

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



TESIS:

**Tiempo de conservación del queso fresco por pruebas
aceleradas de estabilidad oxidativa**

Para optar el título profesional de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR:

Bach. Nelida GUERREROS GUTIERREZ

Bach. Rossmery VELASQUEZ QUICAÑO

ASESOR:

Dr. Alberto Luis HUAMANÍ HUAMANÍ

AYACUCHO - PERÚ

2026

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Raul y María,
Por su amor incondicional, sus sacrificios y
el apoyo constante que me brindaron durante
toda mi formación profesional.

A mis hermanas y a mi hermano, por
su cariño, por acompañarme en cada paso y
por sus palabras de aliento y creer siempre en
mí.

Con todo mi amor y gratitud, les
dedico este trabajo, que es resultado del
cariño que siempre me han otorgado.

Rossmery Velasquez Quicaño

Agradezco en primer lugar a Dios por
darme la vida, la salud y la fortaleza para
alcanzar esta meta. Expreso mi más sincero
agradecimiento a mis padres, Vicente y
Rufina, por su apoyo incondicional y por
inculcarme valores como la humildad y
esfuerzo, que han guiado mi camino. A mis
hermanos y hermanas, por su constante
compañía y por brindarme su apoyo moral en
cada etapa de este proceso. Asimismo,
agradezco a todas aquellas personas que
confiaron en mí, gracias a su apoyo y aliento,
me motivaron a seguir adelante y no
rendirme.

Nelida Guerreros Gutierrez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por acompañarnos en este proceso, por brindarnos la fortaleza, la salud y la perseverancia necesaria para culminar esta importante etapa de nuestra formación profesional.

A la Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, a la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias y a todos los docentes que formaron parte de nuestra preparación profesional, por contribuir nuestro crecimiento académico y personal.

Nuestro especial agradecimiento a nuestro asesor de tesis, el Dr. Alberto Luis Huamani Huamani, por su orientación, su paciencia, sus conocimientos y recomendaciones fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

A nuestros familiares por su amor, comprensión, confianza y apoyo durante todo este proceso. Su constante motivación fueron el impulso que nos permitió alcanzar esta meta profesional.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo fue estimar el tiempo de conservación del queso fresco evaluada por pruebas aceleradas de estabilidad oxidativa. La metodología consistió en la determinación de las características fisicoquímicas y microbiológica del queso fresco, como también analizar la oxidación lipídica utilizando el sistema Oxitest a temperaturas de 80 y 100°C a una presión de 6 bar, utilizando la mantequilla como muestra comparativa, determinando el periodo de inducción y parámetros cinéticos de oxidación lipídica. Finalmente se analizó el tiempo de conservación por cambios químicos (variación de acidez) a condiciones de refrigeración (6°C) y medio ambiente (20°C).

Los resultados mostraron que el queso fresco cumple con la calidad microbiológica y una composición fisicoquímica, establecidos según la norma técnica peruana. Asimismo, el queso fresco mostro una mayor resistencia a la oxidación lipídica con un periodo de inducción (IP) 69,95 y 10, 7 h a temperaturas de 80 y 100°C, en cambio la mantequilla registro 45,5 y 2,7 h, evidenciando una menor estabilidad oxidativa. Además, al aumentar la temperatura disminuye el periodo de inducción (IP) y el tiempo de propagación (tp), así como el incremento de velocidad de inicial y la velocidad máxima de consumo de oxígeno. La acidez aumento de 0,13% a 0,65% a temperatura ambiente en 7 días, mientras en refrigeración este incremento alcanzo después de 36 días. Se concluye que la temperatura y la matriz alimentaria influye en la estabilidad oxidativa del queso fresco, mientras que la refrigeración retarda el aumento de acidez y prolonga su conservación.

Palabras clave: Queso fresco, Estabilidad oxidativa, Oxidación lipídica, Periodo de inducción, Tiempo de conservación.

ABSTRACT

The objective of this research was to estimate the shelf life of fresh cheese using accelerated oxidative stability tests. The methodology involved determining the physicochemical (acidity, pH, fat, protein, moisture, ash, and water activity) and microbiological characteristics of fresh cheese, as well as analyzing lipid oxidation using the Oxitest system at temperatures of 80 and 100°C and a pressure of 6 bar, with butter serving as the control sample, and determining the induction period and kinetic parameters of lipid oxidation. Finally, the shelf life was analyzed based on chemical changes (variation in acidity) under refrigerated (6°C) and ambient (20°C) conditions.

The results showed that the fresh cheese meets the microbiological quality and physicochemical composition standards established by the Peruvian technical standard. Furthermore, the fresh cheese exhibited greater resistance to lipid oxidation, with an induction period (IP) of 69.95 and 10.7 hours at temperatures of 80 and 100°C, whereas butter recorded 45.5 and 2.7 hours, indicating lower oxidative stability. Furthermore, as temperature increases, the induction period (IP) and propagation time (tp) decrease, while the initial and maximum rates of oxygen consumption increase. Acidity increased from 0.13% to 0.65% at room temperature over 7 days, whereas under refrigerated conditions, this increase occurred after 36 days. It is concluded that temperature and the food matrix influence the oxidative stability of fresh cheese, while refrigeration slows the increase in acidity and extends its shelf life.

Keywords: Fresh cheese, Oxidative stability, Lipid oxidation, Induction period, Shelf life.

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	4
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.2.	QUESO FRESCO.....	8
2.2.1.	Composición físicoquímica del queso fresco	8
2.2.2.	Características microbiológicas del queso fresco	10
2.2.3.	Matriz alimentaria del queso fresco.....	11
2.2.4.	Factores que afectan la calidad del queso fresco	12
2.2.5.	Causas y defectos del queso fresco.....	13
2.3.	LÍPIDOS EN QUESO FRESCO	14
2.3.1.	Composición lipídica	14
2.3.2.	Importancia de los lípidos en la calidad del queso	16
2.4.	OXIDACIÓN LIPÍDICA.....	17
2.4.1.	Mecanismo de oxidación	17
2.4.2.	Cinética de formación y evolución de hidroperóxidos lipídicos (LOOH)	19
2.4.3.	Factores que influyen en la oxidación lipídica	22
2.4.4.	Consecuencias de la oxidación lipídica en el queso fresco	24
2.5.	ESTABILIDAD OXIDATIVA.....	25
2.5.1.	Importancia de la estabilidad oxidativa de los productos lácteos.....	26
2.5.2.	Métodos de determinación de estabilidad oxidativa.....	26

2.6.	TIEMPO DE CONSERVACION DE QUESO FRESCO	28
2.6.1.	Factores que afectan el tiempo de conservación.....	29
2.6.2.	Métodos de determinación de vida útil.....	30
III.	MATERIALES Y METODOS.....	31
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN	31
3.2.	MATERIA PRIMA	31
3.3.	MATERIALES	32
3.4.	REACTIVOS.....	33
3.5.	EQUIPOS E INSTRUMENTO	33
3.6.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	34
3.6.1.	Tipo de investigación.....	34
3.6.2.	Población	35
3.6.3.	Muestra	35
3.6.4.	Variables e indicadores	35
3.7.	DISEÑO EXPERIMENTAL	35
3.7.1.	Caracterización fisicoquímica y microbiológica	37
3.7.2.	Evaluación de la oxidación lipídica (formación de hidroperóxidos).....	37
3.7.3.	Determinación del tiempo de conservación del queso fresco.....	39
3.8.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	40
3.8.1.	Elaboración de queso fresco	40
3.9.	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS.....	47
3.9.1.	Fisicoquímico	47

