



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

**TÍTULO: EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DEL SUERO DE
MANTEQUILLA SOBRE LA CALIDAD DEL MANJAR DE LECHE**

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

Autor:

Velasco Churuchumbi, José Luis

Tutor:

MgS. Daniel Alejandro Luna Velasco

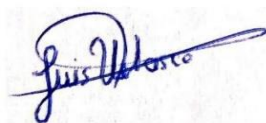
Riobamba, Ecuador. 2022

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Nosotros, José Luis Velasco Churuchumbi, con cédula de ciudadanía 1727494328, autor del trabajo de investigación titulado: Efecto de la utilización del suero de mantequilla sobre la calidad del manjar, y Daniel Alejandro Luna Velasco, como director del proyecto miembro del grupo de investigación PROANIN del cual deriva el trabajo de investigación, certificamos que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra 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, serán de nuestra entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 20 de septiembre del 2022.



José Luis Velasco Churuchumbi

C.I: 1727494328

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.11
VERSIÓN 01: 06-09-2021

ACTA FAVORABLE - INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En la Ciudad de Riobamba, a los 20 días del mes de septiembre de 2022, luego de haber revisado el Informe Final del Trabajo de Investigación presentado por el estudiante **VELASCO CHURUCHUMBI JOSÉ LUIS** con CC: **172749432-8**, de la carrera de **AGROINDUSTRIA** y dando cumplimiento a los criterios metodológicos exigidos, se emite el **ACTA FAVORABLE DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN** titulado "**EFFECTO DE LA UTILIZACIÓN DEL SUERO DE MANTEQUILLA SOBRE LA CALIDAD DEL MANJAR DE LECHE**", por lo tanto se autoriza la presentación del mismo para los trámites pertinentes.

Mgs. Daniel Alejandro Luna Velasco

TUTOR

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 utilización del suero de mantequilla sobre la calidad del manjar de leche, presentado por José Luis Velasco Churuchumbi, con cédula de identidad número 1727494328, bajo la tutoría de MgS. Daniel Alejandro Luna Velasco; 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 11 de noviembre del 2022

Presidente del Tribunal de Grado
MgS. Byron Herrera



Firma

Miembro del Tribunal de Grado
Dra. Ana Mejía López



Firma

Miembro del Tribunal de Grado
PhD. Sonia Rodas



Firma

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

Original



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



CERTIFICACIÓN

Que, **VELASCO CHURUCHUMBI JOSÉ LUIS** con CC: **1727494328**, estudiante de la Carrera **AGROINDUSTRIA**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DEL SUERO DE MANTEQUILLA SOBRE LA CALIDAD DEL MANJAR DE LECHE"**, cumple con el **3 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 26 de octubre de 2022

MgS. Daniel Luna
TUTOR

DEDICATORIA

Dedico este proyecto principalmente a dios, por cuidarme y darme las fuerzas para seguir adelante con mis estudios.

A mis padres especialmente a mi madre Claudia Churuchumbi que con esfuerzo y sacrificio me dio la oportunidad de continuar con mis estudios, y con amor siempre ha permanecido a mi lado.

A mis hermanos y a todas las personas que me brindaron su apoyo y su tiempo para que pueda culminar con el proyecto.

José Luis Velasco Churuchumbi

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a mis padres por el apoyo incondicional, en especial a mi madre Claudia Churuchumbi por convertirse en padre y madre para mí durante mi etapa universitaria.

A mis hermanos, por la alegría y la satisfacción de saber que contaba siempre con su apoyo.

A Gina González le agradezco por haberme acompañado en todo momento en la realización de proyecto, por las experiencias y por formar parte de mi vida.

A la Dra. Davinia Sánchez, coautora del proyecto le agradezco por el tiempo y el apoyo brindado, por la motivación y su asesoría para poder realizar el trabajo de la mejor manera.

A mis amigos y docentes del grupo de investigación PROANIN, quienes directa o indirectamente me han apoyado en la realización del proyecto.

José Luis Velasco Churuchumbi

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRAT	
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Antecedentes.....	14
1.2 Problema.....	16
1.3 Justificación.....	17
1.4 Objetivos.....	18
1.4.1 General.....	18
1.4.2 Específicos.....	18
CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Estado del arte	19
2.2. Marco teórico.....	19
2.2.1. Suero de mantequilla	19
2.2.2. Producción de diferentes tipos de suero de mantequilla.....	21
2.2.3. Composición del suero de mantequilla.....	23
2.2.4. Usos del suero de mantequilla	24
2.3.1. Manjar.....	24
2.3.1.1. Tecnología de fabricación	24
2.3.1.2. Reacciones no enzimáticas en el manjar	25
2.3.1.3. Ingredientes en la elaboración de manjar	26
2.3.2. Defectos y problemas en el manjar.....	30
2.3.2.1. Cristalización	30
2.3.2.2. Defecto de textura.....	30
2.3.2.3. Defectos de apariencia.....	31

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	32
3.1. Tipo de investigación	32
3.2. Diseño de Investigación.....	32
3.3. Recolección y análisis de las materias primas.....	33
3.4. Elaboración del manjar.....	35
3.5. Métodos de ensayo en el suero de mantequilla	37
3.6. Análisis fisicoquímico, cristalización , color y textura del manjar	38
3.6.1. Acidez Titulable	38
3.6.2. pH	38
3.6.3. Densidad	38
3.6.4. Grados brix	39
3.6.5. Cristalización o conteo de cristales	39
3.6.6. Determinación de color	39
3.6.7. Evaluación de perfil de textura.....	40
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. Resultados.....	42
4.1.1. Caracterización de la materia prima	42
4.2. Calidad fisicoquímica del manjar	43
4.3. Color.....	45
4.4. Textura del manjar.....	47
4.5. Discusión	49
4.5.1. Calidad de la materia prima.....	49
4.5.2. Efecto del suero ácido sobre la calidad del manjar	52
4.5.3. Efecto del SM sobre las características fisicoquímicas del manjar	53
4.5.4. Efecto del suero de mantequilla en el color del manjar.....	54
4.5.5. Efecto del suero de mantequilla en la textura del manjar.....	55
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
4.6. Conclusiones.....	57
4.7. Recomendaciones	57
BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición porcentual de los distintos sueros de mantequilla en base seca. .	23
Tabla 2 Requisitos fisicoquímicos del suero de mantequilla natural y cultivado.	24
Tabla 3 Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda	27
Tabla 4 Formulaciones de los diferentes tratamientos.	37
Tabla 5 Parámetros analizados del suero de mantequilla y mezcla láctea.	37
Tabla 6 Definiciones de los parámetros evaluados con el texturómetro.	41
Tabla 7 Análisis fisicoquímicos de la leche.	42
Tabla 8 Caracterización fisicoquímica del Suero de mantequilla y mezcla láctea.....	43
Tabla 9 Análisis fisicoquímico de los manjares	44
Tabla 10 Valores promedios de color	46
Tabla 11 Medias de los parámetros de textura con sonda TA5.....	47
Tabla 12 Medias de los parámetros de textura con sonda TA18.....	48
Tabla 13 Medias de los parámetros de textura con sonda TA43.....	49
Tabla 14 Dosificaciones de lactasa.....	62
Tabla 15 Diferencia de color entre C y MSM	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo de la obtención de distintos tipos de SM	23
Figura 2: Diagrama de flujo de la elaboración del manjar.	35
Figura 3: Gráfica de perfil de textura TPA General	40

RESUMEN

El suero de mantequilla es un subproducto de la elaboración de mantequilla el cual contiene componentes que podrían ser aprovechados para la formulación de un producto lácteo tradicional como el manjar. El proyecto tiene como fin evaluar el efecto de la incorporación de este subproducto sobre la calidad tecnológica del manjar en condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente. Se evaluó las características fisicoquímicas, color instrumental, perfil de textura y cristalización de los manjares al día 1, 15 y 45 de su elaboración con la sustitución parcial y completa de la leche. Se realizó un análisis ANOVA de las medias repetidas evaluando el efecto de la cantidad de suero y días de almacenamiento aplicando la prueba de Tukey ($p < 0,05$) para el análisis de diferencia estadística. La incorporación del suero a la formulación del manjar con respecto al control resultó en un pH bajo, acidez alta, una menor formación de cristales también un color con mayor luminosidad y tendencia al color amarillo, en cuanto a textura fue menor la fuerza aplicada para su deformación en base a su dureza, trabajo y adhesividad. Además de la desnaturalización de la leche en la mezcla láctea con la sustitución parcial. En consecuencia, la adición de este tipo de suero en el manjar puede reducir la cristalización, aumentar la luminosidad y reducir la aplicación de fuerza para su deformación. Se recomienda continuar con el estudio reduciendo la concentración de suero y aumentando la cantidad de bicarbonato de sodio para neutralizar la acidez.

Palabras claves: suero de mantequilla, manjar, cristalización, análisis de textura

ABSTRAT

Buttermilk is a byproduct of butter production which contains components that could be used to formulate a traditional dairy product such as a delicacy. According to its publications, it is an excellent ingredient to be studied in the technological improvement of foods. The project's purpose is to evaluate the effect of the incorporation of this byproduct on the technological quality of delicacy under storage conditions at ambient temperature. The delicacy's physicochemical characteristics, color, instrumental texture, and crystallization were evaluated on days 1, 15, and 45 of their elaboration with partial and complete milk substitution. An ANOVA analysis of repeated means was performed to evaluate the effect of the amount of whey and days of storage by applying Tukey's test ($p < 0.05$) for statistical difference analysis. The incorporation of whey into the formulation of delicacy concerning the control resulted in a low pH, high acidity, a lower formation of crystals, also a color with greater luminosity, and a tendency to yellow color. As for texture, the force applied for its deformation was lower based on its hardness, workability, and adhesiveness. In addition to the denaturation of the milk in the milk mixture with partial substitution. Consequently, adding this type of whey to the delicacy can reduce crystallization, increase brightness and reduce the application of force for its deformation. It is recommended to continue the study by reducing the concentration of whey and increasing the amount of sodium bicarbonate to neutralize acidity.

Keywords: buttermilk, delicacy, crystallization, texture analysis.



Firmado electrónicamente por:
ANA ELIZABETH
MALDONADO LEON

Reviewed by:

Ms.C. Ana Maldonado

León ENGLISH

PROFESSOR

C.I.060197598

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

De acuerdo con la Food Agriculture Organization (2017), los lactosueros contienen una gran cantidad de nutrientes importantes y aprovechables para el ser humano, fundamentalmente proteínas (inmunoglobulina, lactoalbúmina, albúmina, lactoglobulina, etc.) y aminoácidos. Los lactosueros, por lo general son desechados y vertidos en ríos, campos o alcantarillados, cuyo contenido termina filtrándose en importantes fuentes de efluentes a nivel mundial, obviando al mismo tiempo su potencial como agente contaminante por parte de los residuos líquidos no deseados (Bonifaz, 2017).

El suero de mantequilla (SM), también conocido como mazada es el resultado del proceso de elaboración de mantequilla a partir del batido de la crema de leche dulce o ácida y puede ser consumido directamente o utilizado como ingrediente, los componentes son similares al de la leche descremada, los cuales difieren dependiendo de su acidez, composición de la crema y condiciones de batido (Bylund, 2003; Casi & Rudzinska, 2018).

El batido de la crema de leche provoca la separación en dos fases distintas, una fase líquida denominada SM y una fase oleosa o concentrado (grasa de mantequilla), y esta separación es el resultado mecánico de la emulsión inicial. La membrana que rodea y estabiliza los glóbulos de triglicéridos se rompe debido al contacto con el aire y a las repetidas colisiones físicas, que dan como resultado la coalescencia de los glóbulos de grasa, provocando la formación de la fase sólida de la cual el SM simplemente se separa por drenaje (Conway et al., 2014).

El SM, a pesar de ser considerado un subproducto de desecho de la industria láctea, contiene ciertos componentes que provienen de la membrana del glóbulo de grasa de la

leche (MFGM), principalmente fosfolípidos, que contribuyen a la salud del consumidor con la prevención del cáncer de colon, supresión de patógenos gastrointestinales, señalización celular y desarrollo del sistema nervioso. Además, tiene propiedades tecnológicas de aprovechamiento para la industria, como capacidad emulsionante y retención de agua. Por estas características nutricionales y tecnológicas, se lo ha considerado provechoso para el desarrollo de nuevos productos alimenticios tales como fórmulas infantiles, aderezos para ensaladas, chocolates, quesos y yogures (Spitsberg, 2005; Zhao et al., 2018).

En algunos países como Estados Unidos el SM se usa en el manufacturado de jugos naturales y en la industria panificadora formando parte de los ingredientes, esto debido a que modifica beneficiosamente las propiedades fisicoquímicas, sensoriales (color, textura y sabor), tecnológicas y nutritivas del producto final (Vanderghem et al., 2010).

