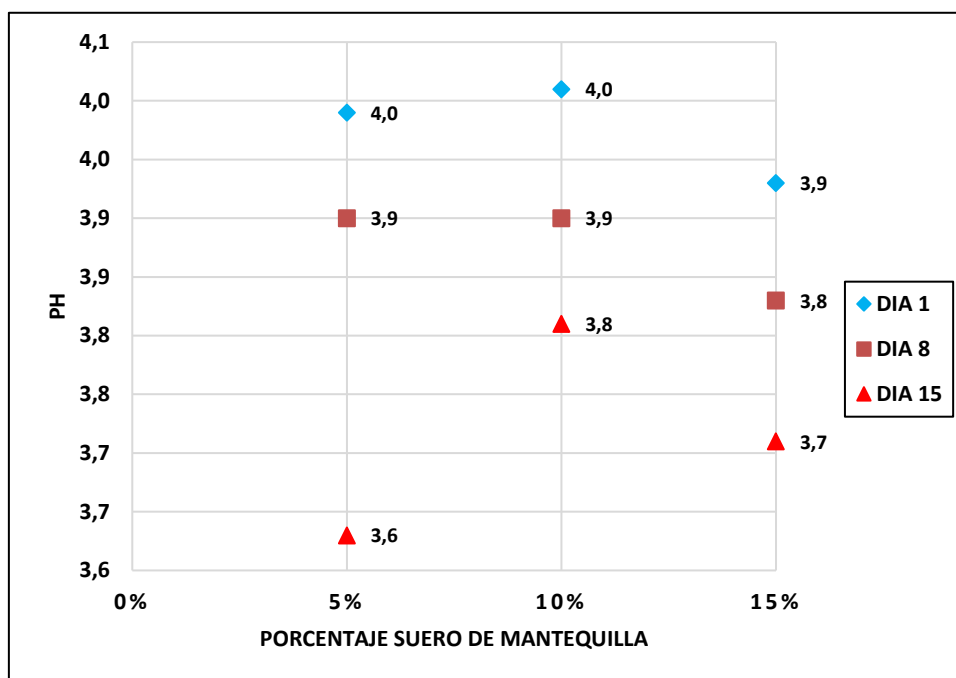
Tratamiento	Día 1	Día 8	Día 15
5 %	3.9900 <sup>a</sup>	3.8967 <sup>a</sup>	3.6300 <sup>a</sup>
10 %	4.0133 <sup>a</sup>	3.9033 <sup>a</sup>	3.8067 <sup>a</sup>
15 %	3.9300 <sup>a</sup>	3.8333 <sup>a</sup>	3.7067 <sup>a</sup>

*Nota.* Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey,  $p < 0.05$ ).

En los resultados obtenidos para los promedios de pH se observó que para el tratamiento donde se adicionó suero de mantequilla al 5%, 10% y 15% de suero de mantequilla los valores, respectivamente para los tiempos donde se registró los datos. Toda esta evolución en los valores se evidencia en la Figura 5.

**Figura 5**

*Evolución de pH en yogur elaborado con diferentes niveles de suero de mantequilla*



La disminución del valor de pH que se observó en los valores obtenidos en la investigación se debe a la continuidad de la actividad metabólica de los cultivos lácticos, los cuales siguen transformando la lactosa en ácido láctico aun después de finalizada la fermentación principal; además, Suwannasang et al. (2022) manifiestan que el pH del yogur durante su vida útil suele estar en un rango de 4.0 y 4.6, los valores cercanos a 4.0 son ideales para mantener la estructura, sabor y textura del yogur.

En la Figura 5 se observa el descenso gradual de los valores de pH para cada uno de los porcentajes de suero adicionados al pasar los días de almacenamiento, esto gracias a la acción del *Lactobacillus delbrueckii* que es tolerante al ácido y que continúa produciendo ácido láctico a un ritmo lento durante el almacenamiento refrigerado (Deshwal et al., 2021).

Ponce et al. (2023), obtuvieron valores promedio de pH entre 3.78 y 3.79 en la elaboración de yogur con pulpa de acaí, mencionaron también que el descenso del pH se debe al aumento de la cantidad de ácido láctico durante el almacenamiento. Puede alterar la textura, el sabor y la vida útil del producto. Estos valores se asemejan a los obtenidos en el experimento obteniendo valores de pH iniciales de 4 – 3.9 y finales de 3.8 – 3.6. Ścibisz et al. (2019) reportan que los valores ideales de pH para el yogur se ubican entre 4.0 y 4.4.

Barrera (2022) concuerda que los valores de pH se ubican dentro del rango mencionado por los autores anteriores; además, reportó valores de pH entre 4.35 y 4.45 evaluados en cuatro tratamientos (adicionando leche en polvo), los promedios obtenidos en la presente investigación mostraron promedios por debajo de los valores reportados por los autores mencionados. Estos resultados se explican debido a la composición del suero de

mantequilla dulce, ya que, su contenido en lactosa y los fosfolípidos de la membrana del glóbulo graso influyen en la fermentación y estructura del producto.

La lactosa favorece la actividad metabólica de las bacterias lácticas durante el almacenamiento, produciendo más ácido láctico, lo que explica el incremento de la acidez titulable observado en los tratamientos con 10 % y 15 % de suero. Al mismo tiempo, el suero de mantequilla o mazada posee menor contenido proteico en comparación con la leche fortificada con leche en polvo, lo que reduce la capacidad tampón del sistema. Esto significa que, aun cuando la producción de ácido sea moderada, el pH tiende a disminuir con mayor facilidad en comparación con productos elaborados con mayor contenido de proteína.

### 4.3 Evaluación de las características fisicoquímicas del yogur

Los resultados de las características fisicoquímicas de los tratamientos propuestos fueron se reportan en la Tabla 16.

**Tabla 16**  
*Propiedades fisicoquímicas del yogur elaborado con diferentes porcentajes de suero de mantequilla*

Parámetro	Suero de mantequilla			Método/Norma
	5%	10%	15%	
Proteína (%)	4.30	3.93	3.57	AOAC/Kjeldhal/2011.11
Viscosidad (cP*)	372	364	353	Reología/AACC 5611.02
Densidad (g/ml)	1.04	1.02	1.029	AOAC/Goldfish/920.39

*Nota.* Resultados reportados por SETLAB. cP\*= centipoise

Los resultados obtenidos luego del análisis de laboratorio reportaron el contenido de proteína del yogur elaborado con la adición del suero mantequilla como se observa en la Tabla 16. De acuerdo a la Norma INEN 2395:2011 y al CODEX CXS 243-2003, el porcentaje mínimo de proteína para leches fermentadas como el yogur es de 2.7 %, los valores obtenidos en el experimento son superiores al mínimo requerido por la normativa.

Ścibisz et al. (2019), presentaron valores de proteína de 3.09 %, Jahuira et al. (2024), reporta 7 tratamientos con un rango de proteína entre 1.98 a 2.98 % y Ramieres Gomes et al. (2021) reportó 3.5 a 3.6 % de proteína en la elaboración de yogur con la adición de suero de mantequilla en polvo. Shanuke et al. (2025) reportan que el contenido de proteína en yogures fortificados fue de 5.48 %. En la investigación de Ponce Fuentes et al. (2023) al adicionar pulpa de acaí (*Euterpe oleracea*) llegaron a obtener un rango de proteínas entre 2.43 a 2.49%. Al incrementar el porcentaje de suero de mantequilla en la formulación, el contenido de proteína del yogur mostró una tendencia decreciente, ya que el suero de mantequilla presenta menor concentración proteica en comparación con la leche utilizada como base.