3.9.2. Microbiológico	50
3.9.3. Oxidación lipídica.....	52
3.9.4. Tiempo de conservación del queso fresco a condiciones de almacenamiento ...	57
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	58
4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL QUESO FRESCO	58
4.2. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL QUESO FRESCO.....	60
4.3. OXIDACIÓN LIPÍDICA EN LA GRASA DEL QUESO FRESCO	62
4.3.1. Comportamiento oxidativo según la matriz.....	63
4.3.2. Comportamiento oxidativo según efecto de la temperatura	65
4.3.3. Parámetros cinéticos de la oxidación lipídica (formación de hidroperóxidos)...	67
4.3.4. Carotenoides y actividad antioxidante de la mantequilla	72
4.4. TIEMPO DE CONSERVACIÓN DEL QUESO FRESCO EN CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	73
4.4.1. Almacenamiento a temperatura ambiental (20 °C promedio)	73
4.4.2. Almacenamiento a temperatura de refrigeración (6 °C promedio)	75
V. CONCLUSIONES.....	78
VI. RECOMENDACIONES.....	80
VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	81
ANEXOS.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Requisitos fisicoquímicas del queso fresco	9
Tabla 2	Composición fisicoquímica y valor nutricional del queso fresco	9
Tabla 3	Requisitos microbiológicos del queso fresco según la NTP	11
Tabla 4	Composición lipídica del queso fresco	14
Tabla 5	Variables e indicadores	36
Tabla 6	Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para la evaluación del queso fresco	37
Tabla 7	Parámetros cinéticos para la evaluar la oxidación lipídica del queso fresco a temperatura de 80 y 100°C	39
Tabla 8	Evaluación de acidez en condiciones de refrigeración y ambiente.....	39
Tabla 9	Composición fisicoquímica del queso fresco	58
Tabla 10	Resultado de análisis microbiológico del queso fresco	61
Tabla 11	Parámetros cinéticos de la oxidación lipídica (formación de hidroperóxidos) en el queso fresco y la mantequilla a partir de las funciones lineales y sigmoidales ajustadas a las curvas de consumo de oxígeno (%) registrados mediante el sistema Oxitest	71
Tabla 12	Contenido de carotenoides y actividad antioxidante de la mantequilla.....	72
Tabla 13	Variación de la acidez titulable (%) del queso fresco durante el almacenamiento a temperatura ambiente (20°C).....	73
Tabla 14	Variación de la acidez titulable (%) del queso fresco durante el almacenamiento a temperatura de refrigeración (6°C).....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curva cinética de acumulación de hidroperóxidos lipídicos (LOOH) resultantes de la oxidación de lípidos	20
Figura 2 Esquema del diseño experimental para la evaluación de estabilidad oxidativa del queso fresco	38
Figura 3 Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de la leche por el analizador automático (Milkotester)	41
Figura 4 Proceso de pasteurización de la leche	42
Figura 5 Enfriamiento de la leche pasteurizada	42
Figura 6 Corte de la cuajada en fragmentos	43
Figura 7 Reposo de la cuajada durante 5 minutos	44
Figura 8 Proceso de moldeado del queso fresco	45
Figura 9 Diagrama de flujo cualitativo en la elaboración del queso fresco	46
Figura 10 Distribución de la muestra en las dos cámaras de titanio del equipo Oxitest	53
Figura 11 Captura de datos mediante el equipo Oxitest	53
Figura 12 Registro de datos de reacción química cada intervalo de 1 minuto	54
Figura 13 Registro de datos de reacción química gráficamente cada intervalo de 1 minuto	55
Figura 14 Consumo de oxígeno (%) en función del tiempo con el modelo cinético de oxidación lipídica en el queso fresco y la mantequilla a una temperatura de 80°C	63
Figura 15 Consumo de oxígeno (%) en función del tiempo con el modelo cinético de oxidación lipídica en el queso fresco y la mantequilla a una temperatura de 100°C	64
Figura 16 Consumo de oxígeno (%) en función del tiempo con el modelo cinético de oxidación lipídica en el queso fresco a una temperatura de 80 y 100°C	65

Figura 17 Consumo de oxígeno (%) en función del tiempo con el modelo cinético de oxidación lipídica en la mantequilla a una temperatura de 80 y 100°C	66
Figura 18 Curva de variación de la acidez titulable del queso fresco almacenado a temperatura ambiente (20°C)	74
Figura 19 Curva de variación de la acidez titulable del queso fresco almacenado a temperatura de refrigeración (6°C).....	77

I. INTRODUCCIÓN

El queso fresco es uno de los productos lácteos más consumidos a nivel mundial debido a que se caracteriza por ser un producto blando, con alto contenido de agua y su pH relativamente alto. Por eso es un alimento perecedero, susceptibles a procesos de deterioro fisicoquímico, microbiológico y oxidativo durante su almacenamiento (Aguilar et al., 2022).

La oxidación de grasas es un problema en la industria láctea y tiene implicaciones importantes en términos de valor del producto, ya que afecta el sabor, color, textura y valor nutricional de los productos lácteos (Nawar, 1969). Los ácidos grasos poliinsaturados, que contienen múltiples dobles enlaces con átomos de hidrógeno particularmente reactivos, son propensos a la oxidación. El contenido de ácidos grasos insaturados en la grasa de la leche aumenta el riesgo de oxidación y la producción de sabores desagradables (Im & Marshall, 1998; Lin et al., 1996). En productos lácteos con contenido de ácidos grasos insaturados, la oxidación causa sabores metálicos, aceitosos o rancios y un color más pálido, especialmente después del almacenamiento (Timmons et al., 2001).

Las reacciones oxidativas son reacciones químicas con baja energía de activación y no pueden detenerse reduciendo la temperatura de almacenamiento (Andreo et al., 2003). Las altas temperaturas y la exposición a la luz y al oxígeno potencian los procesos oxidativos (Yildiz et al., 2002) y reducen el valor nutricional y la aceptabilidad del producto.

Los estudios de vida útiles para definir la duración de los alimentos son necesarios para no sub o sobre dimensionar el tiempo que realmente dura el producto (Valencia García et al., 2007). La vida útil de un alimento comprende el tiempo transcurrido entre la fabricación y el momento en que se presentan cambios significativos en él, que pueden generar rechazo en el consumidor final. Puede variar según el proceso de producción, la naturaleza del producto y el tiempo de almacenamiento, obteniéndose cambios a nivel microbiológicos, sensoriales y/o fisicoquímicos (Fu & Labuza, 1993).

A pesar de su importancia económica y alimentaria, existe escasa información técnica sobre la estabilidad oxidativa del queso fresco. No se cuenta con estudios comparativos que evalúan la calidad oxidativa de estos productos, ni sobre los factores que influyen en la rapidez de su deterioro, como el tipo de materia prima, los procesos tecnológicos empleados, o el uso (o ausencia) de antioxidantes naturales o sintéticos. En este contexto, surge la necesidad de hacer un estudio que aporte al conocimiento académico y a los productores sobre la estabilidad oxidativa del queso fresco, con el fin de mejorar el manejo post elaboración.