Una alternativa sustentable para el aprovechamiento de este subproducto lácteo representan las leches concentradas como el manjar o dulce de leche. Este es un producto lácteo representativo de América Latina y en algunos países como Argentina y Brasil se considera un alimento tradicional que se consume como postre individual o, acompañado de algún otro tipo de alimento como pan, galletas, frutas, queso o como ingrediente para la fabricación de dulces y helados. Actualmente la distribución del manjar se encuentra en expansión principalmente por los inmigrantes latinos (Cohene et al., 2016). El manjar técnicamente se compone de leche y azúcar y se considera como una leche conservada debido a la evaporación y adición de azúcar que se emplea en su fabricación, de tal manera que se reduce la actividad del agua, favoreciendo al almacenamiento a temperatura ambiente (Silva et al., 2015).

La incorporación de SM en la elaboración de manjar es una alternativa que busca innovar e investigar los efectos sobre la calidad del mismo, observado sus

características fisicoquímicas, formación de cristales, cambios de color y textura durante un tiempo determinado de su vida útil.

1.2 Problema

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) la producción mundial de leche ha aumentado pasando de 530 millones de toneladas en 1988 a 887 millones de toneladas en 2020 según FAOSTAT (2022). En esta poderosa industria mundial se obtienen grandes volúmenes residuales con un alto índice de elementos contaminantes en manifestaciones sólidas, líquidas y gaseosas que resultan alarmantes para la salud ambiental del planeta, los cuales resultan difícil de procesar para su disposición idónea, en donde las empresas tienden a resistirse a invertir.

Durante muchos años el SM ha sido considerado uno de los principales desperdicios y agente contaminante de varias industrias lácteas, sin embargo, este subproducto tiene un alto potencial debido a que es una fuente baja en materia grasa y rica en materia proteica y cada uno de sus componentes pueden ser utilizados en la elaboración de productos lácteos (Alayo, 2017). El manjar es un producto de gran consumo en la mayoría de los países latinoamericanos. Su consumo se ha difundido y está en creciente expansión, sin embargo, no existe información bibliográfica donde se especifique el protocolo para el uso de SM en su elaboración, por lo que se plantea una formulación con la sustitución parcial y completa con SM a manera de estudio exploratorio.

Desde el punto de vista tecnológico, el problema más relevante en la producción del manjar se refiere a su estabilidad física relacionada con la cristalización de los azúcares, cambio de color y textura a lo largo de su almacenamiento. De manera que se quiere incluir las características mencionadas en el estudio, para observar si el uso de SM podría mejorar las características del manjar durante su almacenamiento.

1.3 Justificación

Mediante la innovación tecnológica y la creatividad del ser humano estableciendo parámetros de calidad, se le puede otorgar el impulso requerido para la investigación, optimización y la manufacturación de estos elementos residuales de la industria láctea. De acuerdo con los datos de la Superintendencia de Control del Poder de Mercado (2021), la producción de mantequilla en Ecuador hasta el año 2018 fue de 1330 toneladas, por lo cual es importante potenciar el uso de estos subproductos ofertando alimentos de más accesibilidad de la misma o mejor calidad.

En la realización del presente proyecto se investiga mediante la exploración y la utilización del SM (un subproducto contaminante y muchas veces utilizado para la alimentación animal) como potencial ingrediente en el proceso de transformación en la industria láctea, más precisamente en la elaboración del manjar. Se justifica así la realización de este proyecto, puesto que, si se verifica su posible utilización, permitiría reducir los volúmenes de residuos contaminantes derivados de la manufactura sobre las fuentes acuíferas (Paucar, 2017).

Dicho lo anterior, la adición del SM a un dulce o postre de consumo masivo es una opción atractiva y sustentable para el aprovechamiento de este subproducto. Debido a que el manjar de leche es un producto de amplia aceptación en los países del continente, la incorporación del SM puede ofrecer una amplia ventaja en su composición, calidad nutricional y sensorial. Tal como menciona Paucar (2017), la adición de suero en ciertos productos lácteos podría otorgar ciertas características organolépticas al alimento, lo cual motiva a incursionar al uso de este subproducto en la elaboración del manjar como alternativa, con el fin de mejorar ciertos aspectos sensoriales y tecnológicos, que a su vez puede convertirse en una alternativa en la reducción de la cristalización y mejora de la textura del mismo a lo largo de su almacenamiento.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

- Evaluar la utilización del suero de mantequilla en la formulación del manjar de leche sobre las características fisicoquímicas y su estabilidad durante el almacenamiento.

1.4.2 Específicos

- Analizar las características fisicoquímicas del manjar de leche elaborado con diferentes concentraciones del suero de mantequilla.
- Determinar mediante métodos instrumentales los parámetros textura y color de los manjares.
- Evaluar la estabilidad fisicoquímica, textura, color y cristalización de los manjares durante 45 días de almacenamiento.

CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO.

2.1. Estado del arte

De acuerdo con Zhao et al. (2018) en el estudio de la adición de suero de mantequilla en polvo sobre las propiedades reológicas y de almacenamiento del yogur bajo en grasa, explican que el uso de suero de mantequilla es amplio en los productos lácteos por sus propiedades emulsionantes y nutricionales. El experimento consistió en la adición de suero en polvo a la formulación del yogur en concentraciones de 0% al 4% (p/p), indicando que la creciente adición de suero en polvo resultó en el aumento de la acidez, firmeza y viscosidad del yogur bajo en grasa durante su almacenamiento.

Desde el punto de vista de Szkolnicka et al. (2019) en su propuesta de helado de suero de mantequilla como nuevo método para utilizar el suero de mantequilla. Señala que el estudio tiene como objetivo diseñar un nuevo tipo de helado, sustituyendo completamente la leche por suero de mantequilla ácido y dulce. Analizando parámetros fisicoquímicos, color, textura sobre la calidad del helado después de 14 y 28 días de almacenamiento, indicando que la adición del suero influye en el producto final y resaltado que el helado con suero ácido tiene mayor acidez, mayor luminosidad y una tendencia a un color amarillo verdoso además de tener buenas características sensoriales en todos sus casos.

Con base en Barbara & Muñoz (2020) en la elaboración de manjar a diferentes concentraciones de bicarbonato y glucosa con leche deslactosada durante un tiempo de almacenamiento de 45 días, señala que en los manjares con baja adición de bicarbonato de sodio y en leche deslactosada hay un menor desarrollo de cristales y recomiendan usar el 40% de glucosa para mejorar el color y textura de mismo.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Suero de mantequilla

Según Ali (2018) el SM, mazada o buttermilk es aquel subproducto obtenido en el proceso de elaboración de mantequilla, derivado lácteo de gran importancia en la industria. La definición del término mazada difiere según el país, se confunde con el suero de mantequilla natural, cultivado, leche agria, leche cultivada, leche desnatada cultivada, e incluso a veces con leche fermentada.

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 718 (2011), se define como suero de mantequilla a dos productos diferentes: el cultivado y el natural, ya que se procesan en condiciones diferentes. El suero de mantequilla cultivado “se obtiene por la fermentación de la leche descremada líquida, mediante la acidificación espontánea por la acción de las bacterias formadoras del ácido láctico o del aroma, o por inoculación de cultivos bacterianos puros en la leche caliente”; el suero de mantequilla natural “es el líquido parcialmente en grasa de la leche que queda tras el proceso de elaboración de la mantequilla, y se comercializa en forma concentrada o en polvo. El suero de mantequilla puede pasteurizarse o esterilizarse”. En este trabajo de titulación, se referirá siempre como SM al suero de mantequilla natural.

Así pues el SM es aquel subproducto resultante de la producción de mantequilla, es un residuo que tiene una alta demanda bioquímica de oxígeno, siendo considerado muy contaminante. Una de las características principales de este subproducto es la gran cantidad de fosfolípidos (Ramos et al., 2021). El SM tiene componentes similares al de la leche desnatada, a diferencia de la grasa puesto que el suero contiene mayor cantidad de fosfolípidos y proteínas obtenidas de la membrana del glóbulo de grasa (Lambert et al., 2016), siendo un ingrediente de alto valor nutricional y mejor funcionalidad para la industria alimentaria (Boylston, 2019).

Por todo ello, se ha visto un incremento en el interés para su uso en la industria, siendo una potencial alternativa de la leche, no sólo reduciendo costos de producción

sino que a su vez mejorando las propiedades funcionales y nutricionales de los productos, o bien obteniendo nuevos productos a ser ofrecidos al consumidor. Así pues, el SM puede formar parte en el manufacturado de diversos alimentos, como en la industria láctea, para la elaboración de bebidas lácteas y otros productos (Teixeria et al., 2020).

La cantidad de SM que se produce a nivel mundial no se conoce exactamente. Sin embargo, se puede estimar la cantidad de producción sobre la base de la fabricación de mantequilla. Se estima que entre el 6,5% y 7% del total de la leche producida en todo el mundo tiene como fin la elaboración de mantequilla que produce grandes cantidades de SM, la cual puede ser alrededor de los 3,2 millones de toneladas/año como subproducto (Kumar et al., 2015).

2.2.2. Producción de diferentes tipos de suero de mantequilla

Por lo general, se producen cuatro tipos de suero de mantequilla de acuerdo con el proceso que lleva su obtención, como se indica en la Figura 1.

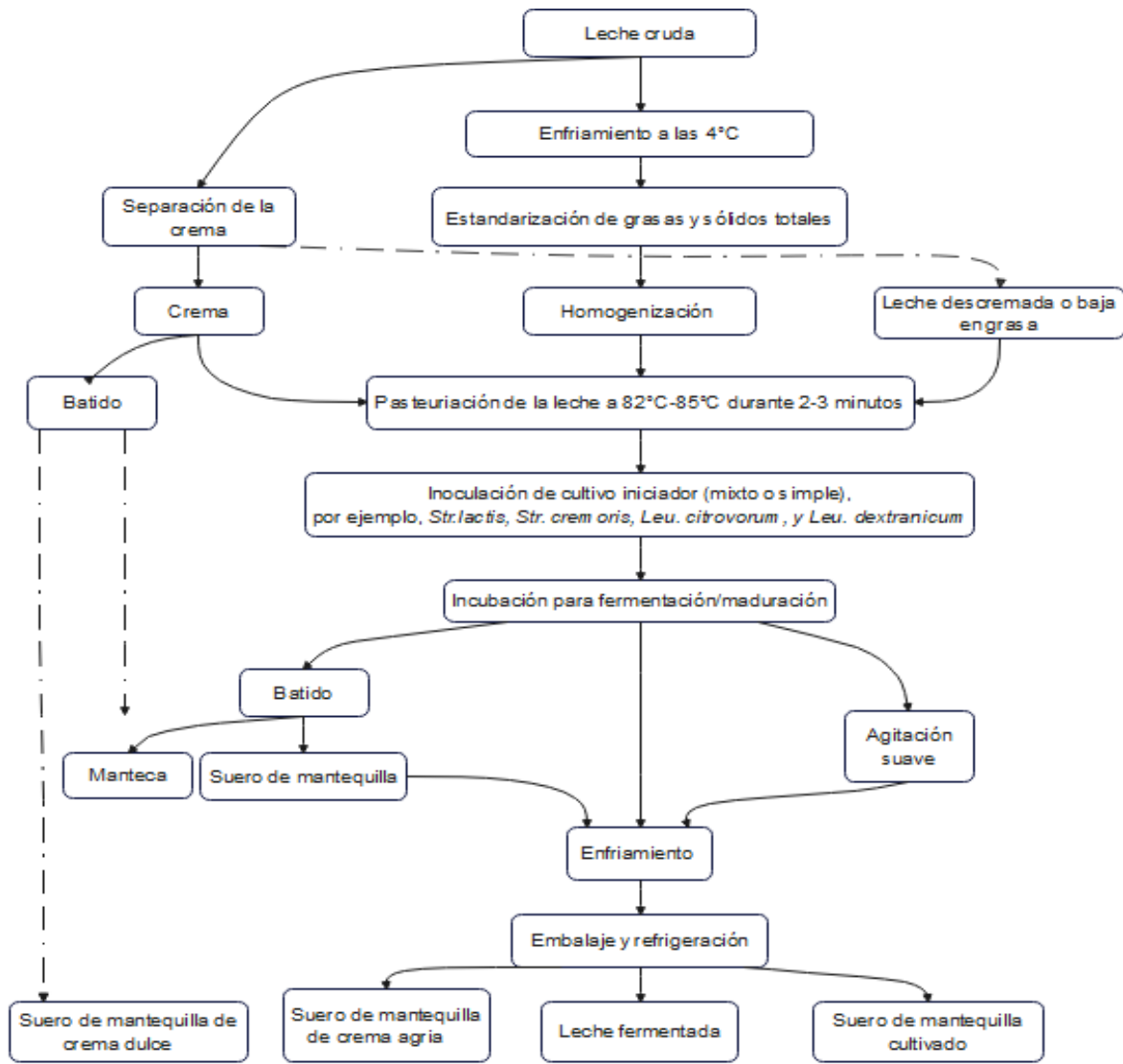
De acuerdo con Kumar et al. (2015), los diferentes tipos de sueros de mantequilla y sus propiedades son:

- **Suero mantequilla de crema dulce:** resulta a partir de la crema de leche fresca, la cual se bate hasta convertirse en mantequilla y suero de mantequilla que suele tener un sabor similar al de la leche descremada.
- **Suero de mantequilla de crema agria:** resulta del batido de la crema madurada, de leche cruda, sin pasteurizar. Se deja agriar naturalmente antes de batir y suele tener un sabor característico a crema agria.
- **Suero de mantequilla cultivado:** Se produce por la adición de un cultivo bacteriano a la leche descremada, que proporciona sabor y olor.