En esta investigación el contenido de proteína disminuyó a medida que se incrementó el porcentaje de suero de mantequilla en la formulación. Esto se debe a que el suero de mantequilla posee una menor proporción de proteínas, especialmente de caseínas, en

comparación con la leche utilizada como base. Por tanto, al aumentar su inclusión, la matriz proteica del yogur se diluye, lo que reduce el porcentaje final de proteína en el producto. Esta diferencia evidencia que el efecto sobre el contenido proteico depende directamente de la composición nutricional del ingrediente añadido y no únicamente del proceso de fermentación.

Para la viscosidad se observa valores de 366 cP para el yogur adicionado con 5% de suero de mantequilla, 359 cP para el tratamiento con adición del 10% y 351 cP para el tratamiento con el 15% de adición de suero. Ponce Fuentes et al. (2023) presentaron promedios de viscosidad en un rango entre 291.67 cP hasta 382.67 cP, siendo los datos obtenidos similares a los presentados por los autores.

Estos resultados evidencian que la viscosidad disminuye a medida que aumenta el nivel de suero de mantequilla incorporado. Este comportamiento puede explicarse por la reducción relativa de sólidos totales en la mezcla, lo que influye en la capacidad de gelificación y en la firmeza de la red proteica formada durante la fermentación. A diferencia de los resultados de Ponce Fuentes et al. (2023), donde la adición de pulpa de acaí aportó compuestos que modificaron la estructura coloidal del yogur, en este estudio la variación en la viscosidad se relaciona directamente con el equilibrio entre proteínas lácteas, grasas y sólidos solubles del suero de mantequilla.

Asimismo, el proceso tecnológico empleado - incluyendo la homogeneización y las condiciones de fermentación - contribuyó a mantener los valores de viscosidad dentro de un rango aceptable para la calidad del producto. Esto demuestra que la incorporación de suero de mantequilla no compromete la consistencia del yogur, aunque su incremento en el porcentaje de adición tienda a reducir levemente la viscosidad. La viscosidad está influenciada por los sólidos agregados y el tamaño de sus partículas y por la desorganización de los agregados de las proteínas y otros componentes que aumentan la velocidad de corte o deformación (Macedo y Ramírez & Vélez Ruíz, 2015). Mientras el valor de viscosidad es más bajo la calidad del yogur disminuye debido a que se vuelve muy líquido.

Con respecto a la densidad se puede observar que el valor mínimo es para el tratamiento con adición del 15% de suero con un valor de 1.02 g/ml denotando que existe un menor contenido de sólidos totales en comparación con los tratamientos con adición diferente de suero de mantequilla (1.04% y 1.03% para la adición del 5 y 10% respectivamente).

Para Rebollar (2017) los valores de densidad que presenta fueron en un rango de 1.21 hasta 1.24 g/ml siendo los promedios obtenidos en la investigación menores lo que manifiesta que la cantidad de sólidos totales es menor a lo presentado por el autor. Jahuir et al. (2024) reporta rangos de densidad desde 1.036 a 1.076 g/ml, siendo similares a los reportados en la investigación, esto demuestra que la cantidad de sólidos totales en la leche de bovino es menor, manteniendo la calidad del yogur.

La menor densidad encontrada se relaciona directamente con el nivel de sólidos presentes en la formulación, influenciados por la proporción de suero de mantequilla incorporado. A diferencia de los resultados de Rebollar (2017), que reflejan una mayor concentración de sólidos en el producto, en este caso la adición de suero redujo levemente dicho parámetro, lo que evidencia una dilución relativa de la fase sólida. No obstante, los valores obtenidos se mantienen dentro del rango señalado por Jahuir et al. (2024), lo que demuestra que, pese a la disminución, la calidad del yogur no se ve comprometida.

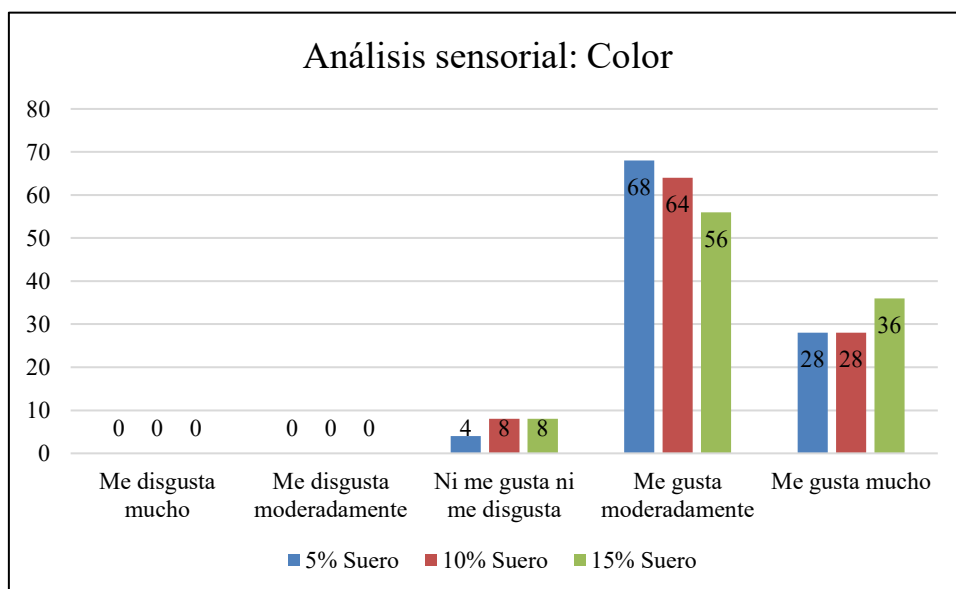
Es importante resaltar que la densidad constituye un indicador de la estructura y composición del producto: si aumenta en exceso, puede alterar la textura y rigidez de la cuajada, mientras que valores más bajos, como los de este estudio, permiten conservar la estabilidad y aceptabilidad del yogur en condiciones de consumo.

#### 4.4 Evaluación del nivel de aceptación de los tratamientos a través de un análisis sensorial

Luego de realizar las catas del producto elaborado, los parámetros evaluados fueron: color, olor, sabor, textura y aceptación general, se utilizó una escala de calificación del 1 al 5. Los gráficos que se muestran a continuación representan los porcentajes de aceptación de cada uno de los parámetros evaluados.

**Figura 6**

*Valoración de aceptación del color del Yogur con la adición de Suero de Mantequilla en diferentes porcentajes*

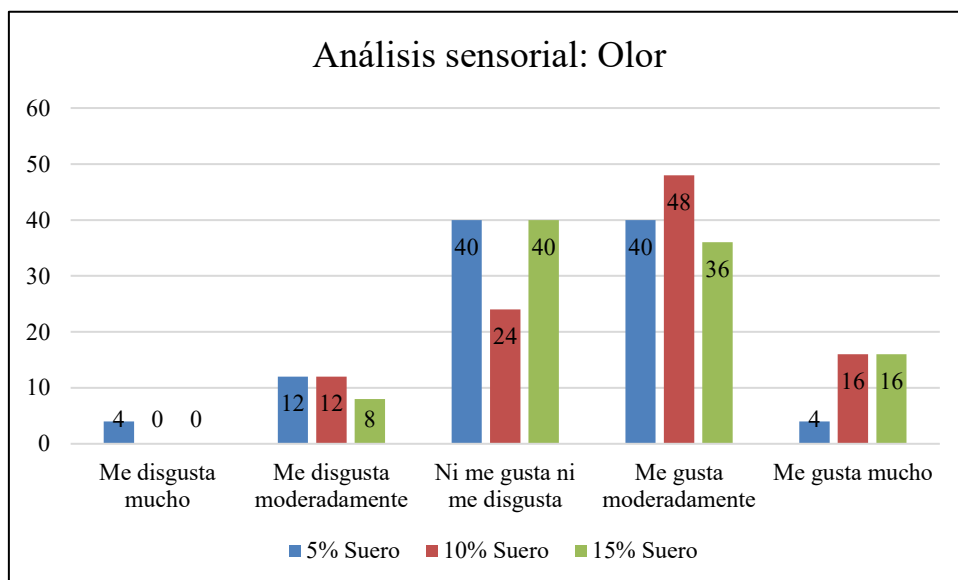


En la Figura 6 se observan las valoraciones porcentuales obtenidas para el parámetro Color del Yogur realizado con suero de mantequilla en diferentes proporciones, de manera general se observa que el color tiene un alto grado de aceptación por parte de los panelistas, siendo el del 5 % de suero de mantequilla es que tiene mayor aceptación con 68 % me gusta moderadamente y 28 % me gusta mucho, esto sugiera que los panelistas gustan del color,

sin embargo el resto de yogures no generaron un rechazo visual, ya que los porcentajes en la categoría me disgusta y me disgusta moderadamente es 0 %.