FORMULACIÓN DE PROBLEMA

Problema general

¿Qué tiempo de conservación posee el queso fresco evaluado por pruebas aceleradas de estabilidad oxidativa?

Problema específico

1. ¿Qué calidad fisicoquímica (acidez, pH, grasa, humedad, proteína, ceniza y actividad de agua), microbiológica (coliformes, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonell sp*) tiene el queso fresco?
2. ¿Qué comportamiento cinético de oxidación del lípido tendrá el queso fresco por pruebas aceleradas?
3. ¿Qué tiempo de conservación poseerá el queso fresco por cambio químico a condiciones de refrigeración y medio ambiente?

OBJETIVOS

Objetivo general

Estimar el tiempo de conservación del queso fresco evaluada por pruebas aceleradas de estabilidad oxidativa.

Objetivo específico

1. Determinar la calidad fisicoquímica (acidez, pH, grasa, proteína, ceniza, actividad de agua y humedad), microbiológica (coliformes, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonell sp*) del queso fresco.
2. Determinar el comportamiento cinético de oxidación del lípido del queso fresco por pruebas aceleradas.
3. Estimar el tiempo de conservación del queso fresco por cambio químico a condiciones de refrigeración y medio ambiente.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Piscopo et al. (2024), en la investigación “Influencia del tipo de mozzarella en las propiedades químicas y sensoriales de la pizza Margherita”, el estudio tuvo como objetivo fue evaluar cómo los diferentes tipos de mozzarella (Mozzarella di Búfala, Fiordilatte y Pizza mozzarella) afectan las características químicas, sensoriales y aromáticas de la pizza Margherita, con especial atención a los efectos del proceso de horneado en dichas propiedades. La metodología consistió en elaborar pizzas siguiendo las especificaciones tradicionales napolitanas en una pizzería, utilizando ingredientes de alta calidad y diferentes mozzarellas. Se realizaron análisis químicos en los ingredientes sin hornear y en las pizzas horneadas, incluyendo mediciones de humedad, grasa, pH, ácido láctico, estabilidad oxidativa, contenido de α -tocoferol y perfil de compuestos volátiles, mediante técnicas químicas y análisis sensoriales con un panel de 12 panelistas entrenados que evaluaron atributos relacionados con apariencia, aroma, sabor y textura. Los resultados revelaron que las pizzas elaboradas con Mozzarella di Búfala y Fiordilatte tenían mayor contenido de los α -tocoferol, mayor estabilidad oxidativa y menores niveles de compuestos volátiles indeseables, indicando una mayor calidad química. También se

observó que la mozzarella di búfala tuvo un mayor impacto sobre las características sensoriales, en especial en apariencia, textura y sabor, aunque tales diferencias fueron disminuyendo tras la cocción al horno por su interacción con el resto de los ingredientes. Se supervisó que durante horneado se generen reacciones químicas, como la fermentación y la reacción de Maillard, que enriquecieron el perfil aromático del producto final. En conclusión, el uso de mozzarella de búfala y fiordilatte en la elaboración de la pizza margherita provoca una mejora significativa de sus propiedades químicas y sensoriales, conservando sus cualidades nutricionales y organolépticas, incluso después de la cocción. La elección de ingredientes de alta calidad y su adecuada incorporación son fundamentales para lograr unas pizzas de excelente calidad, sabor y valor funcional, confirmando que la calidad de la mozzarella incide significativamente en el perfil final del producto.

Sánchez & Pérez (2016) en la investigación titulada “Vida útil sensorial del queso mantecoso por pruebas aceleradas” tuvieron como objetivo del estudio fue estimar la vida útil sensorial de los quesos mantecosos de marcas “huacariz” (envasado a presión atmosférica) y “cefop” (envasado al vacío), comercializados en Cajamarca, mediante pruebas aceleradas. La metodología consistió en almacenamiento de las muestras a diferentes temperaturas: “huacariz” a 20, 28, 35 y 40 °C; “cefop” a 20, 28 y 35 °C realizando pruebas sensoriales de aceptabilidad con 41 consumidores en función del tiempo de almacenamiento. Los datos se analizaron mediante estadística de supervivencia con el software R, aplicando a la distribución de Weibull para determinar los parámetros de forma (β) y escala (α), evaluar la energía de activación (E_a) y estimar los tiempos de vida útil a 10 °C. Los resultados indicaron que a temperaturas cercanas a 35°C, las muestras mostraron mayor variabilidad en aceptabilidad y un $\beta < 2$, señalando rápida

rechazo por alteraciones estructurales. La energía de activación fue de $14,26 \pm 3,25$ kcal/mol para huacariz y $22,61 \pm 5,92$ kcal/mol para “cefop”. La vida útil sensorial a 10 °C fue de aproximadamente 7,6 días huacariz y 41,7 días para cefop. Concluyen que el envasado al vacío en cefop prolonga considerando la vida útil sensorial en comparación con el envasado a presión atmosférica y que la temperatura de almacenamiento influye en la rápida disminución de la aceptabilidad de producto. La metodología utilizada resulta afectiva para predecir la durabilidad de los quesos mantecosos en condiciones comerciales.

Vilca et al. (2022), el estudio “Aceites de aguacate Hass y Fuerte (*Persea americana* sp.) extraídos con dióxido de carbono supercrítico: compuestos bioactivos, contenido de ácidos grasos, capacidad antioxidante y estabilidad oxidativa” tuvieron como objetivo evaluar el efecto de la temperatura y la presión del dióxido de carbono supercrítico sobre las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes y estabilidad oxidativa del aceite de aguacate de la variedad Has y Fuerte. Para ello, extrajeron el aceite utilizando CO₂ a 400 bar y a dos temperaturas (40 y 80°C), colectando muestra durante 4 horas. Después, se determinaron los contenidos de compuestos bioactivos como los fenoles, carotenoides y clorofila, se analizó la composición de ácidos grasos, la capacidad antioxidante por ensayos de transferencia electrónica e hidrogeno, y la estabilidad oxidativa mediante el sistema Oxitest en condiciones aceleradas. Los resultados indicaron que el aceite extraído con CO₂ presento menor contenido fenólico total con relación al aceite comercial extraído por prensado en frio, a excepción de la variedad Fuerte a 80°C. Además, el aceite obtenido mostro niveles más elevados de carotenoides y clorofila, una mejor relación de ácidos grasos insaturados/saturados, así como una mayor capacidad antioxidante en la muestra extraídas a 80°C. No obstante, los parámetros

cinéticos de oxidación lipídica indicaron que el aceite extraído por CO₂ es más propenso a la oxidación, con velocidades más elevadas en las etapas de iniciación y propagación, lo cual sugiere una menor estabilidad oxidativa. Se concluye que la tecnología de extracción con CO₂ mejora algunos componentes bioactivos y la capacidad antioxidante, requiere condiciones adecuadas de almacenamiento y envasado para preservar la vida útil del aceite, debido a su mayor vulnerabilidad a la oxidación.