- **Leche fermentada:** Suele encontrarse disponible en las tiendas de alimentos. La leche no se utiliza para hacer mantequilla, sino que se fabrica añadiendo cultivos bacterianos a la leche descremada y se deja que madure. Con el tiempo, la leche se espesa y desarrolla su sabor agrio característico.

Figura 1

Diagrama de flujo de la obtención de distintos tipos de sueros de mantequilla.



Nota. La figura indica los diferentes procesos de obtención de suero de mantequilla según el tratamiento de la crema de leche Kumar et al. (2015).

El suero de mantequilla que procede de la crema con una mayor acidez respecto al de la crema dulce, suele ser un problema tratarlo posteriormente (Bylund, 2003).

2.2.3. Composición del suero de mantequilla

Según Sodini et al. (2006), la composición química del SM depende de la cantidad de agua que contenga la crema. Sin embargo, la composición es similar al de la leche desnatada como se mencionó antes, esto si se realiza en condiciones estándares.

Por otro lado, la principal diferencia entre el SM de crema dulce y crema agria se ve relacionada con su acidez titulable. La acidez del SM de crema agria suele ser mayor 0,15% ácido láctico y muchas veces superior al 1%, en cambio, el suero proveniente de la crema dulce suele estar entre el 0,10% al 0,15% de ácido láctico (Kumar et al., 2015).

En la tabla 1 se encuentran los valores aproximados de algunos componentes del lactosueros (suero de quesería), suero de mantequilla de crema dulce y suero de mantequilla crema cultivado (agria).

Tabla 1

Composición porcentual de los distintos sueros de mantequilla en base seca.

Tipos de suero	Suero de quesería	Suero de mantequilla de crema dulce	Suero de mantequilla de crema agria
Total, Nitrógeno, %	13,5-32,9	31,5-32,9	27,8
Lípidos, %	0,4	5,7-13,1	22,3
Fosfolípidos, %	ND	1,3-1,3	1,2
Cenizas, %	7,5	6,7-7,6	6,2
Lactosa, %	78,8	48,7-53,8	43,7
pH	5,6	6,4-6,6	5,4

Nota. Sodini et al. (2006).

El suero de mantequilla y la leche desnatada son similares cuando se enfoca en proteína, ceniza y contenido de lactosa (Vanderghem et al., 2010). Aunque, en términos de cantidad de lípidos difieren. Según (Lambert et al., 2016) el SM suele tener un 4,6% a un 14,5% de grasa aproximadamente en materia seca que se encuentran cercanos a los valores indicados por (Sodini et al., 2006). De acuerdo con (Gassi et al., 2008) el SM

difiere de la leche descremada o desnatada en la cantidad de fosfolípidos, puesto que es mucho mayor ($958 \pm 137 \text{ mg} * \text{kg}^{-1}$ comparado con $120 \text{ mg} * \text{kg}^{-1}$ que contiene la leche).

Según la Norma NTE INEN 718 (2011), los requisitos fisicoquímicos que debe de cumplir el suero de mantequilla natural y cultivado son los que se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2

Requisitos fisicoquímicos del suero de mantequilla natural y cultivado.

Requisitos	Min	Max	Método de ensayo
Proteína Láctea, % m/m	1,7	---	NTE INEN 16
Grasa Láctea, % m/m	0,1	2,0	NTE INEN 12
Sólidos lácteos no grasos, % m/m	13,0	---	NTE INEN 14
Cenizas, % m/m	---	0,73	NTE INEN 14
Acidez titulable, % de ácido láctico	0,7	1,5	NTE INEN 13

Nota. NTE INEN 718 (2011).

2.2.4. Usos del suero de mantequilla

El SM se utiliza principalmente en la industria alimentaria debido a su capacidad emulsionante, retención de agua, etc. Pero solo una cantidad limitada se usa para el consumo humano como leches fermentadas, bebidas, helados y en la formulación de productos lácteos tradicionales (Lambert et al., 2016).

2.3.1. Manjar

2.3.1.1 Tecnología de fabricación

Según Ranalli et al. (2011), el manjar o dulce de leche es un producto a base de leche y de especial popularidad en los países Latinoamericanos e incluso en México. Se consume principalmente como dulce o como mermelada para untar, con un sabor similar al caramelo. También, es la base en la elaboración de dulces y postres que son parte de la cultura Latinoamericana el cual dependiendo la región se lo llama de

diferentes maneras como “dulce de leche” en Argentina y Uruguay, “arequipe” en Colombia, “manjar blanco” en Perú, “cajeta” en México y “doce de leite” en Brasil.

El manjar presenta una consistencia cremosa o pastosa, con una textura cerrada, sin grumos, escamas ni burbujas, de color característico marrón caramelo y aspecto brillante por la reacción de Maillard, con un sabor ni tan dulce ni empalagoso y se disuelve en la boca sin la presencia de cristales. Para su elaboración se permiten varios aditivos y auxiliares al procesamiento (Silva et al., 2015).

Se concentra la mezcla hirviendo la leche y azúcar hasta tener un contenido aproximado del 70% de sólidos. Las materias primas afectan al procesamiento (tiempo, temperatura y pH) en la mezcla de ebullición, donde se produce un pardeamiento no enzimático largo, obteniendo color, textura y el sabor característico del manjar (Zalazar & Perrotti, 2011).

La determinación del punto final de fabricación del manjar se realiza a través de la determinación del contenido de sólidos solubles en °Brix, relevante tanto al inicio como al final de la fabricación del manjar. Este punto indica si el producto está o no listo para ser envasado para su almacenamiento y comercialización. Cuanto mayor sea el contenido de sólidos solubles de la materia prima, mayor será el rendimiento de producción, menor el tiempo de evaporación y menores los costos de fabricación (Silva et al., 2015).

De acuerdo con Gonzales (2014), en la concentración de sólidos de la leche para elaborar de manjar se elimina hasta un 70 % de agua, por la evaporación e incremento de su materia sólida más el azúcar agregado, el mismo que al producirse la reacción de Maillard se oscurece y toma el sabor y olor a tostado (Choque, 2017).

2.3.1.2 Reacciones no enzimáticas en el manjar

El manjar en su composición contiene proteínas, aminoácidos libres y azúcares, que, ante un proceso térmico, generan reacciones no enzimáticas que otorgan el color y el olor característico del manjar. Estas reacciones son:

- **Caramelización:** al calentar los azúcares por encima del punto de fusión se producen reacciones de enolización, deshidratación y fragmentación, las cuales pueden producirse en pH ácidos como alcalinos (González, 2014).
- **Reacción de Maillard:** son reacciones químicas resultado de la interacción entre las proteínas de la leche y azúcares, causantes del color, olor y sabor característico del manjar (Zunino, 2014).

2.3.1.3. Ingredientes en la elaboración de manjar

Los ingredientes en la elaboración suelen ser leche, sacarosa, glucosa y bicarbonato de sodio. Las formulaciones del dulce de leche tradicional acostumbran a tener los siguientes rangos: leche entera 82-86%, sacarosa 13-18%, glucosa 1-2% y bicarbonato de sodio 0,04-0,12%; la cantidad de bicarbonato determina la intensidad del color. La formulación determina los °Brix y consistencia final del manjar. Su punto final suele estar entre los 65 a 75 °Brix y su vida útil a temperatura ambiente puede extenderse hasta 6 meses en envases herméticos (Ramírez et al., 2018).

A continuación, se describe las características de cada uno de los ingredientes que se utilizan en la elaboración del manjar.

a. Leche

En la elaboración de dulce de leche, la materia prima principal es la leche, sobre todo la leche de vaca, aunque se podría utilizar la leche de cabra u oveja, la cual puede ser cruda, pasteurizada o en polvo. Por otro lado, puede ser leche entera o parcialmente descremada, según la cantidad de grasa deseada (Kurlat, 2010).

De acuerdo con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 9 (2015), la leche es un producto de la “secreción normal de los animales bovinos lecheros sanos, obtenida de uno o más ordeños diarios, higiénicamente, sin ningún tipo de adición o extracción de algún componente, para ser destinada a tratamientos posteriores antes de su consumo”. Los requisitos de calidad que debe cumplir pueden ser observados en la Tabla 3.

Tabla 3

Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda.

Requisitos	Min	Max
Densidad relativa a 15 °C, Kg/L	1,029	1,032
Densidad relativa a 20 °C, Kg/L	1,028	1,033
Materia grasa, % m/m	3	...
Acidez titulable, % de ácido láctico	0,13	0,17
Sólidos totales, % m/m	11,2	...
Sólidos no grasos, % m/m	8,2	...
Cenizas, % m/m	0,65	...
Punto de congelación °C (punto crioscópico)	-0,536	-0,512
Proteína, % m/m	2,9	...

Nota. NTE INEN 9 (2015)

b. Azúcar

El azúcar de caña, azúcar común o sacarosa se encuentra generalmente en las cocinas. Forma parte de los ingredientes del manjar, es de gran importancia en el sabor típico del mismo además de tener un papel clave en el color final, consistencia y cristalización (defecto del manjar) (Kurlat, 2010).

Además de complementar con glucosa ya que su uso ofrece mejores cualidades estéticas como lo es el brillo. La cantidad de sacarosa que se utiliza en el proceso es la necesaria para alcanzar los °Brix requeridos en el producto (Suarez & Wejda, 2018).

c. Bicarbonato de sodio

Se adquiere en cualquier tienda, y se lo utiliza como neutralizante de los compuestos ácidos generados durante la elaboración del manjar. Es de gran importancia en el proceso de elaboración debido a que el agua de la leche se evapora y el ácido láctico se va concentrando. La acidez de la leche aumenta a tal punto que podría producirse una reacción de sinéresis (las proteínas coagulan y el dulce se corta), dando como resultado una textura arenosa y áspera, propia del manjar blanco. De la misma manera, una acidez excesiva impide que el producto final adquiera su color característico, debido a que la acidez retarda las reacciones de coloración características de la reacción de Maillard. Es por ello por lo que se debe neutralizar con este aditivo (Kurlat, 2010; Suarez & Wejda, 2018).

d. Jarabe de glucosa

La glucosa ($C_6H_{12}O_6$) es un derivado fácil de digerir, su uso es optativo pero sugerido. Su apariencia es como la de la miel, pero sin el color amarillento. Tiene un poder edulcorante menor al de la sacarosa y se utiliza en la elaboración del manjar, ya que es económico, agrega brillo al producto y ayuda a evitar la cristalización de la lactosa (Kurlat, 2010).

La glucosa ayuda a reducir y retardar la aparición de cristales de lactosa, que provocan la textura arenosa en el manjar, además de reducir la sensación de dulzor y proporcionar una textura más suave. Se agrega la glucosa a la mezcla de leche, sacarosa y bicarbonato después de que todos los componentes se hayan concentrado hasta unos 50°Brix. De esta manera se evita el pardeamiento excesivo, al ser un azúcar reductor se ve involucrada en las reacciones de Maillard. Generalmente se suele reemplazar el 10 y 25 % de sacarosa por glucosa la cual puede estar en forma de polvo o en jarabe de 80°Brix (Ramírez et al., 2018).

e. Lactasa

La cristalización como lactosa monohidratada es una anomalía que ocurre durante el almacenamiento, dando una textura arenosa. La β -D Galactosidasa o lactasa hidroliza naturalmente desdoblando la lactosa en galactosa y glucosa previniendo la arenosidad. Actualmente se utiliza en la industria alimentaria mejorando aspectos de sabor, solubilidad y estabilidad de los productos alimenticios (Ramírez et al., 2018; Lu et al., 2019).

Al colocar la enzima en la leche se debe de incubar a 37-40°C durante 3 o 4 horas, o 12 horas a 4 °C, o el tiempo adecuado para obtener el grado deseado de hidrólisis. La hidrólisis se puede controlar determinando el índice crioscópico de la leche, que disminuye a medida que la lactosa se hidroliza (Ramírez et al., 2018).

En leches deslactosadas se disminuye la cantidad de neutralizante (bicarbonato de sodio), ya que es más dulce y pardea más rápido, puede tomar un color muy oscuro (Ramírez et al., 2018). La enzima lactasa hidroliza máximo el 80% de la molécula de lactosa. La hidrólisis ocasiona modificaciones físicas y químicas en los alimentos (Bermúdez & Torres, 2010; Zunino, 2015; Lu et al., 2019), tales como:

- a) Poder edulcorante: la hidrólisis libera la glucosa y galactosa que es 2 o 3 veces más dulce que la lactosa, disminuyendo la cantidad de sacarosa a usar en la formulación.
- b) Digestibilidad: la glucosa y galactosa son moléculas más simples que pueden ser consumidas por personas intolerantes a la lactosa, debido a la deficiencia de la enzima lactasa.
- c) Viscosidad: la glucosa y la galactosa son bajas en viscosidad sin que ocurra cristalización.