**Figura 7**

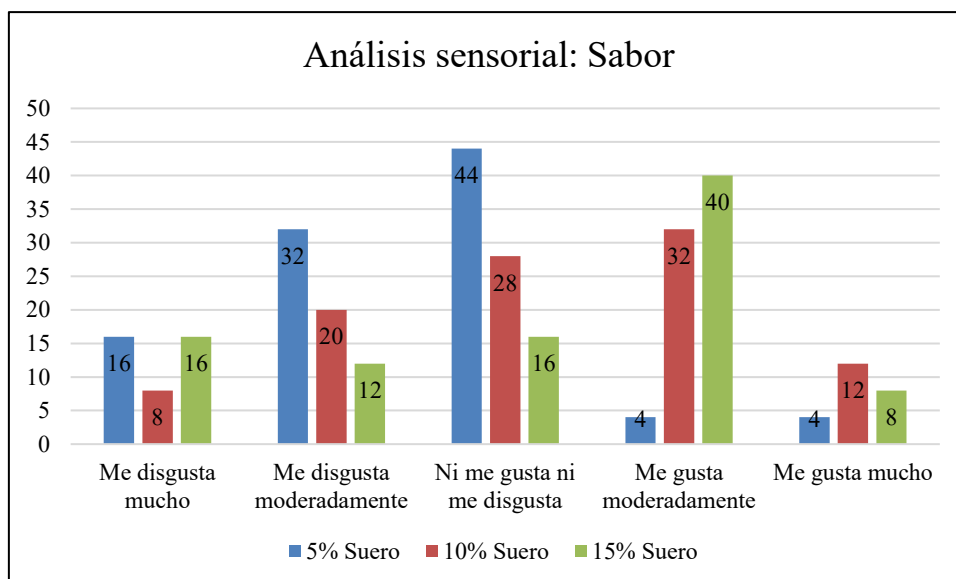
*Valoración de aceptación del olor del Yogur con la adición de Suero de Mantequilla en diferentes porcentajes*



En cuanto al parámetro de Olor del Yogur, se observa en la Figura 7 los valores porcentuales obtenidos para cada tratamiento, en este caso el yogur elaborado con 10 % de suero de mantequilla obtuvo los valores más altos, principalmente en la categoría me gusta moderadamente, en contraste con el yogur con 5% de suero de mantequilla que incluso recibió valoraciones de me disgusta mucho. El olor puede estar influenciado por los compuestos orgánicos volátiles del suero de mantequilla, que en el caso del yogur del 10 % y 15 % presentan un valor aceptable en la percepción del olor.

**Figura 8**

*Valoración de aceptación del sabor del Yogur con la adición de Suero de Mantequilla en diferentes porcentajes*

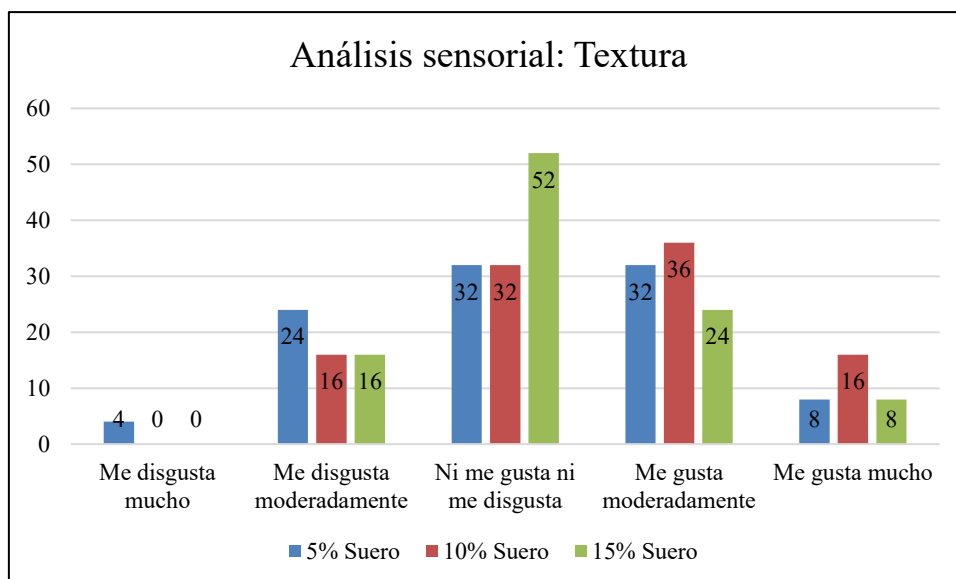


En la Figura 8 se observan las valoraciones porcentuales obtenidas para el parámetro sabor, que a diferencia de los parámetros anteriores (color y olor), presentó resultados más heterogéneos, esto sugiere que para los panelistas la percepción del sabor varía en función del porcentaje de suero que se agregue al yogur. Se puede apreciar que el yogur con el 5% de suero de mantequilla, a pesar de obtener el valor más alto en el criterio del medio (ni me gusta ni me disgusta), tuvo los valores más altos en los criterios más bajos (me disgusta moderadamente y me disgusta mucho), los otros dos tratamientos tienen valores similares, en los criterios altos, esto sugiere que la adición de suero de mantequilla puede tener una injerencia positiva sobre el sabor.



**Figura 9**

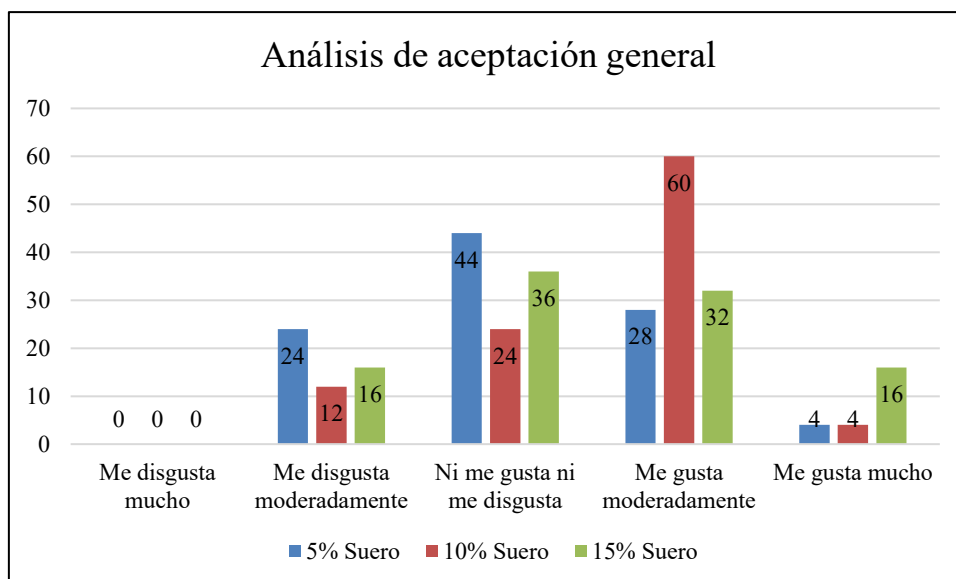
*Valoración de aceptación de la textura del Yogur con la adición de Suero de Mantequilla en diferentes porcentajes*