Tripaldi et al. (2021), en la investigación titulado “Efecto del almacenamiento y el tratamiento térmico de la leche destinada a la producción de queso sobre sus características oxidativas”, el objetivo de este estudio fue evaluar la estabilidad oxidativa de la leche destinada a la producción de queso, analizando el efecto del tiempo de almacenamiento, el tratamiento térmico previo y la temperatura de pasteurización sobre las características antioxidantes de la leche y el queso producido. Para ello, se procesaron 3 tipos de leche (fresca, almacenada y termizada), que fueron pasteurizadas a 72 y 77°C durante 15 segundos, realizando tres repeticiones por tipo y tratamiento. Se analizaron muestras de leche antes y después de la pasteurización y queso almacenado 14 días a 4°C, mediante actividad antioxidante, lacto peroxidasa, producción de Maillard, composición química y marcadores oxidativos. Los resultados evidenciaron que la actividad antioxidante disminuyó desde la leche inicial hasta el queso final, y se mantuvo más estable en queso elaborados con leche fresca (64,95%) que con la leche almacenada (59,05%) y termizada (54,05%), lo que indica que la terminación reduce la estabilidad antioxidante. La temperatura de pasteurización afectó las propiedades químicas del queso y la pasteurización indujo la desnaturalización proteica, más evidente en la leche termizada. Aun con estas pérdidas, la actividad antioxidante remanente del queso fue suficiente para proteger la grasa de la oxidación. Se deduce que tanto el almacenamiento

prolongado como los tratamientos térmicos previos son capaces de alterar la estabilidad antioxidante de la leche y queso, y que el empleo de leche fresca favorece la preservación de las propiedades antioxidantes y calidad final del queso, respaldando su producción y consumo como productos con mejores características sensoriales y saludables.

2.2. QUESO FRESCO

Según la NTP:202.195 (2019) es el queso blando, no madurado ni escaldado, moldeado, de textura relativamente firme, ligeramente granular, sin cultivos lácticos, obtenidos por separación del suero después de la coagulación de la leche pasteurizada, entera, descremada o parcialmente descremada, o una mezcla de algunos de estos productos y que cumple con los requisitos especificados.

Desde el punto de vista tecnológica, el queso fresco, es aquel producto que tiene una textura suave pero firme, un $\text{pH} \geq 6,1$ y una humedad de 46 a 57% (Van Hekken et al., 2013).

El queso fresco es un alimento lácteo que se forma a partir de la coagulación de la caseína en la leche de vaca, oveja o cabra, y sus propiedades de sabor y textura son consecuencia de la acción de las bacterias lácticas (Benassila et al., 2025).

2.2.1. Composición fisicoquímica del queso fresco

El queso fresco se caracteriza por tener un elevado grado de humedad, un sabor suave y una duración de almacenamiento breve, por lo que se requiere ser guardado en refrigeración (Ramírez & Vélez, 2012).

De acuerdo con la NTP:202.195 (2019) los requisitos que debe cumplir el queso fresco en cuanto a materia grasa y humedad son mostrado en la Tabla 1.

Tabla 1
Requisitos fisicoquímicas del queso fresco

Requisitos	Elaborado a base de leche entera	Elaborado a base de parcialmente descremada	Elaborada a base de descremada
Materia grasa en el extracto seco (%m/m)	≥40	≥15	<15
Humedad (%m/m)	≥46	≥46	≥46

Nota: NTP:202.195 (2019).

El queso fresco posee una alta riqueza nutricional, siendo rico en grasas, proteínas, azúcares, calcio, fósforo, zinc, selenio y ciertas vitaminas.(Lima et al., 2024), asimismo Pinto et al. (2021) reporta las cantidades (Tabla 2).

Tabla 2
Composición fisicoquímica y valor nutricional del queso fresco

Componentes	Cantidad
Humedad (%)	46 - 57
Grasa (%)	18 - 29
Proteína (%)	17 - 21
Ceniza (%)	1,5 – 4,2
Sal	1,0 – 3,0
pH	≥ 6,1
Valor nutricional (kcal/100 g)	255 ± 37

Nota: (Pinto et al., 2021; Van Hekken et al., 2013).

2.2.2. Características microbiológicas del queso fresco

El queso fresco es propenso a la proliferación de microorganismo, sean estos patógenos o no, durante el manejo y la conservación. Esto se debe a que sus propiedades, tal como el contenido de nutrientes, la humedad y el pH, propician la replicación de diferentes microorganismos que proceden de la leche, de la contaminación ambiental y del manejo del producto tanto en su fabricación como después (Cedeño, 2015).

El número y la diversidad de microorganismos presentes están determinados por aspectos como la alimentación animal, el aseo del lugar donde se produce, la calidad del agua utilizada, el manejo y las condiciones de temperatura y tiempo en que se conserva el queso fresco (Castellanos et al., 2018).

La multiplicación de microorganismo puede comprender la seguridad del alimento, además de que disminuye su calidad, pues bacterias patógenas que son capaces de provocar enfermedades alimentarias pueden desarrollarse. Algunos ejemplos son *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp* y *Staphylococcus aureus* (Robalo et al., 2022).

Las levaduras, mohos y microorganismos como *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, tienen la capacidad de alterar las propiedades químicas, organolépticas y físicas del queso; incluso pueden producir toxinas como las aflatoxinas, lo que supone un peligro para la salud. La existencia de *Staphylococcus aureus* y coliformes muestra que es preciso aplicar medidas de higiene rigurosa en la producción y manejo y almacenamiento del queso fresco (Bazid et al., 2025).

Según la NTP:202.195 (2019) debe cumplir los siguientes requisitos generales que se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3
Requisitos microbiológicos del queso fresco según la NTP

Agentes microbiológicos	Unidad	Categoría	Clases	n	c	Límites	
						m	M
Coliformes	UFC/g	5	3	5	2	5×10^2	10^3
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia o ausencia /25 g	10	2	5	0	Ausencia	-
<i>Escherichia coli</i>	NMP/ g	6	3	5	1	3	10
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/ g	7	3	5	2	10	10^2
<i>Listeria monocytogenes</i>	Presencia o ausencia/25 g	10	2	5	0	Ausencia	-

Nota: NTP:202.195 (2019).

2.2.3. Matriz alimentaria del queso fresco

La matriz alimentaria hace referencia a la organización relación compleja que existe entre los distintos componentes de un alimento, incluyendo proteínas, grasas, minerales, agua y compuestos bioactivos. Esta estructura determina las características físicas y químicas del alimento e influye en el comportamiento de sus nutrientes durante los procesos de digestión y absorción. De acuerdo con Everett (2025), en los productos lácteos la matriz alimentaria cumple una función importante, debido a que la interacción entre sus componentes puede favorecer o limitar la liberación de nutrientes y modificar su disponibilidad para el organismo.

El queso fresco es una matriz proteica que proporcionan altas concentraciones de compuestos nutricionales tales como grasa y proteínas, que son beneficiosas tanto para la salud como para la tecnología (Hueso et al., 2025).

Las características de la matriz láctea condicionan la susceptibilidad de los productos a la oxidación, siendo mayor en aquellos alimentos donde la fase grasa se encuentra más expuesta, debido a su predominancia lipídica (Fox et al., 2016a).