- d) Cuerpo, textura, sabor: son transformados por la liberación de galactosa; el sabor queda más acentuado.
- e) Reacción de Maillard: la glucosa y la galactosa son más reactivos a temperaturas elevadas y a $\text{pH} > 5$.

2.3.2. Defectos y problemas en el manjar

2.3.2.1. Cristalización

Uno de los mayores problemas en el manjar es la cristalización durante el almacenamiento, la cual también ocurre en algunos productos lácteos como la leche condensada, helados, etc. Es causante del deterioro de las características sensoriales del dulce de leche produciendo en los productos una textura arenosa no muy apreciable. La formación de los cristales se debe a que la lactosa por su poca solubilidad a bajas temperaturas y a los ácidos grasos por su elevado punto de fusión que son los componentes del manjar más propensos a cristalizarse (Lamothe, 2006; Ramírez et al., 2018 cita a Walstra et al., 2006).

2.3.2.2. Defecto de textura

Se debe al tamaño de los cristales de lactosa. Adema también al evaporar el agua, el ácido láctico presente en la leche se concentra, lo que puede provocar una sinéresis dando como resultado un dulce de leche con textura arenosa o su vez por la excesiva acidez no se obtenga el color característico (González, 2014).

De acuerdo con González (2014) los defectos de textura son:

- **Producto poco consistente:** alto contenido de agua aparece como resultado de querer obtener altos rendimientos.
- **Producto muy consistente:** alta concentración de sólidos lácteos, uso inapropiado de espesantes.
- **Producto ligoso:** alta concentración de glucosa, balance inapropiado de sólidos.

2.3.2.3. Defectos de apariencia

Citando a González (2014) los defectos de apariencia son:

Sinéresis: Se debe a una excesiva humedad del manjar (más del 35 %) o también por un exceso de acidez, por el uso de leches contaminadas que acidifican y degradan proteínas.

Color oscuro: Suele deberse a un exceso de tiempo de cocción, demasiada glucosa, falta de presión durante el procesamiento, uso de leches con baja acidez y caramelización incorrecta de los azúcares.

Gomosidad: Uso de leches con una acidez láctica muy baja, puede ser natural o por el exceso de neutralizante.

En definitiva, las alteraciones más comunes en el manjar según Choque (2017) son:

- Cristales: Alta concentración de azúcares.
- Color muy oscuro: Calentamiento excesivo, demasiada cantidad de azúcar, se agregó glucosa al inicio del proceso.
- Color claro: Deficiente las reacciones de Maillard.
- Grumos: La acidez excesiva provoca la coagulación de la proteína de la leche (caseínas). No hay buena homogeneización de gasificantes.
- Blando: Poco tiempo de cocción.
- Duro/compacto: Demasiado tiempo de cocción.
- Sin brillo: No se agregó glucosa.
- Dulce: Demasiada cantidad de sacarosa.
- Quemado: Falta de agitación en el proceso de elaboración.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

3.1. Tipo de investigación

Es una investigación cuantitativa ya que analiza resultados para describir y explicar fenómenos mediante datos estadísticos.

Así mismo, es un estudio experimental ya que se manejaron variables no comprobadas en situaciones donde el investigador puede controlar, a fin de interpretar el modo o causa de un acontecimiento presentado.

Además de ser un estudio exploratorio y explicativo puesto que se tuvo contacto con los fenómenos a estudiar donde fue necesario la recolección de información para la comprensión y explicación de los fenómenos físicos observados.

3.2. Diseño de Investigación

Es un estudio cuantitativo experimental ya que se propone tratamientos en modo de estudio a diferente concentración de SM al 0%; 50%; 100% por triplicado. Durante un tiempo experimental donde se tomaron factores medibles al día 1, 15 y 45 posteriores a la elaboración del manjar almacenados a temperatura ambiente. Al mismo tiempo, se comparó los aspectos tecnológicos entre los tratamientos e investigaciones relacionadas a la elaboración de manjar describiendo los resultados obtenidos.

La elaboración de los manjares 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 y formulación base propuesto por el emprendimiento “Finca la Jaira”. Se procesó 2,6 kg de manjar aproximadamente para cada tratamiento.

Se trabajo con 3 tratamientos y 3 repeticiones, en los tratamientos se varió la cantidad de SM (0% de SM y 100% de leche, 50% de SM y 50% de leche y 100% de

SM y 0% de leche), los tratamientos fueron analizados en 3 tiempos diferentes (día 1, 15 y 45) y los análisis se realizaron por triplicado bajo las mismas condiciones.

Los análisis de la materia prima SM y leche utilizada para realizar el manjar se los realizó en el laboratorio de control de calidad de la carrera de Agroindustria. Los estudios sobre el manjar se realizaron en el laboratorio del grupo de investigación PROANIN de la Universidad Nacional del Chimborazo.

3.3. Recolección y análisis de las materias primas

La recepción de la leche se realizó en empresa de Lácteos “San Salvador” (Chimborazo-Riobamba). Donde se analizó la calidad de la leche con el equipo MILKOTESTER EQL-00239, obteniendo varios parámetros de la leche (grasa, proteína, sólidos no grasos, lactosa, densidad, acidez, punto de congelación). Los análisis se realizaron antes del proceso de la elaboración del manjar, teniendo como guía de control la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9 (2015), como indica la Tabla 3 ubicada en el marco teórico.

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, donde se elaboraron los diferentes tratamientos del manjar. Para la elaboración de los manjares se utilizó 5 litros de leche, cantidad adecuada para realizar los diferentes análisis fisicoquímicos y la evaluación instrumental del color y textura en el manjar.

El suero de mantequilla se obtuvo también de la empresa de Lácteos “San Salvador”. Antes de su recolección se filtró con un colador retirando las fracciones de mantequilla que hubieran quedado en el suero. Se transportó el suero en recipientes plásticos de tipo alimenticio previamente esterilizados dentro de una hielera con bolsas de gel refrigerante a una temperatura de 4°C aproximadamente, para luego ser

congelados a una temperatura de -80°C y descongelado un día antes de que se realizarán los manjares.

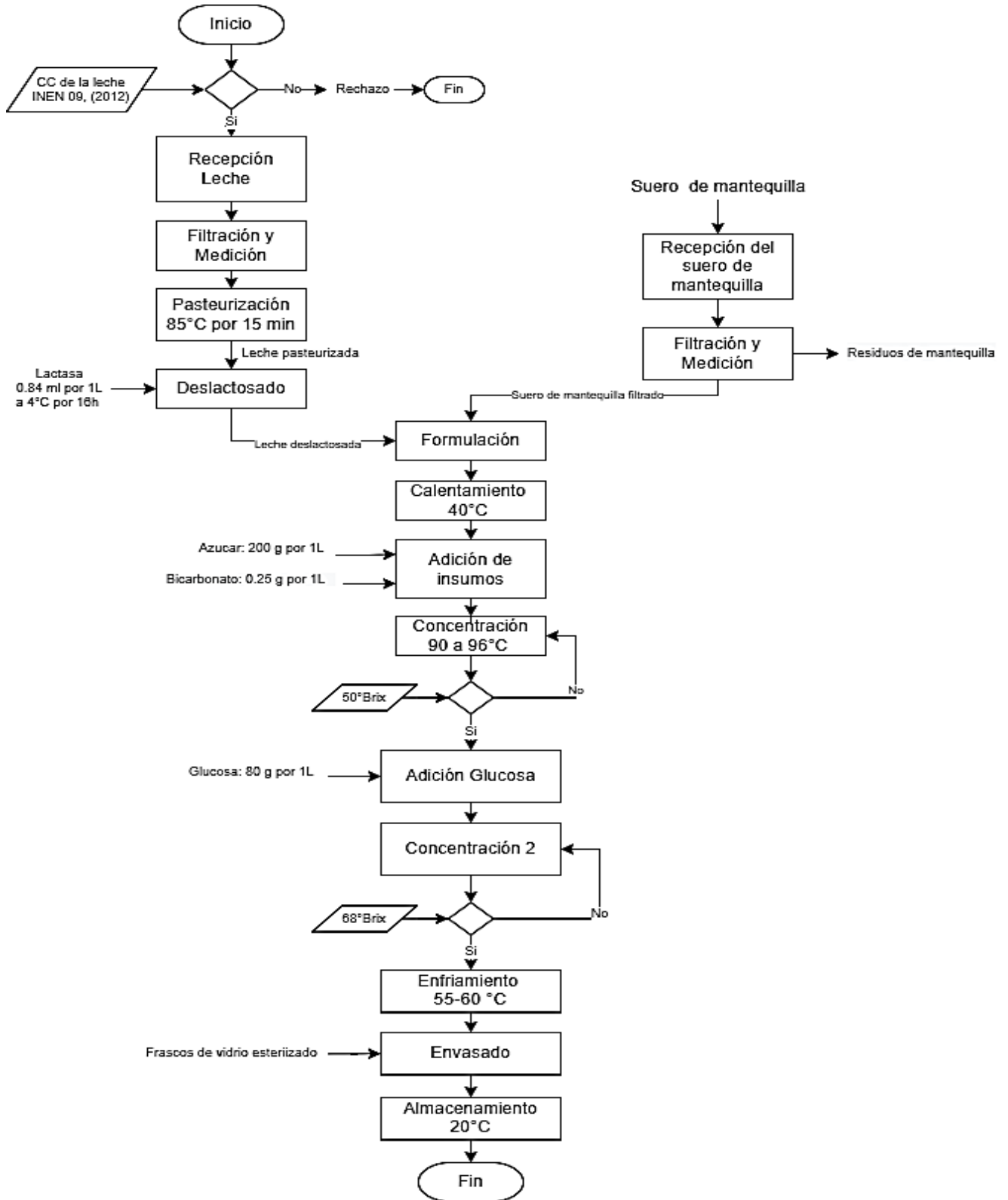
Se recolectó la cantidad de 16 litros de SM, de diferentes lotes, cantidad adecuada para analizar la materia prima y realizar los diferentes tratamientos y análisis correspondientes. Los parámetros fisicoquímicos analizados en el SM se realizaron en el laboratorio de control de calidad de la Carrera de Agroindustria de la Universidad Nacional de Chimborazo de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 718 (2011), como se indica la Tabla 2.

La sacarosa, bicarbonato de sodio y la glucosa de tipo alimenticio se obtuvo de la distribuidora de insumos lácteos RioLac (Riobamba-Chimborazo), verificando que se encuentre en buen estado y sin ningún tipo de impureza.

3.4.Elaboración del manjar

Figura 2

Diagrama de flujo de la elaboración del manjar



A continuación, se describe el procedimiento para la elaboración del manjar

3.4.1. Deslactosado

Para la elaboración del manjar control, se procedió a pasteurizar la leche a 85°C durante 15 min y se enfrió hasta 4°C. Posteriormente, dentro de un recipiente plástico de tipo alimenticio se agregó la leche fría con lactasa. De acuerdo a la dosificación señalada en la ficha técnica del producto (5200 NLU) la que indica temperatura, tiempo y condiciones del proceso de deslactosado. La cantidad de lactasa utilizada para deslactosar la leche fue de 0.84 ml/L que fue colocado con ayuda de una jeringa. Con un tiempo de reacción de la enzima de 16 horas a 4°C. Este procedimiento se realiza debido a recomendación leídas en el estado de arte que indican que ayuda a disminuir la cristalización del manjar.

3.4.2. Formulaciones

Se pesaron cada uno de los ingredientes según la formulación planteada en la Tabla 4. En una olla de acero inoxidable se agregó la leche o suero y se calentó hasta 40°C antes de agregar el bicarbonato de sodio y la sacarosa. Se mezcló y se calentó hasta alcanzar una temperatura entre 90 a 96 °C, al llegar a los 50°Brix se agregó la glucosa.

En todo el proceso se mezcló manualmente agitando con una cuchara de acero inoxidable constantemente. Se mantuvo la temperatura hasta llegar a una concentración de sólidos de 68°Brix. Manteniendo la agitación se enfrió hasta llegar a la temperatura de 55-60°C, para luego ser envasado en frascos de vidrio de 250 ml previamente esterilizados. Los frascos fueron llenados hasta el cuello de los mismos e invertidos, propagando el calor en todos los espacios del frasco, evitando la acumulación de vapor durante un tiempo de 24 horas a temperatura ambiente.

Todo este proceso duró entre 3 a 4 horas aproximadamente para cada tratamiento.

Tabla 4*Formulaciones de los diferentes tratamientos.*

Ingredientes	C	RN	MSM
Leche, kg	5	2,5	0
Suero de mantequilla, kg	0	2,5	5
Azúcar, g	1000	1000	1000
Glucosa, g	400	400	400
Bicarbonato, g	1,25	1,25	1,25
Lactasa, ml/L	Si	Parcialmente	No

Nota. C= tratamiento control, RN= tratamiento 50% leche más 50% SM y MSM= tratamiento 100% SM.