En cuanto al parámetro de textura del Yogur, se observa en la Figura 9 los valores porcentuales obtenidos para cada tratamiento, en este parámetro el yogur elaborado con 10% de suero de mantequilla obtuvo los valores más altos, principalmente en la categoría me gusta mucho y me gusta moderadamente; a pesar de que los valores en la categoría me gustan moderadamente presentan valores casi similares. Ahora, en contraste con el yogur con 5% de suero de mantequilla, este tratamiento recibió valoraciones de me disgusta mucho. La adición de suero al yogur puede afectar la viscosidad, por lo tanto, el yogur al 10 % sugiere que encontró el equilibrio en la viscosidad y fluidez del yogur en comparación con los otros tratamientos.

**Figura 10**

*Valoración de la aceptación general del Yogur con la adición de Suero de Mantequilla en diferentes porcentajes*



En la Figura 10 se observan las valoraciones porcentuales obtenidas para la aceptación general de los diferentes tratamientos, los resultados sugieren que para los panelistas la percepción de aceptación general es favorable para el yogur adicionado con suero de mantequilla, dado que no existen datos en la categoría me disgusta mucho. El suero con una mejor aceptación es el realizado con 10 % suero de mantequilla, seguido del 15 %, y finalmente el de 5 %.

Finalmente, de manera global, con base al análisis sensorial de los yogures realizados con diferentes porcentajes de suero de mantequilla, aquel que contenía el 10 %, fue el que tuvo los mayores porcentajes, principalmente en cuanto a olor, sabor y textura.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**5.1 CONCLUSIONES** La adición de suero de mantequilla influyó significativamente en la acidez titulable del yogur, ya que los tratamientos con mayor porcentaje de suero (10 % y 15 %) presentaron valores de acidez más altos a lo largo del almacenamiento, mientras que el tratamiento con 5 % mostró los valores más bajos. Asimismo, la acidez aumentó progresivamente desde el día 1 hasta el día 15 en todos los tratamientos. El pH disminuyó de forma significativa con el tiempo, no se evidenciaron diferencias estadísticas entre las concentraciones de suero dentro de cada día evaluado.

Los análisis de laboratorio indicaron que el contenido de proteína de los tratamientos planteados presentó valores sobre el mínimo establecido en la Norma INEN 2395:2011. Además, los valores de viscosidad, densidad, acidez y pH se ubicaron dentro de los rangos reportados en investigaciones previas, lo que respalda la validez de los resultados obtenidos. Existió una ligera reducción del contenido proteico y viscosidad conforme se añadía suero de mantequilla.

En la evaluación sensorial, el yogur elaborado con el 10 % de suero de mantequilla alcanzó la mayor aceptación por parte de los evaluadores en comparación con los tratamientos al 5 % y 15 %, con un 60% en la categoría me gusta moderadamente.

### **5.2 RECOMENDACIONES**

Se sugiere evaluar los mismos porcentajes de suero de mantequilla en otras bebidas lácteas fermentadas u otros tipos de yogur con la adición de saborizantes naturales o artificiales, debido a las características fisicoquímicas que aporta el suero de mantequilla, pudiendo llegar a ser un complemento alimenticio para los pobladores de la región y del país.

Las investigaciones relacionadas al uso de los subproductos lácteos como ingredientes adicionales en la elaboración de productos alimenticios son de gran importancia para evitar que sean desperdiciados o desechados; por lo tanto, es recomendable continuar con investigaciones relacionadas a la temática presentada en esta propuesta.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abdel-Hamid, M., Romeih, E., Huang, Z., Enomoto, T., Huang, L., & Li, L. (2020). Bioactive properties of probiotic set-yogurt supplemented with *Siraitia grosvenorii* fruit extract. *Food Chemistry*, 303(May 2019), 125400. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125400>
- Ali, A. H. (2019). Current knowledge of buttermilk: Composition, applications in the food industry, nutritional and beneficial health characteristics. *International Journal of Dairy Technology*, 72(2), 169–182. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12572>
- Asas, C., Llanos, C., Matavaca, J., & Verdezoto, D. (2021). Whey: environmental impact, uses and applications via biotechnology mechanisms. *Agroindustrial Science*, 11(1), 105–116. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.13>
- Babio, N., Mena, G., & Salas, J. (2017). Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta? *Nutrición Hospitalaria*, 34(4), 26–30. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112017001000006](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112017001000006)
- Banerjee, P., & Qamar, I. (2022). Insights into the technological and nutritional aspects of lactic milk drinks: Buttermilk. In J. Singh & A. Vyas (Eds.), *Advances in Dairy Microbial Products* (First Edit, pp. 93–103). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85793-2.00002-3>
- Bankole, A. O., Ironi, E. A., Awoyale, W., & Ajani, E. O. (2023). Application of natural and modified additives in yogurt formulation: types, production, and rheological and nutraceutical benefits. *Frontiers in Nutrition*, 10(October), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1257439>
- Barrera, M. (2022). *CLICAP 2022: Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas* (1a Edición). Universidad Nacional de Cuyo- Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria.
- Buendía, M. (2015). *Elaboración, producción y comercialización de derivados lácteos* (Primera ed). Editorial Macro EIRL. [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Q74tDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA41&dq=clasificación+de+yogur+pdf&ots=yEF78CnFZw&sig=pmMzwOXuMnjY1AsWncGkeBx3fFU&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Q74tDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA41&dq=clasificación+de+yogur+pdf&ots=yEF78CnFZw&sig=pmMzwOXuMnjY1AsWncGkeBx3fFU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Cais-Sokolińska, D., & Rudzińska, M. (2018). Short communication: Cholesterol oxidation products in traditional buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 3829–3834. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13942>
- Cámara de Comercio de Guayaquil. (2019). Prohibición al Suero de Leche: Desperdicio, informalidad y daño ambiental. In *IPE-321-Comercio-de-Suero-de-leche*. <https://www.lacamara.org/website/wp-content/uploads/2017/03/IPE-321-Comercio-de-Suero-de-leche.pdf>
- Campos, A., Barbosa, F., & Jerônimo, M. (2021). Development of pineapple and wine flavored fermented dairy product. *Research, Society and Development*, 10(7), 1–13. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16522>