2.2.4. Factores que afectan la calidad del queso fresco

La calidad de la leche, proceso de elaboración y el almacenamiento son los factores más importantes que influyen en la calidad del queso fresco. (Falih et al., 2024).

Calidad de la leche

El queso fresco se elabora con materia prima que tiene un efecto significativo en su composición y en sus propiedades microbiológicas, lo que afecta de manera directa su seguridad y características fisicoquímicas (Falih et al., 2024).

Proceso de elaboración

En el proceso de elaboración del queso fresco, los elementos más importantes que inciden en su calidad son la textura, el sabor y el aroma. Estos tres están determinados por factores fisicoquímicos como la actividad del agua, acidez y el pH. Estos parámetros controlan los cambios que ocurre durante la producción y almacenamiento del producto. Al mismo tiempo, tienen una relación directa con la calidad de las materias primas utilizadas y las condiciones de procesamiento y almacenamiento, que afectan la estabilidad y aceptabilidad del producto final (Calampa et al., 2019). Además, la

tecnología utilizada en su fabricación es otro elemento que puede tener un impacto significativo (Ramírez & Vélez, 2012).

Almacenamiento

La conservación del queso fresco depende en gran medida de las condiciones de almacenamiento. Por ejemplo, mantenerlo refrigerado y utilizar recipientes que impidan la oxidación y el desarrollo de microorganismos aseguran la calidad y seguridad del producto (Falih et al., 2024). La oxidación de grasas es un fenómeno particularmente relevante, donde la presencia del oxígeno, temperatura, exposición de la luz, son las principales causas que provocan deterioro de la textura, sabor, colores inusuales (Ramírez & Vélez, 2012).

2.2.5. Causas y defectos del queso fresco

El queso fresco es un alimento que se caracteriza por su alto contenido de humedad, actividad de agua y un pH casi neutro, condiciones que favorecen el desarrollo de crecimiento microbiano y la ocurrencia de reacciones bioquímicas durante el almacenamiento. Por lo tanto, pueden surgir problemas físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales que reducen su calidad, aceptabilidad y vida útil (Holle et al., 2018).

Los defectos más comunes del queso fresco el desarrollo de microorganismo, la aparición de olores extraños, sabores desagradables, hinchazón, rancidez, textura viscosa o blanda, sinéresis y cambios de color. Estos defectos se deben a la contaminación microbiana, la oxidación de grasas, acción enzimática y procesamiento y almacenamiento inapropiado (Martin et al., 2021).

la oxidación de grasas es uno de los problemas químicos que puede afectar la calidad y la vida útil del queso fresco. Este proceso ocurre cuando los lipídicos presentes en la grasa del queso fresco sufren reacciones de oxidación (Mortensen et al., 2004).

la oxidación lipídica es uno de los factores primordiales en la degradación de la calidad de los productos lácteos y se utiliza frecuentemente para estimar la vida útil y la aprobación del consumidor. El proceso de oxidación lipídica genera una gran cantidad de compuestos orgánicos volátiles como cetonas, aldehídos y alcoholes, los cuales favorecen la aparición de sabores extraños en los productos lácteos (Clarke et al., 2021).

2.3. LÍPIDOS EN QUESO FRESCO

2.3.1. Composición lipídica

Giang et al. (2025), menciona que la grasa láctea tiene una composición lipídica compleja, en la que los triacilglicéridos son lo más abundante, tal como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4
Composición lipídica del queso fresco

Componente lipídica	Porcentaje (%)
Triglicéridos	≈ 98
Diacilglicéridos	0,25 – 0,48
Monoacilglicéridos	0,02 – 0,04
Fosfolípidos	0,6 – 1,0
Colesterol	0,2 – 0,4
Glucolípidos	0,006
Ácidos grasos libres	0,1 – 0,4

Nota: adaptado de Giang et al. (2025).

Los triacilglicéridos, que constituyen aproximadamente el 98% de todos los lípidos, son el componente principal de la fracción lipídica. Son esteres formados por glicerol y tres ácidos grasos. Su distribución se basa en el grado de insaturación y la longitud de la cadena (Collins et al., 2003).

Alrededor del 70% de la grasa del queso fresco está compuesta por ácidos saturados, siendo el ácido palmítico (16:0) el que más predomina ($\approx 30\%$), después el ácido esteárico (18:0) ($\approx 12\%$) y finalmente el ácido mirístico (14:0) ($\approx 11\%$). En este grupo, los ácidos grasos de cadena corta (C4:0 – C10:0) constituyen aproximadamente el 10,9% sobresaliendo el ácido caproico (6:0) ($\approx 2,4\%$) y el ácido butírico (4:0) ($\approx 4,4\%$) (Lindmark Månsson, 2008).

Los ácidos grasos monoinsaturados son aproximadamente el 25%, siendo el ácido oleico (18:1) con un 23,8% el de mayor proporción. Los ácidos grasos poliinsaturados constituyen aproximadamente el 2,3%. Entre ellos, los que tienen mayor relevancia son el ácido α -linolénico (18:3), que representa cerca del 0,7% y el ácido linoleico (18:2), con un 1,6% aproximadamente (Lindmark Månsson, 2008).

El ácido vaccénico (18:1 trans) es el más relevante de los ácidos grasos trans, que constituyen cerca del 2,7%. Por otro lado, la grasa de origen lácteo contiene ácido linoleico conjugado (CLA), el cual está predominantemente influenciado por los ácidos de los animales rumiantes; este último abarca entre 75 y el 90% de total de CLA y se estima que su concentración está alrededor de 0,4% (Lindmark Månsson, 2008).

Los ácidos grasos presentes en la grasa láctea poseen una composición que cambia según diversos factores, tales como la dieta del animal, la especie, la etapa de lactancia, el clima, el estado de salud, la edad y otros elementos (Paszczyk et al., 2022).

2.3.2. Importancia de los lípidos en la calidad del queso

Es importante el contenido de grasa, ya que la grasa influye considerablemente en la calidad, el valor nutricional y calórico, las propiedades físicas y la composición química del queso fresco. Además, el contenido graso de la leche puede fluctuar considerablemente, desde un 2,5 % hasta un 5% o incluso más (Paszczyk et al., 2022).

Los lípidos del queso fresco juegan un papel importante en el desarrollo del aroma y sabor de este alimento, además de aportar energía, textura y sensación en boca. Estos compuestos actúan como precursores de los elementos responsables de las propiedades sensoriales, contribuyendo a propiedades que pueden ser tanto deseables como indeseables. Sin embargo, el proceso de oxidación de los lípidos de la grasa láctea produce principalmente compuestos volátiles asociados con olores y sabores indeseables. Esto resulta en cambios sensoriales y pérdida de vitaminas liposolubles y compuestos bioactivos, que afectan la calidad y estabilidad del queso fresco (Shahidi & Hossain, 2022).

En ese contexto, la fracción lipídica del queso fresco es particularmente vulnerable a los procesos de oxidación debido a su compleja composición y la presencia de ácidos grasos insaturados. Estos compuestos contribuyen a la formación de productos de oxidación primaria y secundaria, que a su vez provocan cambios sensoriales como la rancidez que afectan la calidad y estabilidad del producto (Collins et al., 2003).