3.5.Métodos de ensayo en el suero de mantequilla

En la Tabla 5 se indica los parámetros y métodos de ensayos realizados al SM y mezcla láctea de acuerdo a las diferentes normas técnicas.

Tabla 5*Parámetros analizados del suero de mantequilla y mezcla láctea.*

Parámetro	Método de ensayo	Materiales y Equipos
Grasa	Método de Gerber NTE INEN 12 (1973)	<ul style="list-style-type: none"> • butirómetro • centrifuga (Gerber)
Proteína	Método de kjeldahl NTE INEN 16 (2015)	<ul style="list-style-type: none"> • equipo de digestión y destilación Kjeldahl (Velp) • bureta
Cenizas	Método gravimétrico NTE INEN 14 (1983)	<ul style="list-style-type: none"> • crisoles de porcelana • mufla • desecador
Sólidos totales	Método gravimétrico NTE INEN 14 (1983)	<ul style="list-style-type: none"> • horno de secado • desecador
Acidez	Método volumétrico NTE INEN 13 (1984)	<ul style="list-style-type: none"> • bureta
pH	AOAC 973.41	<ul style="list-style-type: none"> • pH-metro digital (HACH-sension3)

3.6. Análisis fisicoquímico, cristalización y evaluación instrumental del color y textura del manjar

3.6.1. Acidez Titulable

La acidez expresada en ácido láctico se midió por titulación con NaOH y fenolftaleína como indicador, por triplicado, de acuerdo al método sugerido por el Instituto Adolfo Lutz (2008). En un matraz se agrega 1 ml de muestra con 9 ml de agua destilada, diluyendo la muestra problema con una varilla de agitación hasta quedar homogéneo. Se le añadió 3 gotas de fenolftaleína, y se empezó la titulación con NaOH 0.1N hasta el viraje a color rosa. La acidez se expresó en % de ácido láctico como se indica en la Ecu1:

$$\text{Ecu1. \% Ácido lactico} = 0,09 \frac{V_{\text{ml de NaOH}} * 0,1}{V_{\text{muestra}}} * 100$$

3.6.2. pH

Para obtener el pH se preparó una muestra de 50 ml de manjar disuelto al 10% en agua destilada por triplicado utilizando un pH-metro digital (HACH-sension3), aplicando el método indicado por el Instituto Adolfo Lutz (2008). Se colocaron 5 ml de manjar en un matraz erlenmeyer utilizando una jeringa y completando con 45 ml de agua destilada y mezclando con una varilla de agitación hasta quedar completamente homogéneo. Una vez calibrado el potenciómetro con los buffers requeridos, se sumergió el electrodo esperando a que se estabilice y se tomó el valor.

3.6.3. Densidad

Para medir la densidad se realizó el análisis gravimétrico por el método del picnómetro (AOAC962.37), con la muestra problema a temperatura ambiente (20°C), por triplicado. Se limpio y seco el picnómetro. Luego se determinó m_0 pesando el picnómetro vacío en la balanza analítica. Seguidamente, se llenó en picnómetro con agua destilada hasta rebosar y se pesó anotando el resultado m_1 . Se eliminó el agua, y se

secó el picnómetro en la estufa durante 30 minutos a 105°C cuidadosamente. Por último, se llenó el picnómetro con la muestra problema con ayuda de una jeringa, se pesó m_2 . La densidad del manjar se calculó usando a Ecu2:

$$\text{Ecu2. Densidad} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * D_{H_2O} \left(\frac{1g}{ml} \right)$$

3.6.4. Grados brix

Se determinó la cantidad de sólidos solubles del manjar con el refractómetro Abbe a 20°C, por triplicado, limpiando el prisma cuidadosamente para cada muestra. Los resultados obtenidos se indicaron en °Brix de acuerdo al Instituto Adolfo Lutz (2008). Antes del uso del refractómetro se lo calibró y limpió con agua destilada a 20°C. Seguidamente con ayuda de una varilla de agitación se colocó una gota de muestra en el prisma. Mirando la pieza ocular y con el refractómetro con dirección a la luz se giró la perilla de dispersión quitando el color y afinando la frontera, anotando la medida indicada por el equipo.

3.6.5. Cristalización o conteo de cristales

Se utilizó el microscopio óptico (Snell) con el objetivo 10X. Los manjares se mantuvieron en almacenamiento a temperatura ambiente y se evaluaron el día 1, 15 y 45. Se prepararon las muestras pesando en un portaobjetos 0,1 g de muestra y se colocó el cubre objetos ejerciendo una ligera presión, teniendo cuidado de no aplastar los cristales y formando una circunferencia (1cm-diámetro) aproximadamente, el conteo se realizó en 10 áreas al azar de acuerdo al método propuesto por Silva et al. (2015).

3.6.6. Determinación de color

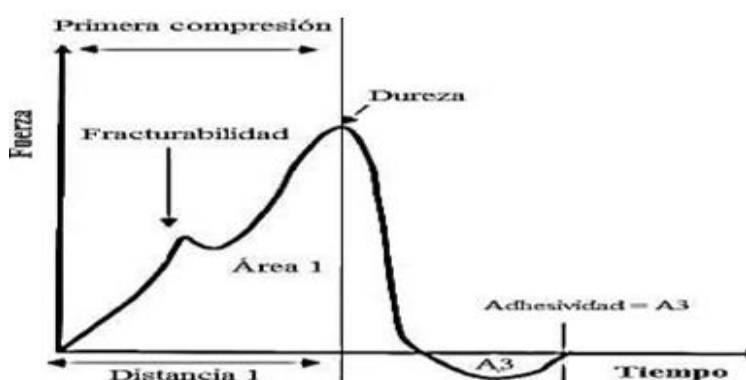
La apariencia del alimento en especial el color, como característica física y sensorial es un atributo muy importante, ya que este influye en la aceptación o rechazo del consumidor. Se evaluó el color del manjar por triplicado utilizando el colorímetro portátil CR-400 (Konika Minolta) basado en el espacio de color CIE Lab*, que es el de

más uso en la industria alimentaria ya que se correlaciona bien a los colores que el ser humano percibe. En este espacio de color, L^* indica luminosidad, a^* (+a indica rojo, -a indica verde) y b^* (coordenadas +b indica amarillo, -b indica azul) son coordenadas cromáticas, protocolo indicado por Silva et al. (2015). Las muestras fueron colocadas en recipientes de plástico de capacidad de 55 ml donde se introdujo el tubo de proyección de luz con vidrio CR-A33f del colorímetro y se tomó los resultados limpiando con agua destilada el lente del colorímetro para cada muestra.

3.6.7. Evaluación de perfil de textura

Figura 3

Gráfica de perfil de textura TPA General



Nota. Gráfica general de TPA, señalando distintos parámetros de textura. Tomado de Hleap & Velasco, (2010).

Se realizó el análisis del perfil de textura (TPA) de los manjares utilizando el texturómetro Texture Pro CT3 (V1.6 Build 26, marca Brookfield, EE. UU.), siguiendo el método propuesto por Maldonado (2019). Las muestras se colocaron en recipientes de plástico rotuladas de una altura de 57 mm y 45 mm de diámetro, se llenaron completamente con ayuda de una espátula y de manera homogénea, generando una suave presión evitando así que queden espacios vacíos o burbujas de aire. Se estableció una distancia de penetración a 30 mm y velocidad de 1 mm/s. Las muestras se analizaron por triplicado a temperatura ambiente (20-21 °C).

El análisis de TPA es una técnica de medición de textura indicada en la figura 3 la cual indica algunos de los parámetros a medir dureza, trabajo y adhesividad. Se realizó con 3 sondas diferentes: TA18 Esfera de 12,7 mm de diámetro, TA5 Cilindro 12,7 mm de diámetro y TA43 Esférica 25,4 mm de diámetro. Y la mesa para muestras TA-BT-KIT (mesa rectangular con base removible) en donde se colocó un punto de referencia que indique la posición de todas las muestras.

Los parámetros evaluados en el texturómetro se indican en la Tabla 6.

Tabla 6

Definiciones de los parámetros evaluados con el texturómetro.

Parámetro	Definición matemática	Unidad
Dureza	Fuerza aplicada para comprimir un alimento	N
Trabajo de dureza terminado	Área formada bajo la curva Carga vs Distancia.	g x cm
Trabajo total	Resultado entre el Trabajo Dureza terminado + Trabajo recuperable terminado.	g x cm
Adhesividad	Área negativa por debajo de la línea base del perfil que representa el trabajo necesario para retirar el émbolo de la muestra	g x cm
Fuerza de adhesividad	Trabajo requerido para separar la superficie de un alimento de otra superficie	N

Análisis estadístico

Se usó del paquete estadístico SAS, donde se realizó un análisis ANOVA de Medidas Repetidas de los manjares y el tiempo de almacenamiento (1, 15 y 45 días) sobre las características fisicoquímicas, textura, color y cristalización. Además, para el análisis de diferencias estadísticas entre las medias de las variables analizadas se aplicó la prueba de Tukey ($P < 0,05$).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Resultados

4.1.1. Caracterización de la materia prima

En la Tabla 7 se indican los resultados promedios obtenidos del control de calidad de la leche antes y después del deslactosado que se ocupó en este estudio y fueron analizadas en el equipo MILKOTESTER.

Tabla 7

Análisis fisicoquímicos de la leche

Parámetro	Leche sin deslactosar	Leche deslactosada
Grasa, %	3,66 ± 0,33	3,65 ± 0,33
Proteína, %	3,17 ± 0,31	3,27 ± 0,26
Sólidos no grasos, %	8,80 ± 0,79	8,84 ± 0,76
Lactosa, %	5,05 ± 0,20	5,34 ± 0,32
Densidad, g/ml	1,031 ± 0,00	1,031 ± 0,00
Acidez, °D	15 ± 1	16 ± 0,58
Punto de congelación, °C	-0,533 ± 0,02	-0,537 ± 0,01

Nota. Valores medios la composición química de la leche cruda y deslactosada.

El control de calidad de la composición básica de la leche sin deslactosar y deslactosada indicó ciertas variaciones en los parámetros sólidos no grasos, Punto de congelación, proteína, lactosa y acidez. En el caso de la grasa y densidad, los resultados fueron similares.

La Tabla 8 indica los valores medios de la composición química básica, pH, acidez, grasa del SM y RN utilizado en este estudio. Indicando los parámetros mínimos requeridos por la NTE INEN 718 (2011).

Tabla 8

Caracterización fisicoquímica del Suero de mantequilla y mezcla láctea.

Parámetro	Suero de mantequilla	RN
Grasa, %	0,88 ± 0,02	2,43 ± 0,06
Cenizas, %	0,61 ± 0,51	0,68 ± 0,42
Sólidos totales, %	8,39 ± 0,61	9,49 ± 0,46
Acidez, % (ácido láctico)	0,70 ± 0,05	0,44 ± 0,07
pH	4,38 ± 0,03	5,35 ± 0,01

Nota. En la siguiente tabla se indica las medias analizadas del suero y la mezcla láctea.

La caracterización del suero y la mezcla láctea aumentó en ciertos parámetros como grasa, cenizas y pH. Los valores de humedad y acidez disminuyeron. Valores que debido a los componentes del suero cambiaron drásticamente. Además, se analizó los parámetros de proteína y lactosa del SM con valores de 2,74% y 3,88% respectivamente (anexo 3).

4.2. Calidad fisicoquímica del manjar

En la Tabla 9, se presentan las medias de pH, acidez, densidad, número de cristales y °Brix del manjar elaborado con leche y suero de mantequilla a los 1, 15 y 45 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 9*Análisis fisicoquímico de los manjares*

Parámetro	Tratamiento	Tiempo de almacenamiento (días)						
		1	15	45	EEM			
pH	C	6,46	az	6,4	az	6,32	bz	0,04
	MSM	4,45	ay	4,39	aby	4,27	by	0,05
	EEM	0,03		0,11		0,02		
Acidez (% ácido láctico)	C	0,35	az	0,43	abz	0,54	bz	0,09
	MSM	1,25	ay	1,36	by	1,48	cy	0,07
	EEM	0,07		0,06		0,12		
Densidad g/ml	C	1,312	az	1,318	bz	1,324	cz	0,11
	MSM	1,310	az	1,320	bz	1,328	by	0,08
	EEM	0,13		0,19		0,21		
Número de Cristales	C	0,08	az	0,53	az	3,95	bz	0,06
	MSM	0	ay	0,26	ay	2,42	by	0,07
	EEM	0,03		0,09		0,05		
°Brix	C	68	az	70,33	bz	71,17	cz	0,12
	MSM	68	az	71	bz	72,67	cy	0,14
	EEM	0,02		0,06		0,09		

Nota. a-c Medias de la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente ($P < 0,05$), z-y Media en la misma columna con diferentes letras difieren estadísticamente ($P < 0,05$), EEM: Error estándar de la media.