- Cargua, M., López, S., & Erazo, F. (2025). Evaluación de las propiedades físicas y químicas de formulaciones de yogur griego hipocalórico con mermelada de Kiwi (*Actinidia deliciosa*). *RENPYS*, 4(1), 42–54. <https://doi.org/https://doi.org/10.61236/renpys.v4i1.1024>
- Deshwal, G. K., Tiwari, S., Kumar, A., Raman, R. K., & Kadyan, S. (2021). Review on factors affecting and control of post-acidification in yoghurt and related products. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 499–512. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.01.057>
- El- Dardiry, A. I., El-Rhmany, A. S., Abo ali, G. A., & Nasser, A. A. (2024). The effect of adding sweet buttermilk and banana peels powder on the properties and quality of Ricotta cheese. *The Arab Journal of Agricultural Sciences*, 7(21), 157–184. <https://doi.org/10.21608/asajs.2024.336264>
- Espinoza, A., & Zapata, L. (2010). Estudio de yogur. *Odecus*, 27. <https://www.odecu.cl/wp-content/uploads/2017/12/2010-estudio-yogur.pdf>
- Estrella, F., Anchundia, M., & Yambay, W. (2021). Evaluación de las características fisicoquímicas de yogurt con probiótico *Bifidobacterium* spp. formulado con jalea de uvilla y harina de quinua. *Sathiri*, 16(2), 108–121. <https://doi.org/https://doi.org/10.32645/13906925.1075>
- Fan, X., Li, X., Du, L., Li, J., Xu, J., Shi, Z., Li, C., Tu, M., Zeng, X., Wu, Z., & Pan, D. (2022). The effect of natural plant-based homogenates as additives on the quality of yogurt: A review. *Food Bioscience*, 49, 101953. <https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2022.101953>
- Ferreiro, T., Martínez, S., Gayoso, L., & Rodríguez-Otero, J. L. (2016). Evolution of phospholipid contents during the production of quark cheese from buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4154–4159. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10861>
- Figuerola, J. (2019). *Utilización del suero de mantequilla y suero ácido para la elaboración del yogurt griego* [Universidad de Puerto Rico]. <https://hdl.handle.net/20.500.11801/2429>
- Flores, C. (2023). Aprovechamiento del suero de la mantequilla para la elaboración de una bebida mediante microfiltración tangencial. *PentaCiencias*, 5(4), 368–380.
- Fortune Business Insights. (2025). *Tamaño del mercado de mantequilla, participación, crecimiento, tendencias de la industria, 2032*. <https://www.fortunebusinessinsights.com/es/butter-market-106457>
- Gassi, J. Y., Blot, M., Beaucher, E., Robert, B., Leconte, N., Camier, B., Rousseau, F., Bourlieu, C., Jardin, J., Briard-Bion, V., Lambert, S., Gésan-Guiziou, G., Lopez, C., & Gaucheron, F. (2016). Preparation and characterisation of a milk polar lipids enriched ingredient from fresh industrial liquid butter serum: Combination of physico-chemical modifications and technological treatments. *International Dairy Journal*, 52, 26–34. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.08.012>
- Hamann, V. (2022). *Lactosuero: Historia, usos y su rol en el mercado lácteo*. Edairynews. <https://es.edairynews.com/lactosuero-historia-usos-y-su-rol-en-el-mercado-de-lacteos/>

- Hickey, C. D., O'Sullivan, M. G., Davis, J., Scholz, D., Kilcawley, K. N., Wilkinson, M. G., & Sheehan, J. J. (2018). The effect of buttermilk or buttermilk powder addition on functionality, textural, sensory and volatile characteristics of Cheddar-style cheese. *Food Research International*, 103, 468–477. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.081>
- Ichimura, T. (2024). Yogurt Production. In *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)* (Vol. 2851, pp. 63–74). Humana, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-0716-4096-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-0716-4096-8_5)
- Jahuira Huarcaya, F. A., Condori Flores, L., Oros Butron, O. D., Galindo Silva, W., & Ramos Dueñas, D. (2024). Elaboración de yogurt batido artesanal con leche de alpaca y vaca. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 26(2), 94–104. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.609>
- Karagül Yüceer, Y., & Pato, M. (2013). Sensory Analysis of Yogurt. In R. Chandan & A. Kilara (Eds.), *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks* (Second Edi, pp. 353–367). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118481301.ch16>
- Królczyk, J. B., Dawidziuk, T., Janiszewska-Turak, E., & Sołowiej, B. (2016). Use of Whey and Whey Preparations in the Food Industry - A Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66(3), 157–165. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2015-0052>
- Lambert, S., Leconte, N., Blot, M., Rousseau, F., Robert, B., Camier, B., Gassi, J. Y., Cauty, C., Lopez, C., & Gésan-Guizieu, G. (2016). The lipid content and microstructure of industrial whole buttermilk and butter serum affect the efficiency of skimming. *Food Research International*, 83, 121–130. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.03.002>
- Lizárraga-Chaidez, M., Mendoza-Sánchez, M., Abadía- García, L., & García-Pérez, J. (2023). El inocente impacto ambiental del suero de la leche. *Epistemos*, 18(35), 88–97. <https://doi.org/10.36790/epistemos.v18i35.316>
- López, I., Gonzáles, C., Causa, K., Arancibia, C., Iturrieta, G., Juri, C., Delgado, J., & Oltra, O. (2024). *Indicadores Sector Lácteo 2024*.
- Macedo y Ramírez, R., & Vélez Ruíz, J. (2015). Propiedades fisicoquímicas y de flujo de un yogur asentado enriquecido con microcápsulas que contienen ácidos grasos omega 3. *Informacion Tecnologica*, 26(5), 87–96. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000500012>
- Mazorra-Manzano, M. Á., & Moreno-Hernández, J. M. (2019). Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería artesanal. *CienciaUAT*, 14(1), 133–144. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v14i1.1134>
- Nagaoka, S. (2019). Yogurt production. *Methods in Molecular Biology*, 1887, 45–54. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8907-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8907-2_5),
- Oraç, A., & Akın, N. (2019). How do different cooling temperatures affect the characteristics of set-type yoghurt gel? *International Dairy Journal*, 97, 49–56. <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2019.06.003>
- Ponce Fuentes, F., Ponce Fuentes, E., Muñoz Murillo, P., & García, J. (2023). Yogur tipo II

- con adición de pulpa de acaí ( *Euterpe oleracea* Mart ) edulcorado con Stevia rebaudiana  
Type II yogurt with the addition of acai pulp ( *Euterpe oleracea* Mart ) sweetened with  
Stevia rebaudiana. *Revista Novasinergia*, 6(1), 36–49.  
<https://novasinergia.unach.edu.ec/index.php/novasinergia/article/view/357/320>
- Ramieres Gomes, E., Braga de Oliveira, M., Rodrigues Toledo Renhe, I., Stephani, R.,  
Fernandes de Carvalho, A., Borges de Souza, A., Tuler Perrone, Í., & Wolfschoon  
Pombo, A. F. (2021). Addition of buttermilk powder to yogurt: effects on particle size,  
microstructure and texture. *Research, Society and Development*, 10(11),  
e154101119404. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19404>
- Ramírez-Delgado, B. (2024). Práctica de laboratorio elaboración de Yogur casero por el  
método semidirecto para la identificación su valor nutrimental y características  
organolépticas. *Con-Ciencia Serrana Boletín Científico de La Escuela Preparatoria  
Ixtlahuaco*, 6(11), 43–47. <https://doi.org/10.29057/ixtlahuaco.v6i11.11984>
- Rashwan, A. K., Osman, A. I., & Chen, W. (2023). Natural nutraceuticals for enhancing  
yogurt properties: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 21(3), 1907–1931.  
<https://doi.org/10.1007/s10311-023-01588-0>
- Rebollar, T. (2017). *Características fisicoquímicas y sensoriales de yogurt natural  
elaborado artesanalmente* [Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].  
[http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42101?show=full%0Ahttp://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42101/K64597TERESA\\_REBOLLAR ESTRADA.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42101?show=full%0Ahttp://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42101/K64597TERESA_REBOLLAR ESTRADA.pdf?sequence=1)
- Reyes J., & Ludeña F. (2015). Evaluación de las Características Físico-Químicas,  
Microbiológicas y Sensoriales de un Yogur Elaborado con Sucralosa y Estevia. *Revista  
Politecnica* , 36(2), 9.
- Rosas, J., & Acebo, J. (2022). Desarrollo de tecnologías para la reutilización sostenible del  
lactosuero. *Environmental, Sciences and Practices*, 1(1), 26–41.
- Sakkas, L., Evageliou, V., Igoumenidis, P., & Moatsou, G. (2022). Properties of Sweet  
Buttermilk Released from the Churning of Cream Separated from Sheep or Cow Milk  
or Sheep Cheese Whey: Effect of Heat Treatment and Storage of Cream. *Foods*, 11(3).  
<https://doi.org/10.3390/foods11030465>
- Sánchez, X., Buitrón, F., Jácome, E., Cadena, C., & Cuenca, M. (2025). APPLICATION OF  
THE ENZYMATIC METHOD FOR THE PRODUCTION OF A  
NANOENCAPSULATED PROTEIN CONCENTRATE USING BUTTERMILK.  
*Ciencia y Educación*, 6(6), 693–704.  
<https://www.cienciayeducacion.com/index.php/journal/article/view/1391/1709>
- Ścibisz, I., Ziarno, M., & Mitek, M. (2019). Color stability of fruit yogurt during storage.  
*Journal of Food Science and Technology*, 56(4), 1997–2009.  
<https://doi.org/10.1007/s13197-019-03668-y>
- Shanuke, D. S., Edirisinghe, E. M. R. K. B., Marapana, R. A. U. J., & Hettiarachi, S. (2025).  
Development of omega-3 fortified stirred yoghurt with enhanced sensory and oxidative  
qualities through the addition of fish oil nanoemulsion and fruits. *International Journal*