2.4. OXIDACIÓN LIPÍDICA

La oxidación de lípidos se refiere a la reacción de los ácidos grasos insaturados con el oxígeno, proceso que ocurre de manera gradual y constituye el principal mecanismo de degradación oxidativa de los alimentos (Geng et al., 2023). Este proceso se presenta como una secuencia de tres fases: la etapa inicial, donde se generan radicales libres, en etapa de propagación, en la que el número de sustancias reactivas crece, y la etapa final, en la que las sustancias reactivas se descomponen o reaccionan entre sí para producir compuestos no reactivos (Wang et al., 2023).

La oxidación de lípidos es uno de los factores más importantes que afectan la calidad de los alimentos, ya que este proceso provoca el deterioro del valor nutricional, el sabor, la textura y la apariencia, reduciendo su vida útil y generando pérdidas económicas (Wang et al., 2023).

Los lípidos presentes en los alimentos son susceptibles a oxidarse, lo que implica la formación de compuestos oxidados como hidroperóxidos y sustancias resultantes de la degradación de ácidos grasos (como cetonas, aldehídos y alcoholes) (Wang et al., 2023).

2.4.1. Mecanismo de oxidación

La oxidación de los lípidos puede clasificarse en tres etapas diferentes, que involucran reacciones con radicales: el comienzo, la propagación y la culminación (Clarke et al., 2021).

Iniciación:

El radical lipídico (L^*) se produce cuando la luz, el oxígeno, el calor o los metales actúan sobre el lípido (LH). La fase inicial sucede al obtener hidrógeno de un ácido graso insaturado, lo que genera radicales alquilo. Estos radicales pueden estabilizarse formando dienos o trienos conjugados (Rojano et al., 2008).

Estos radicales son los que comienzan la oxidación de lípidos. En esta etapa, se presenta una fase de latencia que se ocasiona por la formación lenta de radicales libres y la actividad de los antioxidantes naturales (Domínguez et al., 2019; Rojano et al., 2008).

Propagación:

El radical alquilo se combina con el oxígeno en su forma molecular para formar radicales peroxilo. Estos radicales eliminan el hidrógeno de otro lípido para producir hidroperóxidos (LOOH) y nuevos radicales alquilo, un proceso que se repite continuamente. Los hidroperóxidos resultantes pueden degradarse y generar nuevos radicales (hidroxilo, peroxilo y alcoxi) que promueven la oxidación lipídica, actuando como una segunda fase de iniciación (Domínguez et al., 2019; Rojano et al., 2008).

La degradación de los hidroperóxidos puede ocurrir bajo la influencia de metales o como resultado de la interacción de moléculas de hidroperóxido, generando radicales altamente reactivos (Domínguez et al., 2019; Rojano et al., 2008).

Terminación:



La terminación culmina porque ocurren reacciones definitivas en las que los radicales se combinan para formar productos estables, que no son radicales. Estas conexiones inhiben la reacción en cadena y eliminan los radicales libres. La conclusión sucede cuando se producen interacciones entre radicales, o entre estos y antioxidantes, los cuales transfieren hidrógeno y eliminan las especies reactivas (Domínguez et al., 2019).

Como consecuencia, se forman sustancias que son poco reactivas o que tienen estabilidad. Sin embargo, también pueden surgir compuestos secundarios tales como aldehídos, cetonas y alcoholes, los cuales están asociados con la pérdida de calidad sensorial (Domínguez et al., 2019; Rojano et al., 2008).

2.4.2. Cinética de formación y evolución de hidroperóxidos lipídicos (LOOH)

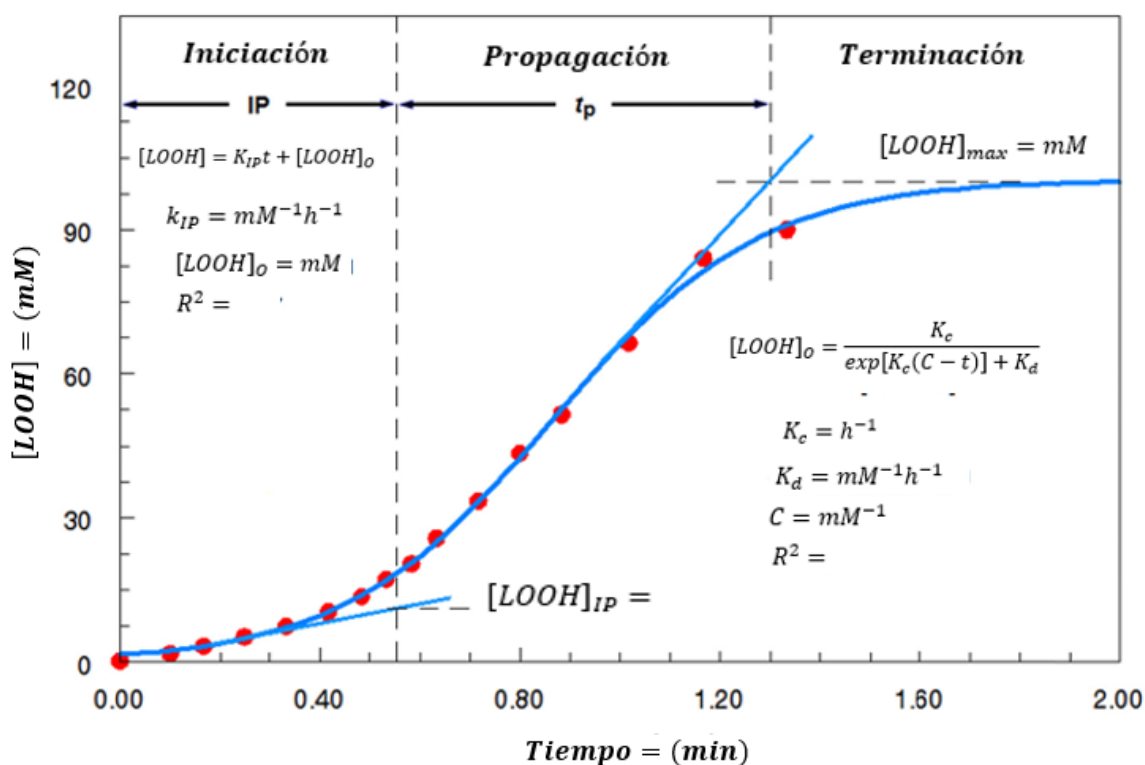
La peroxidación lipídica amenaza la calidad nutricional y la seguridad de los sistemas lipídicos. La formación de hidroperóxidos lipídicos (LOOH), que son los primeros productos de la oxidación, se produce en tres etapas: propagación, iniciación y

terminación. Los LOOH son intermediarios inestables que se descomponen en productos secundarios que afectan las propiedades sensoriales (Farhoosh, 2020).

La fase de propagación es la que establece el modo en que se acumula el LOOH, específicamente a través de la reacción entre los radicales piróxilos y los lípidos, lo cual produce hidroperóxidos y nuevos radicales (Farhoosh, 2020).

Figura 1

Curva cinética de acumulación de hidroperóxidos lipídicos (LOOH) resultantes de la oxidación de lípidos



Nota: Farhoosh (2021).