Al día 1, el pH de los manjares se encontró en 6,46 y 4,45, siendo menor el manjar MSM y diferente significativamente con respecto al control, en cuanto a la estabilidad se observó una disminución gradual del pH en los manjares a lo largo de su almacenamiento manteniéndose estables hasta los 15 días y difiriendo estadísticamente a los 45 días con valores de 6,32 y 4,27 respectivamente.

El parámetro de acidez al día 1, presentó valores de 0,35 y 1,25 % de ácido láctico siendo diferentes estadísticamente en sus tres tiempos experimentales, así mismo, al transcurso de su almacenamiento el manjar MSM al igual que el control tuvo un aumento significativo de la acidez hasta los 45 días.

La densidad entre los manjares al día 1, no difieren estadísticamente hasta el día 45 que presenta un aumento significativo siendo el manjar MSM el de mayor densidad con 1,328 g/ml. Por otro lado, durante su almacenamiento al día 15 y 45 el tratamiento MSM se mantuvo estable a diferencia del control con un aumentó ligero de la densidad durante el desarrollo del manjar.

La adición de glucosa y la menor cantidad de lactosa presentó manjares con menor cantidad de cristales con valores casi nulos al día 1 de máximo 1 cristal por área y diferentes significativamente el manjar MSM con respecto al control. En cuanto a su estabilidad los cristales fueron aumentando ligeramente sin presentar una diferencia significativa hasta los 15 días, y difiriendo a los 45 días de almacenamiento en el manjar MSM y control. La menor cantidad de cristales fue más notable en el manjar elaborado con SM con un promedio de 2,42 cristales por cada área observada en el microscopio y difiriendo del manjar control a los 45 días.

Por otra parte, los °Brix al día 1 y 15 no presentaron diferencia entre los tratamientos, sin embargo, al día 45 difieren con valores de 71,17 y 72,67 °Brix respectivamente. Además, en relación con su estabilidad se observó un aumento significativo tras los días de almacenamiento.

4.3. Color

En la Tabla 10 se indica los valores medios de los parámetros de color medidos en el sistema CIE Lab*, de los manjares y analizado al día 1, 15 y 45 en almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 10*Valores promedios de color*

Parámetro	Tratamiento	Tiempo de almacenamiento (días)						
		1	15	45	EEM			
L	C	44,58	az	44,33	az	42,37	az	0,64
	MSM	65,88	ay	65,08	ay	63,66	ay	1,02
	EEM	4,86		4,73		4,89		
a*	C	7,52	az	7,06	az	5,95	bz	0,26
	MSM	-2,24	ay	-1,72	aby	-0,69	by	0,28
	EEM	2,19		1,97		1,49		
b*	C	23,67	az	22,72	az	20,88	bz	0,49
	MSM	36,81	ay	35,36	ay	33,34	ay	0,73
	EEM	2,97		2,87		2,85		

Nota. a-c Medias de la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente ($P < 0,05$), z-y Media en la misma columna con diferentes letras difieren estadísticamente ($P < 0,05$), EEM: Error estándar de la media.

Al día 1, los resultados obtenidos del color indicaron diferencia significativa entre el tratamiento MSM y control en los parámetros evaluados, con respecto a la luminosidad (L) el manjar MSM fue superior con 65,88, también sin indicar diferencia significativa durante su estabilidad a los 45 días.

De igual manera los índices a* y b* del MSM fueron diferentes con respecto al control, a diferencia de seguir un color rojizo normal, el manjar MSM tuvo una ligera tendencia al color verde, además la tendencia al color amarillo fue más intensa en el MSM. Por otra parte, respecto a la estabilidad del color se observó una diferencia significativa a los 45 días de almacenamiento opacándose sucesivamente su color inicial en los dos índices.

En la mayoría de los parámetros medidos se observó una disminución de su valor inicial con el tiempo, teniendo una diferencia de color (ΔE) de alrededor de 25.

4.4. Textura del manjar

Las Tablas 11, 12 y 13 se encuentran los valores de los parámetros analizados para textura, con las sondas esférica TA18 de 12,7 mm diámetro, TA4 de 25,4 mm de diámetro y con la sonda cilíndrica TA5 de 12,7 mm de diámetro, respectivamente en los manjares elaborados con leche y con SM, a los 1, 15 y 45 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

La utilización de SM en la elaboración de manjar de forma general tuvo valores de dureza, trabajo terminado, trabajo total, adhesividad y fuerza de adhesividad significativamente menores al manjar con leche durante todo el tiempo de estudio. Con el transcurso del tiempo de almacenamiento se observó un incremento de los valores de los parámetros de textura estudiados hasta los 45 días.

Tabla 11

Medias de los parámetros de textura con sonda TA5.

Parámetro	Tratamiento	Tiempo de almacenamiento (días)						
		1	15	45	EEM			
Dureza, N	C	0,54	az	0,67	bz	0,84	cz	0,04
	MSM	0,42	ay	0,52	by	0,69	cy	0,04
	EEM	0,04		0,07		0,06		
Trabajo Dureza Terminado, g*cm	C	67,59	az	78,15	bz	89,82	cz	3,37
	MSM	46,63	ay	60,88	by	74,78	cy	4,15
	EEM	4,88		4,02		3,52		
Trabajo Total, g*cm	C	74,85	az	82,52	az	99,78	bz	3,90
	MSM	56,33	ay	71,800	by	90,14	cy	4,95
	EEM	4,32		2,61		2,73		
Fuerza de adhesividad, N	C	0,41	az	0,48	az	0,70	bz	0,05
	MSM	0,20	ay	0,26	by	0,39	cy	0,03
	EEM	0,05		0,05		0,07		
Adhesividad, g*cm	C	72,63	az	85,63	bz	116,59	cz	6,69
	MSM	40,85	ay	57,67	by	85,07	cy	6,52
	EEM	7,19		6,63		7,15		

Nota. a-c Medias de la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente ($P < 0,05$), z-y Media en la misma columna con diferentes letras difieren estadísticamente ($P < 0,05$), EEM: Error estándar de la media.

Los resultados indicaron que los dos manjares difieren a pesar de que la formulación varía exclusivamente por el uso de la materia prima principal: suero de mantequilla o leche dando como efecto un producto diferente texturalmente.

Tabla 12

Medias de los parámetros de textura con sonda TA18.

Parámetro	Tratamiento	Tiempo de almacenamiento (días)						
		1	15	45	EEM			
Dureza, N	C	0,41	az	0,50	bz	0,65	cz	0,04
	MSM	0,15	ay	0,20	by	0,30	cy	0,02
	EEM	0,06		0,07		0,08		
Trabajo Dureza Terminado, g*cm	C	45,00	az	56,52	bz	67,48	cz	3,31
	MSM	21,07	ay	27,73	by	52,56	cy	4,87
	EEM	5,38		6,49		33,61		
Trabajo Total, g*cm	C	51,15	az	61,37	bz	76,98	cz	3,81
	MSM	26,71	ay	34,150	ay	58,81	by	4,94
	EEM	5,53		6,18		4,23		
Fuerza de adhesividad, N	C	0,29	az	0,37	bz	0,49	cz	0,03
	MSM	0,11	ay	0,17	by	0,23	cy	0,02
	EEM	0,04		0,05		0,06		
Adhesividad, g*cm	C	43,97	az	53,3	bz	64,87	cz	3,15
	MSM	17,74	ay	22	ay	33,52	by	2,58
	EEM	0,03		0,11		0,09		

Nota. a-c Medias de la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente ($P < 0,05$), z-y Media en la misma columna con diferentes letras difieren estadísticamente ($P < 0,05$), EEM: Error estándar de la media.

Tabla 13*Medias de los parámetros de textura con sonda TA43.*

Parámetro	Tratamiento	Tiempo de almacenamiento (días)						
		1	15	45	EEM			
Dureza, N	C	1,44	az	1,58	bz	1,82	cz	0,05
	MSM	0,58	ay	0,69	by	0,83	cy	0,04
	EEM	0,19		0,20		0,22		
Trabajo Dureza Terminado, g*cm	C	149,93	az	164,39	bz	186,22	cz	5,39
	MSM	69,15	ay	88,67	by	118,8	cy	7,33
	EEM	18,08		16,95		15,22		
Trabajo Total, g*cm	C	159,78	az	162,54	az	192,19	bz	5,61
	MSM	78,15	ay	92,930	by	123,32	cy	6,91
	EEM	18,46		15,88		15,45		
Fuerza de adhesividad, N	C	0,66	az	0,73	bz	0,90	cz	0,04
	MSM	0,26	ay	0,36	by	0,59	cy	0,05
	EEM	0,09		0,08		0,07		
Adhesividad, g*cm	C	91,93	az	113,37	bz	134,20	cz	6,25
	MSM	48,61	ay	59,89	ay	88,54	by	6,16
	EEM	9,89		12,14		10,31		

Nota. a-c Medias de la misma fila con diferente letra difieren estadísticamente ($P < 0,05$), z-y Media en la misma columna con diferentes letras difieren estadísticamente ($P < 0,05$), EEM: Error estándar de la media.

Los valores obtenidos con las diferentes sondas indicaron una mayor aplicación de fuerza para la deformación del manjar con la sonda TA43 a diferencia de la sonda TA18 que necesito menor fuerza para la deformación del manjar como se observa en la tabla 12 y 13. Mientras los valores obtenidos con la sonda TA5 se encontraron intermedios entre las dos sondas. De igual manera en todas las sondas se observó un aumento del trabajo, dureza y adhesividad durante el desarrollo del producto hasta los 45 días.

4.5. Discusión

4.5.1. Calidad de la materia prima

a. Leche Cruda y leche deslactosada

La leche obtenida de la planta de lácteos “Productos Alimenticios San Salvador” pasó el control de calidad cumpliendo con todos los parámetros solicitados por la norma

ecuatoriana (NTE INEN 9, 2015), considerándola apta para la elaboración del manjar.

La leche deslactosada indicó una composición similar al de la leche no deslactosada, sin embargo, el parámetro lactosa presento una ligera variación: $5,05 \pm 0,20$ para la leche sin deslactosar y de $5,34 \pm 0,32$ para la leche deslactosada, debido a que al someter la leche a un proceso de deslactosado la molécula de lactosa se hidroliza en dos moléculas más simples (glucosa y galactosa) aumentando el número de azúcares presentes en la leche, lo que es cuantificado en el equipo (Milkotester) que expresa todos los azúcares presentes en la leche como lactosa. Es así que, Barbara & Muñoz (2020), en el tratamiento de deslactosado de la leche pasteurizada, se indicó que tras el proceso de deslactosado hubo un incremento de los azúcares totales presentes en la leche que se expresaron en forma de lactosa, esto se debe al desdoblamiento de la lactosa en azúcares más simples en glucosa y galactosa.

Por otro lado, para verificar que existe un proceso de deslactosado se verifica con el punto crioscópico el cual disminuye cuando la lactosa se hidroliza según como explica Ramírez et al. (2018), en los resultados reportados en la Tabla 7 el punto crioscópico fue $-0,533^{\circ}\text{C} \pm 0,02$ para la leche cruda y $-0,537^{\circ}\text{C} \pm 0,01$ leche deslactosada.

También cabe indicar que, para el deslactosado de la leche se realizó un proceso de hidrólisis con lactasa durante 16 horas, considerando que, según la ficha técnica del producto utilizado puede hidrolizar la lactosa hasta un 80% manteniéndola en contacto durante 16 horas, a una temperatura de $4-5^{\circ}\text{C}$ y en condiciones de pH entre 6,4 y 6,7.

Escobar & Machuca (2021) afirman que el deslactosado en largos periodos reduce la reacción de Maillard y el riesgo de contaminación microbiológica. Y se puede alcanzar hasta un 90% de hidrólisis en condiciones de operación, controlando el deslactosado con la determinación del punto crioscópico.

b. Suero de mantequilla

El suero de mantequilla cumplió con los parámetros indicados en la Tabla 2. No obstante, en la NTE INEN 718 (2011), no se define los parámetros específicos para diferenciar y caracterizar el suero de mantequilla natural y un suero de mantequilla cultivado, puesto que los requisitos abarcan a los dos tipos de sueros. Sin embargo, Narvhus & Abrahamsen (2022) mencionan que el suero de mantequilla cultivado proviene de la leche descremada fermentada la cual no tiene nada que ver con la elaboración de mantequilla. Por lo cual el suero utilizado para la elaboración de manjar es un suero de mantequilla natural.

Por otro lado, basado en los resultados reportados por Sodini et al. (2006) de pH y acidez titulable, el suero de mantequilla con el que se trabajó es ácido. Kumar et al. (2015), señala que el suero ácido proviene de una crema de leche madurada con una acidificación de manera espontánea.

No se hidrolizó con lactasa el SM ya que en su composición indicó un valor de 3,88% de lactosa menor al de la leche, la cual se encuentra dentro de los valores (3,5%-4,2% lactosa) reportados por Narvhus & Abrahamsen (2022), valor que se debe a los días de maduración de la crema de leche y a la separación de la mantequilla y suero.