- Sodini, I., Morin, P., Olabi, A., & Jiménez-Flores, R. (2006). Compositional and functional properties of buttermilk: A comparison between sweet, sour, and whey buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 89(2), 525–536. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72115-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72115-4)
- Suwannasang, S., Zhong, Q., Thumthanaruk, B., Vatanyoopaisarn, S., Uttapap, D., Puttanlek, C., & Rungsardthong, V. (2022). Physicochemical properties of yogurt fortified with microencapsulated Sacha Inchi oil. *LWT*, 161, 113375. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2022.113375>
- Szkolnicka, K., Dmytrów, I., & Mituniewicz-Malek, A. (2020). Buttermilk ice cream—New method for buttermilk utilization. *Food Science and Nutrition*, 8(3), 1461–1470. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1429>
- Támara, C. (2015). *Aprovechamiento Industrial de Lactosuero* [Universidad de Córdoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/d9fee080-43ca-4f59-9291-4b1735a4e9f5/content>
- Tipán, C. (2022). *Análisis de la acidez total en yogur saborizado y su influencia en las características fisicoquímicas y sensoriales* [Universidad Técnica de Machala]. [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18464/1/E-2420\\_BLACK NAVARRO ANDRES ARTURO.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18464/1/E-2420_BLACK NAVARRO ANDRES ARTURO.pdf)
- Torrez, C. (2017). *Recuperación del suero de mantequilla y obtención de la bebida láctea a base de suero de mantequilla* [Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18219/PG-310.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vanderghem, C., Bodson, P., Danthine, S., Paquot, M., Deroanne, C., & Blecker, C. (2010). Milk fat globule membrane and buttermilks: From composition to valorization. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 14(3), 485–500.
- Velasco, J. (2022). *Efecto de la utilización del suero de mantequilla sobre la calidad del manjar de leche*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Weill, R. (2017). El Yogur, un alimento milenario a la luz del siglo XXI. In *Salud Colectiva* (Primera Ed, Vol. 1, Issue 4). Asociación Civil Danone para la Nutrición, Salud y la Calidad de Vida. <http://revistas.unla.edu.ar/saludcolectiva/article/view/1103>
- Zhao, L., Feng, R., & Mao, X. (2020). Addition of buttermilk powder improved the rheological and storage properties of low-fat yogurt. *Food Science and Nutrition*, 8(7), 3061–3069. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1373>
- Abdel-Hamid, M., Romeih, E., Huang, Z., Enomoto, T., Huang, L., & Li, L. (2020). Bioactive properties of probiotic set-yogurt supplemented with *Siraitia grosvenorii* fruit extract. *Food Chemistry*, 303(May 2019), 125400. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125400>



- Ali, A. H. (2019). Current knowledge of buttermilk: Composition, applications in the food industry, nutritional and beneficial health characteristics. *International Journal of Dairy Technology*, 72(2), 169–182. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12572>
- Asas, C., Llanos, C., Matavaca, J., & Verdezoto, D. (2021). Whey: environmental impact, uses and applications via biotechnology mechanisms. *Agroindustrial Science*, 11(1), 105–116. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.13>
- Babio, N., Mena, G., & Salas, J. (2017). Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta? *Nutrición Hospitalaria*, 34(4), 26–30. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112017001000006](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112017001000006)
- Banerjee, P., & Qamar, I. (2022). Insights into the technological and nutritional aspects of lactic milk drinks: Buttermilk. In J. Singh & A. Vyas (Eds.), *Advances in Dairy Microbial Products* (First Edit, pp. 93–103). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85793-2.00002-3>
- Bankole, A. O., Ironidi, E. A., Awoyale, W., & Ajani, E. O. (2023). Application of natural and modified additives in yogurt formulation: types, production, and rheological and nutraceutical benefits. *Frontiers in Nutrition*, 10(October), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1257439>
- Barrera, M. (2022). *CLICAP 2022: Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas* (1a Edición). Universidad Nacional de Cuyo- Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria.
- Buendía, M. (2015). *Elaboración, producción y comercialización de derivados lácteos* (Primera ed). Editorial Macro EIRL. [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Q74tDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA41&dq=clasificación+de+yogur+pdf&ots=yEF78CnFZw&sig=pmMzwOXuMnjYlAsWncGkeBx3ffU&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Q74tDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA41&dq=clasificación+de+yogur+pdf&ots=yEF78CnFZw&sig=pmMzwOXuMnjYlAsWncGkeBx3ffU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Cais-Sokolińska, D., & Rudzińska, M. (2018). Short communication: Cholesterol oxidation products in traditional buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 3829–3834. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13942>
- Cámara de Comercio de Guayaquil. (2019). Prohibición al Suero de Leche: Desperdicio, informalidad y daño ambiental. In *IPE-321-Comercio-de-Suero-de-leche*. <https://www.lacamara.org/website/wp-content/uploads/2017/03/IPE-321-Comercio-de-Suero-de-leche.pdf>
- Campos, A., Barbosa, F., & Jerônimo, M. (2021). Development of pineapple and wine flavored fermented dairy product. *Research, Society and Development*, 10(7), 1–13. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16522>
- Cargua, M., López, S., & Erazo, F. (2025). Evaluación de las propiedades físicas y químicas de formulaciones de yogur griego hipocalórico con mermelada de Kiwi (*Actinidia deliciosa*). *RENPYS*, 4(1), 42–54. <https://doi.org/https://doi.org/10.61236/renpys.v4i1.1024>
- Deshwal, G. K., Tiwari, S., Kumar, A., Raman, R. K., & Kadyan, S. (2021). Review on factors affecting and control of post-acidification in yoghurt and related products.