En la Figura 1 las fases de inicio, propagación y terminación se muestran ajustes de modelos cinéticos sigmoidales (rango de respuesta total) y lineales (fase inicial), IP: tiempo de inducción; t_p: tiempo que dura la fase de propagación; [LOOH]₀: concentración

inicial de hidroperóxidos ($t = 0$); $[\text{LOOH}]_{\text{IP}}$: concentración de hidroperóxidos en el período inductivo; $[\text{LOOH}]_{\text{max}}$: concentración máxima de hidroperóxidos; K_{IP} : constante de velocidad en la fase de iniciación (orden pseudo-cero); K_{C} : constante de acoplamiento para velocidad (pseudo primer orden); K_{d} : constante para la descomposición de hidroperóxidos (pseudo segundo orden); C : Se utiliza constantemente para la integración.

El periodo de tiempo hasta este instante que la concentración de LOOH aumenta de manera lineal con una constante de velocidad de orden pseudo cero (K_{IP}) se denomina periodo de inducción (IP). La oxidabilidad de los sistemas lipídicos en la fase de iniciación se mide utilizando un criterio cuantitativo, que es la relación entre IP y k_{IP} (denominada O_i) (Farhoosh, 2020).

Farhoosh (2020), menciona que después del IP, la acumulación de LOOH se traslada al segundo intervalo de tiempo (t_p), el cual está vinculado con la etapa de propagación, En esta etapa, el ritmo de acumulación de LOOH aumenta bruscamente, llegando a un máximo (R_{max}) y posteriormente descendiendo hasta casi cero, punto en el cual se obtiene la concentración más elevada de hidroperóxidos ($[\text{LOOH}]_{\text{max}}$).

Este comportamiento cinético se describe a través de dos constantes: k_c , que está relacionada con la oxidabilidad durante la fase de propagación; y K_d , que tiene que ver con la descomposición bimolecular de los LOOH. Se ajusta a un modelo sigmoidal. Asimismo, se utiliza la relación entre R_{max} y $[\text{LOOH}]_{\text{max}}$, conocida como R_n , para medir la propagación de la oxidación. La descomposición de los LOOH, por otro lado, sucede principalmente en la etapa de finalización, que no se incluye en el modelo cinético sigmoidal (Farhoosh, 2020).

2.4.3. Factores que influyen en la oxidación lipídica

La oxidación de lípidos es un proceso complicado que abarca diversos mecanismos, los cuales requieren la interacción entre sustratos y catalizadores. El progreso de estas reacciones está determinado por varios factores. Los factores intrínsecos, que están vinculados a la composición del producto lácteo, así como los factores extrínsecos, que tienen que ver con las condiciones de fabricación y conservación, pueden propiciar o restringir la oxidación lipídica (Domínguez et al., 2019).

Se reconoce que la composición de ácidos grasos es uno de los elementos intrínsecos más importantes, pues representa el sustrato esencial para la oxidación lipídica. Además, la velocidad de estas reacciones se ve afectada por la existencia de enzimas y metales, que son compuestos prooxidantes. Asimismo, las vitaminas y los péptidos, que son compuestos antioxidantes, juegan un rol relevante en la detención del proceso de oxidación. Por otro lado, la oxidación de los lípidos depende de las condiciones del almacenamiento. Estos procesos se aceleran considerablemente debido a factores como la temperatura, la exposición a la luz o la presencia de oxígeno (Domínguez et al., 2019).

Composición de ácidos grasos

La susceptibilidad de los lípidos a la oxidación depende principalmente de la composición de ácidos grasos y especialmente del índice de puente de metileno o grado de insaturación. Este último indica el número promedio de sitios reactivos en la molécula de lípido. Los ácidos grasos poliinsaturados tienen más probabilidades de oxidarse más

rápida que los ácidos grasos saturados o monoinsaturados porque tienen una mayor cantidad de dobles enlaces (Wang et al., 2023).

La estabilidad oxidativa del queso fresco se ve directamente afectada por la presencia de ácidos grasos insaturados en la grasa láctea, ya que estos elementos son los principales sustratos para la oxidación de lípidos. Por lo tanto, el nivel de insaturación de grasas es un elemento crítico en la propensión de un producto al deterioro oxidativo (Wang et al., 2023).

Temperatura

La oxidación lipídica depende de la temperatura, porque, al igual que en otras reacciones químicas, cuando estos parámetros aumentan la velocidad de oxidación también lo hace. Cuando la temperatura aumenta, la interacción entre los catalizadores de oxidación y los sustratos lipídicos se vuelve más intensa, lo que propicia que se generen compuestos oxidativos. Además, el aumento de la temperatura acelera la degradación de los hidroperóxidos, lo que produce compuestos secundarios que causan deterioro sensorial (Domínguez et al., 2019).

Almacenamiento

El tiempo de almacenamiento también influye en los procesos de oxidación. Con el transcurso del tiempo, aumenta la posibilidad de que los radicales dañen los lípidos. Asimismo, los prolongados períodos de almacenamiento permiten que las hemoproteínas, que catalizan diferentes reacciones en las fases inicial y de expansión de la oxidación lipídica, liberen hierro (Domínguez et al., 2019).

Oxígeno

Desde el punto de vista de la oxidación de lípidos, considerando que el oxígeno juega un rol fundamental en la fase de propagación debido a su habilidad para interactuar con radicales alquilo y crear radicales peróxidos, y a su vez ser fuente de especies reactivas del oxígeno (Domínguez et al., 2019).

Luz

La luz es un factor importante a tener en cuenta para aumentar la estabilidad oxidativa del queso, ya que facilita la fase inicial a través de la fotooxidación y genera oxígeno reactivo (Domínguez et al., 2019).

2.4.4. Consecuencias de la oxidación lipídica en el queso fresco

La estabilidad oxidativa de la leche y los productos lácteos durante su producción y almacenamiento es muy importante, ya que la oxidación de lípidos tiene un impacto significativo en el deterioro del valor nutricional y las propiedades sensoriales. Este proceso crea compuestos que provocan cambios de sabor, olor y color desagradables, y conduce a la degradación de las vitaminas liposolubles y los ácidos grasos esenciales. La oxidación de lípidos en el queso fresco promueve la rancidez, reduce la aceptabilidad del producto y acorta la vida útil (Rinaldi et al., 2021).

La oxidación de lípidos en la última fase conduce a la formación de varios compuestos secundarios como cetonas, aldehídos, ácidos, hidrocarburos y alcoholes. Uno de esos compuestos es el malondialdehído (MDA), un aldehído altamente reactivo producido por la degradación de lípidos. A menudo se utiliza como marcador de daño

oxidativo en el queso porque su presencia se asocia con una baja calidad del producto (Rinaldi et al., 2021).

2.5. ESTABILIDAD OXIDATIVA

La estabilidad oxidativa se refiere a la capacidad de los lípidos para resistir reacciones de oxidación bajo la influencia de elementos como el oxígeno, la luz, la temperatura y los metales durante el almacenamiento (Athanasiadis et al., 2024). Este parámetro es fundamental para determinar la vida útil de los productos alimenticios, ya que la oxidación de lípidos da como resultados compuestos que afectan negativamente el sabor, olor, textura y valor nutricional del producto (Dike et al., 2026).