A si mismo de acuerdo a la ficha técnica de la enzima indica que en valores de pH inferiores a 5,5 la hidrólisis es casi nula. De acuerdo con Ramírez et al. (2018) afirma que la hidrólisis en lactosueros es factible si este cumple con las condiciones de pH y acidez adecuados además de otros factores nutricionales y tecnológicos.

Narvhus & Abrahamsen (2022), en el estudio de “Productos de suero de mantequilla” argumenta, que tradicionalmente la crema de leche destinada a la producción de mantequilla se fermenta o madura ya que el bajo pH facilita la separación de las dos fases obteniendo mejor sabor y aroma, pero actualmente en países

industrializados, la mantequilla se obtiene de crema de leche dulce junto con el desarrollo de tecnologías para agregar sabor y extender su vida útil.

Se debe agregar que la adición de este tipo de suero se podría realizar agregando aditivos que estabilice el SM como reguladores de acidez, sin embargo la adición de este tipo de aditivos de acuerdo con Curo (2014), no solo modifican el pH, sino que también pueden modificar ciertos aspectos como la textura y consistencia de un alimento, interfiriendo en el verdadero efecto del suero sobre el manjar. Además, en ensayos prueba realizados se recomienda que la adición de suero de mantequilla no debe ser mayor al 10%. Así mismo los estudios en SM aún continúan para la valorización de este subproducto.

4.5.2. Efecto del suero ácido sobre la calidad del manjar

Los resultados obtenidos indican que la sustitución parcial de la leche con suero de mantequilla madurado afecta directamente a la elaboración del producto final como se puede evidenciar en el anexo 4. El tratamiento con 50% leche y 50% SM dio como resultado la precipitación de las proteínas (caseína). La desnaturalización de la proteína de la mezcla láctea al aplicar calor provocó que el tratamiento llegará a su punto isoeléctrico a la temperatura de 45,8°C que se alcanzó en un tiempo de 7 minutos con 73 segundos cuando comenzó la desnaturalización de la proteína de la leche. La sustitución parcial influyó en los parámetros analizados indicados en la Tabla 8.

Al sustituir parcialmente la leche por suero de mantequilla ocurrió un cambio de sus parámetros fisicoquímicos, provocando la inestabilidad de la leche perdiendo el equilibrio en la proteína de la leche. De acuerdo con Colun (2020) la pérdida del equilibrio en la leche afecta a la proteína caseína manifestándose con la formación de grumos de caseína.

Con base en Colin (2015), la coagulación de las proteínas en la leche de manera ácida es debido a la liberación de ácido láctico. El ácido láctico que contenía el suero de mantequilla al mezclarse con la leche cambió sus parámetros especialmente la acidez y pH con valores de 0,44% y 5,53 respectivamente. La acidificación provoca que la proteína de la leche caseína alcance su pH isoeléctrico dando como resultado una precipitación granulosa.

Álvarez (2020) argumenta que las proteínas a los 40°C comienzan a desestabilizarse ya que el aumento de temperatura controla la velocidad de los movimientos moleculares que afectan los puentes de hidrógeno y otros enlaces no covalentes, perdiendo la estructura terciaria.

4.5.3. Efecto del suero de mantequilla sobre las características fisicoquímicas del manjar

Los valores obtenidos en esta investigación indicaron que la sustitución parcial o completa de la leche por SM en la mezcla láctea afecta la calidad del producto final. Los resultados de pH y acidez del manjar MSM fueron diferentes con respecto al control como se evidencia el Tabla 9, debido a que el suero utilizado era de tipo ácido.

En base Szkolnicka et al. (2019) en el estudio de la elaboración de un nuevo método de uso del SM indica que el SM ácido resultó en un helado con un pH de 5,16 y una acidez de 0,55% diferente a su control, indicando que el suero afectó estos parámetros. Sin embargo, durante el almacenamiento de los manjares se observó un desarrollo gradual de la acidez y pH, fenómenos también visto por Barbara & Muñoz (2020).

Mientras tanto el parámetro densidad de 1,31 g/ml del manjar MSM corresponde al valor de 1,31 g/ml reportado por (Maldonado, 2019; Barbara & Muñoz, 2020), muestra que de la adición de SM no afecta a la densidad. Pero, el aumento de la

densidad con el tiempo esta correlacionado con la interacción de los componentes del manjar tras su proceso de desarrollo.

De acuerdo con Barbara & Muñoz (2020), señalan que el aumento de la densidad se debe a que la densidad de la glucosa es más alta ($1,56 \text{ g/cm}^3$) que la del manjar. Citando a Silva et al. (2015) en su estudio del manjar con adición de almidón consiguió una mayor densidad con la incorporación de este aditivo. Además de que el uso de la glucosa contribuye a alcanzar los °Brix requeridos para el producto.

Citando a Pintado et al. (2018) en el estudio del uso de lactosuero de quesería en la elaboración de manjar exponen no haber tenido efecto el lactosuero sobre el producto final con respecto a densidad. Por otro lado, los 68 °Brix alcanzados en el manjar C y MSM con el tiempo fueron aumentando como consecuencia de la concentración de los azúcares presentes en el manjar al igual como se mira en el estudio de Maldonado (2019), iniciando a los 67 °Brix y llegando a los 69 °Brix hasta los 30 días.

El menor desarrollo de cristales del manjar MSM de acuerdo con Barbara & Muñoz (2020), mencionan que una menor cantidad de lactosa en la leche puede reducir notablemente la cantidad de cristales y la inclusión de glucosa superior al 20% puede demora el desarrollo de cristales. Al mismo tiempo, Ramírez et al. (2018) afirma que la glucosa ayuda a reducir y retardar la aparición de cristales de lactosa.

En base a (Maldonado, 2019; Barbara & Muñoz, 2020), mencionan que la adición de glucosa en mayores concentraciones disminuye la formación de cristales. Silva et al. (2015) afirma que el uso de este tipo de ingredientes reduce la formación de cristales de lactosa ya que dificulta el movimiento de las moléculas de lactosa.

4.5.4. Efecto del suero de mantequilla en el color del manjar

La adición de SM para la elaboración de dulce de leche resultó en un manjar con un aspecto parecido al de un manjar blanco, presentando valores altos en luminosidad

de 65,88 con una baja tendencia al color verde y un índice de color amarillo superior a la del control que indico valores dentro de los rangos (b^* 51,39-44,41) reportados por Barbara & Muñoz (2020), donde resaltan que el uso de una baja cantidad de bicarbonato de sodio reduce el índice de rojo y en cambio el uso de leche deslactosada resulta en manjares con una tendencia rojiza. Misma tendencia (a^* 14,58 y b^* 43,67) observada en el estudio de Novoa & Ramírez (2012).

El parámetro a^* de -2,24 del manjar MSM fue inferior a los valores de 0,76-7,44 indicados por (Novoa & Ramírez, 2012; Barbara & Muñoz, 2020), que explican que puede deberse a la baja cantidad de Bicarbonato de sodio.

La mayor luminosidad del manjar MSM según Novoa & Ramírez (2012) podría tener relación con los °Brix alcanzados y el procedimiento de elaboración. Así mismo con base a su estudio “Caracterización colorimétrica del manjar blanco del valle” utilizando la escala CIE-Lab* reportan valores similares al manjar MSM de 36,81 con tendencia a un color amarrillo característico de un manjar blanco comercial.

Ramírez et al. (2018), considera que al agregar la glucosa a los 50°Brix evita el pardeamiento excesivo es decir un color muy oscuro, debido a las reacciones de Maillard.

En base a Choque (2017) en el estudio del “Diseño de una planta de dulce de leche” señala que el color claro se debe a una deficiencia en las reacciones de Maillard. La leche muy acidas retarda las reacciones de coloración en el manjar según (Kurlat, 2010; Suarez & Wejda, 2018).

4.5.5. Efecto del suero de mantequilla en la textura del manjar

De forma general el uso de SM para la elaboración del manjar indicó valores de textura inferiores con respecto al control en la mayoría de los parámetros estudiados. El manjar MSM en el trabajo total con sonda TA43 fue de 78,15 g*cm y de acuerdo con

Maldonado (2019) el trabajo total en el manjar sin glucosa fue de 141,50 g*cm lo que indica que el uso de SM en el manjar reduce la energía de deformación.

Barbara & Muñoz (2020) indican que el uso de leche deslactosada da como resultado un manjar con una textura de mayor resistencia a la penetración con un trabajo total de 271,11 g*cm, un producto final más duro y adhesivo, por lo que se requiere más energía para su deformación. En las tres sondas utilizadas se pudo presenciar un aumento escalonado de los valores obtenidos inicialmente debido a la maduración y desarrollo del manjar durante los 45 días de almacenamiento. Choque (2017) sostiene que un manjar duro/compacto es el resultado de un exceso de cocción de este y a su misma vez menciona que el poco tiempo de cocción se obtiene un manjar blando. Y de acuerdo con Barbara & Muñoz (2020) los parámetros de textura demasiado altos o muy bajos son despreciables para el uso en confitería o gastronomía.

De acuerdo con Casi & Rudzinska (2018) el SM tiene una composición química similar a una leche descremada, pero con un menor contenido en grasa. Y según (Navas et al., 2015) en su estudio de parámetros de calidad del helado menciona que la cantidad de algún componente como por ejemplo la grasa puede afectar la calidad del producto final. Teniendo en cuenta que el SM presentó menor porcentaje de grasa que la leche, es de esperar un manjar con una textura también diferente.

Los resultados obtenidos con la sonda esférica TA43 fueron mayores en los dos casos, presentando mayor resistencia a la compresión ejercida por la sonda. Esto se debe a que la esfera tiene mayor diámetro de penetración que las otras sondas. Además de ser de diferente material, a diferencia de TA18 que es de un material metálico y su diámetro de penetración es inferior.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.6. Conclusiones

- La sustitución parcial del 50% de SM en la elaboración del manjar dio como resultado la precipitación de la leche en la mezcla láctea debido a la acidez del subproducto lácteo en su forma natural.
- La adición de SM en la elaboración del manjar afectó la calidad fisicoquímica del producto final, obteniendo un manjar con un pH bajo y acidez alta además de no haber obtenido el color característico del manjar.
- La acidez alta y el pH bajo desfavorecen a las reacciones de Maillard, dando como resultado mayor luminosidad, un índice b* con mayor tendencia a un color amarillo el cual es característico de un manjar blanco.
- El SM al igual que la leche deslactosada y ciertos factores como el uso de glucosa en la formulación, una agitación constante disminuyen el desarrollo de cristales de azúcar en el almacenamiento a temperatura ambiente.
- El SM es un subproducto que proporciona al manjar una textura inferior al manjar control, diferencia que se observó durante todo el tiempo de almacenamiento dando como resultado un producto absolutamente diferente, sin embargo, con la misma tendencia al desarrollo de la textura con el pasar del tiempo.

4.7.Recomendaciones

- Manufacturar manjares de suero de mantequilla estandarizando el pH y acidez de la materia prima antes de comenzar el proceso.
- Se recomienda reducir los porcentajes de adicción de SM hasta un máximo de 10% en la elaboración de manjar ya que la naturaleza del mismo afecta a la mezcla láctea cambiando la acidez y el pH.