- Trends in Food Science & Technology*, 109, 499–512.  
<https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.01.057>
- El-Dardiry, A. I., El-Rhmany, A. S., Abo ali, G. A., & Nasser, A. A. (2024). The effect of adding sweet buttermilk and banana peels powder on the properties and quality of Ricotta cheese. *The Arab Journal of Agricultural Sciences*, 7(21), 157–184.  
<https://doi.org/10.21608/asajs.2024.336264>
- Espinoza, A., & Zapata, L. (2010). Estudio de yogur. *Odecus*, 27. <https://www.odecu.cl/wp-content/uploads/2017/12/2010-estudio-yogur.pdf>
- Estrella, F., Anchundia, M., & Yambay, W. (2021). Evaluación de las características fisicoquímicas de yogurt con probiótico *Bifidobacterium* spp. formulado con jalea de uvilla y harina de quinua. *Sathiri*, 16(2), 108–121.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.32645/13906925.1075>
- Fan, X., Li, X., Du, L., Li, J., Xu, J., Shi, Z., Li, C., Tu, M., Zeng, X., Wu, Z., & Pan, D. (2022). The effect of natural plant-based homogenates as additives on the quality of yogurt: A review. *Food Bioscience*, 49, 101953.  
<https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2022.101953>
- Ferreiro, T., Martínez, S., Gayoso, L., & Rodríguez-Otero, J. L. (2016). Evolution of phospholipid contents during the production of quark cheese from buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4154–4159. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10861>
- Figueroa, J. (2019). *Utilización del suero de mantequilla y suero ácido para la elaboración del yogurt griego* [Universidad de Puerto Rico].  
<https://hdl.handle.net/20.500.11801/2429>
- Flores, C. (2023). Aprovechamiento del suero de la mantequilla para la elaboración de una bebida mediante microfiltración tangencial. *PentaCiencias*, 5(4), 368–380.
- Fortune Business Insights. (2025). *Tamaño del mercado de mantequilla, participación, crecimiento, tendencias de la industria, 2032*.  
<https://www.fortunebusinessinsights.com/es/butter-market-106457>
- Gassi, J. Y., Blot, M., Beaucher, E., Robert, B., Leconte, N., Camier, B., Rousseau, F., Bourlieu, C., Jardin, J., Briard-Bion, V., Lambert, S., Gésan-Guizieu, G., Lopez, C., & Gaucheron, F. (2016). Preparation and characterisation of a milk polar lipids enriched ingredient from fresh industrial liquid butter serum: Combination of physico-chemical modifications and technological treatments. *International Dairy Journal*, 52, 26–34.  
<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.08.012>
- Hamann, V. (2022). *Lactosuero: Historia, usos y su rol en el mercado lácteo*. Edairynews.  
<https://es.edairynews.com/lactosuero-historia-usos-y-su-rol-en-el-mercado-de-lacteos/>
- Hickey, C. D., O’Sullivan, M. G., Davis, J., Scholz, D., Kilcawley, K. N., Wilkinson, M. G., & Sheehan, J. J. (2018). The effect of buttermilk or buttermilk powder addition on functionality, textural, sensory and volatile characteristics of Cheddar-style cheese. *Food Research International*, 103, 468–477.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.081>

- Ichimura, T. (2024). Yogurt Production. In *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)* (Vol. 2851, pp. 63–74). Humana, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-0716-4096-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-0716-4096-8_5)
- Jahuira Huarcaya, F. A., Condori Flores, L., Oros Butron, O. D., Galindo Silva, W., & Ramos Dueñas, D. (2024). Elaboración de yogurt batido artesanal con leche de alpaca y vaca. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 26(2), 94–104. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.609>
- Karagül Yüceer, Y., & Pato, M. (2013). Sensory Analysis of Yogurt. In R. Chandan & A. Kilara (Eds.), *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks* (Second Edi, pp. 353–367). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118481301.ch16>
- Królczyk, J. B., Dawidziuk, T., Janiszewska-Turak, E., & Sołowiej, B. (2016). Use of Whey and Whey Preparations in the Food Industry - A Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66(3), 157–165. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2015-0052>
- Lambert, S., Leconte, N., Blot, M., Rousseau, F., Robert, B., Camier, B., Gassi, J. Y., Cauty, C., Lopez, C., & Gésan-Guizieu, G. (2016). The lipid content and microstructure of industrial whole buttermilk and butter serum affect the efficiency of skimming. *Food Research International*, 83, 121–130. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.03.002>
- Lizárraga-Chaidez, M., Mendoza-Sánchez, M., Abadía- García, L., & García-Pérez, J. (2023). El inocente impacto ambiental del suero de la leche. *Epistemos*, 18(35), 88–97. <https://doi.org/10.36790/epistemos.v18i35.316>
- López, I., Gonzáles, C., Causa, K., Arancibia, C., Iturrieta, G., Juri, C., Delgado, J., & Oltra, O. (2024). *Indicadores Sector Lácteo 2024*.
- Macedo y Ramírez, R., & Vélez Ruíz, J. (2015). Propiedades fisicoquímicas y de flujo de un yogur asentado enriquecido con microcápsulas que contienen ácidos grasos omega 3. *Informacion Tecnologica*, 26(5), 87–96. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000500012>
- Mazorra-Manzano, M. Á., & Moreno-Hernández, J. M. (2019). Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería artesanal. *CienciaUAT*, 14(1), 133–144. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v14i1.1134>
- Nagaoka, S. (2019). Yogurt production. *Methods in Molecular Biology*, 1887, 45–54. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8907-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8907-2_5),
- Oraç, A., & Akın, N. (2019). How do different cooling temperatures affect the characteristics of set-type yoghurt gel? *International Dairy Journal*, 97, 49–56. <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2019.06.003>
- Ponce Fuentes, F., Ponce Fuentes, E., Muñoz Murillo, P., & García, J. (2023). Yogur tipo II con adición de pulpa de acaí ( Euterpe oleracea Mart ) edulcorado con Stevia rebaudiana Type II yogurt with the addition of acai pulp ( Euterpe oleracea Mart ) sweetened with Stevia rebaudiana. *Revista Novasinergia*, 6(1), 36–49. <https://novasinergia.unach.edu.ec/index.php/novasinergia/article/view/357/320>
- Ramieres Gomes, E., Braga de Oliveira, M., Rodrigues Toledo Renhe, I., Stephani, R.,

- Fernandes de Carvalho, A., Borges de Souza, A., Tuler Perrone, Í., & Wolfschoon Pombo, A. F. (2021). Addition of buttermilk powder to yogurt: effects on particle size, microstructure and texture. *Research, Society and Development*, 10(11), e154101119404. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19404>
- Ramírez-Delgado, B. (2024). Práctica de laboratorio elaboración de Yogur casero por el método semidirecto para la identificación su valor nutrimental y características organolépticas. *Con-Ciencia Serrana Boletín Científico de La Escuela Preparatoria Ixtlahuaco*, 6(11), 43–47. <https://doi.org/10.29057/ixtlahuaco.v6i11.11984>
- Rashwan, A. K., Osman, A. I., & Chen, W. (2023). Natural nutraceuticals for enhancing yogurt properties: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 21(3), 1907–1931. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01588-0>
- Rebollar, T. (2017). *Características fisicoquímicas y sensoriales de yogurt natural elaborado artesanalmente* [Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42101?show=full%0Ahttp://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42101/K64597TERESA\\_REBOLLAR ESTRADA.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42101?show=full%0Ahttp://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42101/K64597TERESA_REBOLLAR ESTRADA.pdf?sequence=1)
- Reyes J., & Ludeña F. (2015). Evaluación de las Características Físico-Químicas, Microbiológicas y Sensoriales de un Yogur Elaborado con Sucralosa y Estevia. *Revista Politecnica*, 36(2), 9.
- Rosas, J., & Acebo, J. (2022). Desarrollo de tecnologías para la reutilización sostenible del lactosuero. *Environmental, Sciences and Practices*, 1(1), 26–41.
- Sakkas, L., Evageliou, V., Igoumenidis, P., & Moatsou, G. (2022). Properties of Sweet Buttermilk Released from the Churning of Cream Separated from Sheep or Cow Milk or Sheep Cheese Whey: Effect of Heat Treatment and Storage of Cream. *Foods*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/foods11030465>
- Sánchez, X., Buitrón, F., Jácome, E., Cadena, C., & Cuenca, M. (2025). APPLICATION OF THE ENZYMATIC METHOD FOR THE PRODUCTION OF A NANOENCAPSULATED PROTEIN CONCENTRATE USING BUTTERMILK. *Ciencia y Educación*, 6(6), 693–704. <https://www.cienciayeducacion.com/index.php/journal/article/view/1391/1709>
- Ścibisz, I., Ziarno, M., & Mitek, M. (2019). Color stability of fruit yogurt during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 56(4), 1997–2009. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03668-y>
- Shanuke, D. S., Edirisinghe, E. M. R. K. B., Marapana, R. A. U. J., & Hettiarachi, S. (2025). Development of omega-3 fortified stirred yoghurt with enhanced sensory and oxidative qualities through the addition of fish oil nanoemulsion and fruits. *International Journal of Food Science and Technology*, 60(1), 34. <https://doi.org/10.1093/IJFOOD/VVAE034>
- Sodini, I., Morin, P., Olabi, A., & Jiménez-Flores, R. (2006). Compositional and functional properties of buttermilk: A comparison between sweet, sour, and whey buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 89(2), 525–536. <https://doi.org/10.3168/jds.S0022->