BIBLIOGRAFÍA

- Alayo, A. (2017). Determination of the physicochemical characteristics of the serum obtained from the manufacture of butter of cow is milk (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo). Repositorio Institucional- Universidad Nacional de Trujillo.
- AOAC-984-15. (1985). Lactose in Milk, Enzymatic Method. Ginebra: AOAC Internacional
- Ali, A. H. (2019). Current knowledge of buttermilk: Composition, applications in the food industry, nutritional and beneficial health characteristics. In *International Journal of Dairy Technology* (Vol. 72, Issue 2). <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12572>
- Álvarez, E. (2020). Desnaturalización de las proteínas. Instituto Claret. Recuperado el 24 de 04 de 2022 de <https://institutoclaret.cl/>
- Barbara, D., & Muñoz, D. (2020). Efecto de la concentración de glucosa y bicarbonato de sodio sobre la calidad del manjar elaborado con leche deslactosada. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo) Repositorio Digital UNACH. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6565>
- Bermúdez, E., & Torres, J. (2010). Guía técnica para la elaboración de productos lácteos. 5 ed. Bogotá: De la Mancha Impresores. 247 p.
- Bonifaz, N. (2017). Estudio microbiológico de lactosuero de las industrias queseras del Cantón Mejía de la provincia de Pichincha. (Tesis de pregrado, Universidad Politecnica Salesiana) Repositorio Institucional UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13578>
- Bylund, G. (2003). Manual de Industrias Lácteas. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/357865019/Manual-de-Industrias-Lacteas-pdf>
- 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>
- Choque, N. (2017). Diseño de una planta de dulce de leche. Tesis de pregrado, UMSA. Repositorio de UMSA. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/20341>
- Cohene, M., Sandoval, A., Dinatale, F., & Sarubbi, A. (2016). Comparative study of the physicochemical and organoleptic composition of handmade dulce de leche using milk and sweet rennet whey in a ratio of 70/30, with and without hydrolyzate of the mixture. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 6(1), 17–23. <https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2016.06.01.17-23>
- Colin, M. (2015). Fundamentos en la elaboración de queso. (Proyecto, Universidad Autónoma del Estado de México). Repositorio Institucional UAEM: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/35419>
- Colun. (2020). Leche Inestable. AGROCOLUN. <https://agrocolun.cl/leche-inestable/>
- Conway, V., Gauthier, S. F., & Pouliot, Y. (2014). Buttermilk: Much more than a source of milk phospholipids. *Animal Frontiers*, 4(2), 44–51. <https://doi.org/10.2527/af.2014-0014>

- Curo, J (2014), Aditivos alimentarios [Presentación de SlideServe] SlideServe. <https://www.slideserve.com/saber/aditivos-alimentarios>
- Escobar, C., & Machuca, G. (2021). Leche en polvo deslactosada. (Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Nacional). Repositorio Digital RIA <http://hdl.handle.net/20.500.12272/5042>
- FAO/STAT. (2022). Importancia de la leche. Obtenido de <https://institutodelqueso.com/blog/la-importancia-de-la-leche-en-la-salud-y-la-sociedad/>
- Food and Agriculture Organization. (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/tipos-y-caracteristicas/es/>
- Gassi, J. Y., Famelart, M. H., & Lopez, C. (2008). Heat treatment of cream affects the physicochemical properties of sweet buttermilk. *Dairy Science and Technology*, 88(3), 369–385. <https://doi.org/10.1051/dst:2008006>
- González, Á. (2014). Tecnología del dulce de leche. Obtenido de Academia: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44106219/Teorico_Dulce_de_Leche_orientado_2014-with-cover-page.pdf
- Hleap, J. I., & Velasco, V. A. (2010). Analysis of the properties of texture during the storage of sausage made from red tilapia (*Oreochromis sp.*). *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial: BSAA*, 8(2), 1-10.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). Leche cruda requisitos. (NTE INEN 9). https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_009_6r.pdf
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1984). Determinación de la acidez titulable (NTE INEN 13). <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/13.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1983). Determinación de sólidos totales y cenizas. (NTE INEN 14). <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/14.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). Determinación de contenido de nitrógeno método kjeldahl. (NTE INEN 16). <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-16-2.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1973). Determinación de contenido de grasa. (NTE INEN 12). <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/12.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). Suero de mantequilla (Buttermilk). (NTE INEN 718). <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/13.pdf>
- Instituto Adolfo Lutz. (2008). Métodos físico-químicos para análisis de alimentos (Vol. 4). São Paulo, Brasil: Instituto Adolfo Lutz © 2008
- Kumar, R., Karu, M., Kumari, A., Shrivastava, B., Reddy, P & Tyagi, A. (2015). Natural and Cultured Buttermilk. Puniya (Ed.), *Fermented milk and dairy products* (pp.203-225)
- Kurlat, J. (2010). Elaboración de dulce de leche. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Obtenido de <https://emprendedorasenred.com.ar/wp-content/uploads/2017/02/DULCE-DE-LECHE-2da.-Edicion.pdf>
- Lambert, S., Leconte, N., Blot, M., Rousseau, F., Robert, B., Camier, B., Gassi, J. Y., Cauty, C., Lopez, C., & Gésan-Guiziu, 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>
- Lamothe, L. (2006). Efecto de la temperatura de enfriamiento y formulación en la elaboración de dulce de leche. (Tesis de pregrado, Zamorano). Biblioteca Wilson Popenoe. <http://hdl.handle.net/11036/728>
- López Torres, J. (2018). Dulces de leche utilizando lactosuero. *Leches concentradas azucaradas de la tradición a la ciencia* (203-219). Editorial Universidad Santiago de Cali.
- Lu, L., Guo, L., Wang, K., Liu, Y., & Xiao, M. (2020). β -Galactosidasas: A great tool for synthesizing galactose-containing carbohydrates. In *Biotechnology Advances* (Vol. 39). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.107465>
- Maldonado, A. (2019). Efecto de diferentes concentraciones de glucosa sobre el proceso de elaboración y la calidad del dulce de leche. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo). Repositorio Digital UNACH. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6247>
- Méndez, L. (2020). Manual de prácticas de Análisis de Alimentos. Obtenido de <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf>
- Narvhus, J. A., & Abrahamsen, R. K. (2022). Buttermilk Products. In *Encyclopedia of Dairy Sciences* (pp. 409–416). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818766-1.00228-2>
- Navas, J., Refigo, C., Vargas, A. (2015). Parámetros de calidad en helados. (Tesis de pregrado, Universidad del Valle Colombia). Repositorio digital DSPACE. <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/559>
- Novoa, D. F., & Ramírez, J. S. (2012). Caracterización colorimétrica del manjar blanco del valle. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 54-60. Recuperado a partir de <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/252>
- Paucar, P. (2017). Efecto del uso de lactosuero dulce, en las propiedades físicoquímicas y sensoriales del pan blanco. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano). Repositorio Institucional UNAP. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8082>
- Pintado, P., Sarabia, D., Matute, F., & Sarabia, D. (2018). Utilización de tres niveles de lactosuero en la elaboración de manjar de leche. *Ecuador. Investigación Agropecuaria*, XV, 1, 13-25.
- Ramírez, J., Acevedo, D., Alvarado, J., González, K., Hidalgo, J., Torres, J., & Vélez, J. (2018). *Leches concentradas: de tradición a la ciencia* (Vol. 1). Cali, Colombia: Universidad Santiago de Cali.
- 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>
- Superintendencia del Control Poder del Mercado. (2021). Estudio de mercado Sector Lácteo Ecuador. Obtenido de <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp->

content/uploads/2021/04/estudio_de_mercado_sector_lacteo_SCPM-IGT-INAC-002-2019.pdf

- Silva, F. L., Lima, H. A., De Souza, A. B., Almeida, D. de F., Stephani, R., Pirozi, M. R., De Carvalho, A. F., & Perrone, I. T. (2015). Production of dulce de leche: The effect of starch addition. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 417–423. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.10.062>
- Silvano, S. (2008). Diseño y desarrollo de un producto tipo leche concentrada azucarada para la empresa La Bugueña. (Tesis de pregrado, Universidad de la Salle). Repositorio Salle. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/125
- 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)
- Spitsberg, V. L. (2005). Invited review: Bovine milk fat globule membrane as a potential nutraceutical. In *Journal of Dairy Science* (Vol. 88, Issue 7, pp. 2289–2294). American Dairy Science Association. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72906-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72906-4)
- Suarez, S., & Wejda, N. (2018). Proyecto dulce de leche. (Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Nacional), Repositorio Institucional UTN. <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/3054/Proyecto%20dulce%20de%20leche.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Teixeria, I., Andunes, V., Schuina, G., Castro, M., & Castro, W. (2020). Elaboração de bebida à base de eitelho e análise sensorial de bebidas achocolatadas comerciais. *Brazilian Journal of Development*, 6(6), 42010-42022. doi:<http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n6-658>
- Vanderghem, C., Bodson, P., Danthine, S., Paquot, M., Deroanne, C., & Blecker, C. (2010). Milk fat globule membrane and buttermilk: from composition to valorization. *Obtenido de Biotechnology agronomic society environment* 14(3), 485-500
- Zalazar, C., & Perrotti, M. (2011). Dulce de Leche. *Encyclopedia of Dairy Sciences II*, 874-880. doi:10.1016/B978-0-12-374407-4.00102-3
- Zhao, L., Feng, R., Ren, F., & Mao, X. (2018). Addition of buttermilk improves the flavor and volatile compound profiles of low-fat yogurt. *LWT*, 98, 9–17. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.029>
- Zunino, A. (2014). Manjar de leche: Aspectos básicos para su adecuada elaboración. Departamento de Fiscalización de Industrias Lácteas. Ministerios de Asunto Agrarios. Obtenido de <https://es.slideshare.net/prujelp/dulce-de-leche-42000450>

ANEXOS

a. Anexo 1. Dosificación de Lactasa según la ficha técnica

Lactasa-5200 NLU

Las dosificaciones de lactasa dependen del producto que se vaya a manufacturar al igual que la hidrólisis que se desea alcanzar. Las siguientes dosificaciones están calculadas para un contenido de 5% aproximadamente de lactosa en leche o suero, que es un contenido estándar de lactosa en la leche.

Tabla 14

Dosificaciones de lactasa

DOSIFICACIONES ESTIMADAS			
Dosificación (ml/l) 5200 NLU	Tiempo de reacción (horas)	Temperatura de reacción °C	Grado de hidrólisis %
0,11-0,19	10	5	20
0,07-0,10	16	5	20
0,4-0,08	24	5	20
0,19-0,35	1	30	20
0,04-0,08	4	30	20
0,08-0,15	2	40	20
0,05-0,1	4	40	20
0,38-0,61	10	5	50
0,23-0,30	16	5	50
0,19-0,27	24	5	50
0,80-1,19	1	30	50
0,19-0,30	4	30	50
0,35-0,54	1	40	50
0,08-0,15	4	40	50
1,35-2,07	10	5	80
0,84-0,90	16	5	80
0,6-0,84	24	5	80
2,65-4,0	1	30	80
0,65-1,0	4	30	80
1,12-1,7	1	40	80
0,27-0,42	4	40	80

Nota. Ficha técnica Lactasa-5200 NLU. Tomado de: Barbara & Muñoz (2020)

b. Anexo 2. Diferencia de color, ΔE.

Se realizó el cálculo de la diferencia de color (ΔE) utilizando los promedios de color de CIE-Lab* aplicando la siguiente ecuación:

$$Ecu3. \quad \Delta E = \sqrt{(\Delta L_{m,r})^2 + (\Delta a_{m,r})^2 + (\Delta b_{m,r})^2}$$

Tabla 15

Diferencia de color entre C y MSM

Tratamientos C y MSM	Tiempo de almacenamiento (días)		
	1	15	45
ΔE	25,58	24,88	25,22

La fórmula indicó la diferencia de los parámetros de color CIE-Lab* desde un punto de referencia (r) hasta el punto de la muestra (m).

c. Anexo 3. Informe de análisis de lactosa



INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Fecha: 14 de abril del 2022
Análisis solicitado por: Sr. José Velasco
Tipo de muestras: Muestra de suero de mantequilla

Análisis Físico: Sensorial

Color	Amarillento lechoso
Olor	Característico agradable
Aspecto	Homogéneo, presencia se solidos sedimentables

Análisis Químico

Parámetros	Unid.	Método	Resultado
Lactosa	%	AOAC 984.15	3.88

Observaciones:

Atentamente,


Dra. Gina Alvarez R.
RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada



Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322
Saqmic Laboratorio
Riobamba - Ecuador



Nota. Análisis del suero de mantequilla recolectado de la empresa San Salvador

d. Anexo 4. Fotografías de evidencias de la investigación



Ilustración 1 Precipitación de la leche con suero de mantequilla



Ilustración 2 Desnaturalización de la proteína



Ilustración 3 Elaboración de los manjares



Ilustración 4 Esterilización de los frascos de vidrio



Ilustración 5 Rotulado de las muestras analizar respectivamente



Ilustración 6 Análisis de % de ácido láctico



Ilustración 7 Análisis de color instrumental del dulce de leche



Ilustración 8 Análisis de textura instrumental de dulce de suero de mantequilla



Ilustración 9 Determinación de grasa de SM

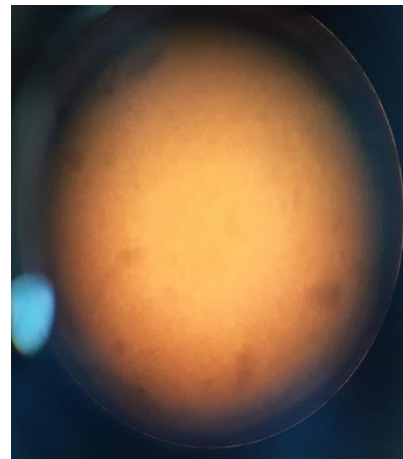


Ilustración 10 Cristales del manjar MSM día 1

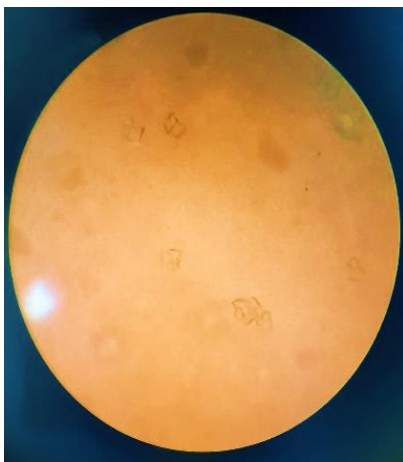


Ilustración 11 Cristales del manjar MSM día 15



Ilustración 11 Cristales del manjar MSM día 45