- Suwannasang, S., Zhong, Q., Thumthanaruk, B., Vatanyoopaisarn, S., Uttapap, D., Puttanlek, C., & Rungsardthong, V. (2022). Physicochemical properties of yogurt fortified with microencapsulated Sacha Inchi oil. *LWT*, 161, 113375. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2022.113375>
- Szkolnicka, K., Dmytrów, I., & Mituniewicz-Małek, A. (2020). Buttermilk ice cream—New method for buttermilk utilization. *Food Science and Nutrition*, 8(3), 1461–1470. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1429>
- Támara, C. (2015). *Aprovechamiento Industrial de Lactosuero* [Universidad de Córdoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/d9fee080-43ca-4f59-9291-4b1735a4e9f5/content>
- Tipán, C. (2022). *Análisis de la acidez total en yogur saborizado y su influencia en las características fisicoquímicas y sensoriales* [Universidad Técnica de Machala]. [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18464/1/E-2420\\_BLACK NAVARRO ANDRES ARTURO.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18464/1/E-2420_BLACK NAVARRO ANDRES ARTURO.pdf)
- Torrez, C. (2017). *Recuperación del suero de mantequilla y obtención de la bebida láctea a base de suero de mantequilla* [Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18219/PG-310.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vanderghem, C., Bodson, P., Danthine, S., Paquot, M., Deroanne, C., & Blecker, C. (2010). Milk fat globule membrane and buttermilks: From composition to valorization. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 14(3), 485–500.
- Velasco, J. (2022). *Efecto de la utilización del suero de mantequilla sobre la calidad del manjar de leche*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Weill, R. (2017). El Yogur, un alimento milenario a la luz del siglo XXI. In *Salud Colectiva* (Primera Ed, Vol. 1, Issue 4). Asociación Civil Danone para la Nutrición, Salud y la Calidad de Vida. <http://revistas.unla.edu.ar/saludcolectiva/article/view/1103>
- Zhao, L., Feng, R., & Mao, X. (2020). Addition of buttermilk powder improved the rheological and storage properties of low-fat yogurt. *Food Science and Nutrition*, 8(7), 3061–3069. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1373>

## ANEXOS

### Anexo 1. Resultados de los análisis de laboratorio

<b>SETLAB</b>					
<b>SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS</b>					
Dirección: Calo Plaza 28-55 y Jaime Roldós Teléfono 00998407494 Email: luciasilva@ynhoo.com					
"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"					
<b>REPORTE DE RESULTADOS</b>					
Erick Alexander Santillan Mata					
Domicilio / Address			Teléfonos / Telephones		
Riobamba					
Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested					
Yogurt con adición de suero de mantequilla (0,5,10 y 15%)					
Marca comercial / Trade Mark			Características del producto / Ratings of the product		
No tiene			Color, Olor y sabor característico		
<b>RESULTADOS BROMATOLOGICOS</b>					
PARAMETRO	0% Rhc 11049	5% Rhc 11050	10% Rhc 11051	15% Rhc 11052	METODO/NORMA
PROTEINA, (%)	4.54	4.30	3.93	3.57	AOAC/kjeldahl /2001.11
VISCOSIDAD cP*	357	372	364	353	Reología/AACC 56-11.02
DENSIDAD, (g/ml)	1.032	1.044	1.02	1.029	AOAC/Goldfish/ 920.39
ACIDEZ, (%)	0.9	0.87	0.92	1.02	AOAC / Colorimetrico/ 942.15
pH	4.2	4.3	4.1	4.3	AOAC/Colorimetrico/ 943.02
Emitido en: Riobamba, el 18 de marzo de 2025					
<div><div>LUCIA MONSERRATH SILVA DELEY</div><div>Firmado digitalmente por LUCIA MONSERRATH SILVA DELEY Fecha: 2025.03.18 19:27:40 -05'00'</div></div> <div><div>Ing. Lucia Silva D.</div><div>RESPONSABLE TECNICO</div></div> <div><div><b>SETLAB</b></div><div>Servicio de Transferencia Tecnológica y Laboratorios Agropecuarios Calo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós 032346-764</div></div>					

# SETLAB

## SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Roldós Teléfono 0998407494 Email: [luciasilva@yahoo.com](mailto:luciasilva@yahoo.com)

"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

### REPORTE DE RESULTADOS

<b>Domicilio / Address</b>		<b>Teléfonos / Telephones</b>	
Riobamba			
<b>Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested</b>			
Yogurt almacenado 8 días en refrigeración a 7°C			
<b>Marca comercial / Trade Mark</b>		<b>Características del producto / Ratings of the product</b>	
No tiene		Color, Olor y sabor característico	

### RESULTADOS BROMATOLOGICOS

PARAMETRO	0% Rhc 11049	5% Rhc 11050	10% Rhc 11051	15% Rhc 11052	METODO/NORMA
PROTEINA, (%)	4.42	4.27	3.89	3.49	AOAC/kjeldahl /2001.11
VISCOSIDAD cP*	351	366	359	351	Reología/AACC 56-11.02
DENSIDAD, (g/ml)	1.031	1.043	1.03	1.02	AOAC/Goldfish/ 920.39
ACIDEZ, (%)	0.94	0.90	0.95	1.05	AOAC / Colorimetrico/ 942.15
pH	4.0	4.1	4.0	4.1	AOAC/Colorimetrico/ 943.02

Emitido en: Riobamba, el 18 de marzo de 2025

LUCIA  
MONSERRATH  
SILVA DELEY  
Firmado digitalmente  
por LUCIA  
MONSERRATH SILVA  
DELEY  
Fecha: 2025.03.18  
19:37:53 -05'00'  
**Ing. Lucia Silva D.**  
RESPONSABLE TECNICO

**SETLAB**  
Servicio de Transferencia Tecnológica  
y Laboratorios Agropecuarios  
Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós  
032366-764

## Anexo 2. Hoja de valoración para el análisis sensorial

### Universidad Nacional de Chimborazo

#### Prueba Sensorial – Degustación de Yogurt con Suero de Mantequilla

Instrucciones:

Pruebe cada muestra y califique cada atributo del 1 al 5 según esta escala:

Número	Categoría
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	No me gusta
1	No me gusta nada

Atributo / Muestra	Muestra 1 (5% suero)	Muestra 2 (10% suero)	Muestra 3 (15% suero)
Color			
Olor			
Sabor			
Textura			
Aceptación global			

Comentarios del evaluador (opcional):

---

---

---

---

---



Anexo 3. Fotografías

EVIDENCIAS	
Materias Primas	
Análisis Físicoquímicos materias primas	
Producción	
Análisis sensorial	