La resistencia del sistema lipídico al proceso de oxidación es la base para la evaluación de la estabilidad oxidativa. Para ello, los métodos de detección suelen acelerar la oxidación aumentando la temperatura o la cantidad de oxígeno disponible para predecir cómo se comportará el alimento durante el almacenamiento (García M, 2019).

El proceso oxidativo de los lípidos normalmente empieza lentamente y luego la velocidad de reacción se incrementa rápidamente. El lapso que tarda en suceder esta transformación abrupta se denomina período de inducción (IP), el cual es un indicador fundamental de la estabilidad oxidativa. La curva de oxidación muestra un punto de inflexión que se halla en la intersección tangente entre las fases de aceleración e iniciación, y a partir de este se establece el período (García M, 2019).

2.5.1. Importancia de la estabilidad oxidativa de los productos lácteos

La estabilidad oxidativa de la leche y los productos lácteos es esencial para la nutrición humana, ya que ayuda a preservar sus componentes bioactivos y protegerlos del estrés oxidativo durante la producción y el almacenamiento. La oxidación de los lípidos lácteos contribuye significativamente a la pérdida de propiedades nutricionales y sensoriales, mientras que las moléculas antioxidantes tienen el potencial de proteger los lípidos del estrés oxidativo durante su producción y almacenamiento (Rinaldi et al., 2021).

2.5.2. Métodos de determinación de estabilidad oxidativa

Metodología de uso de pruebas aceleradas (Oxitest)

El reactor de prueba de oxidación rápida (oxitest) permite evaluar la estabilidad oxidativa midiendo los cambios en la presión de oxígeno en una cámara cerrada (mide la cantidad de oxígeno que consume), que determina automáticamente el período de inducción (PI). Este procedimiento minimiza posibles errores operativos y garantiza resultados reproducibles. Además, el sistema oxitest opera bajo condiciones controladas de temperatura y presión de oxígeno, permitiendo la simulación de procesos de oxidación acelerados sin perturbaciones externas como la luz. Estas condiciones controladas lo convierten en una herramienta adecuada para evaluar la estabilidad oxidativa y predecir la vida útil de alimentos ricos en lípidos como el queso fresco (Tsao et al., 2021).

Índice de peróxidos

El valor de peróxido (PV) es un procedimiento que se utiliza a menudo en la industria alimentaria para investigar la oxidación de lípidos porque es barato y fácil de usar. Este procedimiento permite la cuantificación de los hidroperóxidos producidos en

la fase de oxidación inicial, que sirven como señal de oxidación primaria. El método se puede realizar mediante procedimientos titrimétricos definidos en las normas de la AOAC o mediante procedimientos espectrofotométricos basados en mediciones de absorbancia (Clarke et al., 2021).

No obstante, el índice de peróxido tiene serias limitaciones porque solo mide la fase inicial del proceso de oxidación. Los hidroperóxidos son compuestos inestables que tienen la capacidad de descomponerse en productos secundarios, como cetonas, aldehídos y alcoholes. Estos últimos son los causantes del deterioro alimentario. Por esta causa, es posible que el producto experimente alteraciones en su aroma y sabor sin que los valores de PV se eleven de manera significativa. Por ende, es aconsejable emplear el índice de peróxido junto con otros métodos y considerarlo como una señal preliminar de la oxidación de lípidos (Clarke et al., 2021).

Sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS)

El método TBARS es un análisis espectrofotométrico que se usa mucho para valorar la oxidación de lípidos en los alimentos, gracias a su sencillez y economía. Esta técnica consiste en cuantificar el malondialdehído (MDA), un compuesto secundario de la oxidación de lípidos. Este se combina con el ácido tiobarbitúrico, formando un complejo coloreado que es posible medir mediante espectrofotometría (Clarke et al., 2021).

No obstante, el método presenta limitaciones significativas, Primero, es impreciso porque la MDA se emplea como marcador general de aldehídos y no ofrece datos acerca de los compuestos volátiles individuales que surgen durante el proceso de oxidación de

lípidos. Asimismo, la reacción TBARS no es totalmente exclusiva del MDA porque el ácido tiobarbitúrico puede entrar en reacción con otras sustancias, como azúcares y productos de degradación, lo que podría generar interferencias que lleven a una sobreestimación del nivel de oxidación (Clarke et al., 2021).

Además, esta técnica impide la evaluación de otros compuestos secundarios importantes, como aldehídos, alcoholes y cetonas, responsables de defectos sensoriales en los productos lácteos. El uso de disolventes durante el análisis es otra limitación, lo que significa que se debe considerar la seguridad (Clarke et al., 2021).

2.6. TIEMPO DE CONSERVACIÓN DE QUESO FRESCO

La vida útil de los alimentos se define como el período durante el cual el producto conserva las características de calidad adecuadas y es seguro para el consumo humano si se observan las condiciones de almacenamiento recomendadas. Este período está estrechamente relacionado con la naturaleza de los alimentos, su composición y las tecnologías utilizadas para su conservación y almacenamiento (Canchihuaman & K Porras, 2022).

La vida útil de un producto alimenticio depende tanto de las condiciones de almacenamiento como del tiempo especificado en las recomendaciones del fabricante. En general, la durabilidad viene determinada por dos tipos de estudios: pruebas aceleradas y estudios de estabilidad en tiempo real (Díaz & Vargas, 2023).

Por lo general, la vida útil termina cuando los alimentos muestran cambios importantes en sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas o sensoriales, lo que provoca que el consumidor no los quiera o no cumplan con las exigencias legales (Jaramillo M, 2020).

En este contexto, el queso fresco, es un producto extremadamente perecedero. Su vida útil es relativamente corta, normalmente de 7 a 9 días, debido a su alto contenido de agua y nutrientes, lo que favorece el crecimiento microbiano y diversos procesos de deterioro, como la reducción del pH, la lipólisis y la sinéresis (Monasterio et al., 2024).

Durante la elaboración y almacenamiento del queso fresco, uno de los procesos más relevantes es la acidificación. Las bacterias del ácido láctico convierten la lactosa en ácido láctico y lo utilizan como fuente de energía. En consecuencia, el pH disminuye y la acidez titulable aumenta, provocando cambios fisicoquímicos que afectan tanto a la caseína como a su textura, sabor y estabilidad (Fox et al., 2016a).

2.6.1. Factores que afectan el tiempo de conservación

Según Jaramillo M (2020), hay diversos elementos que deben ser identificados y que impactan la duración de un alimento, los cuales se agrupan en:

Factores intrínsecos: Se refieren a las propiedades de los alimentos, como la actividad del agua, el pH, la disponibilidad de oxígeno y las materias primas. Estos parámetros son de gran relevancia para el queso fresco porque su composición y su elevado contenido de humedad lo vuelven muy propenso a deteriorarse.

Factores extrínsecos: Están relacionados con las condiciones externas a las que está expuesto el producto, como procesamiento, manipulación, materiales de embalaje, distribución y almacenamiento.

La estabilidad de los alimentos se ve directamente afectada por la interacción de estos factores, pues su exposición puede generar alteraciones que deterioren su calidad, como la disminución de nutrientes, variaciones en las propiedades sensoriales y la proliferación de microorganismos, lo cual limita su vida útil y el consumo (Jaramillo M, 2020).

2.6.2. Métodos de determinación de vida útil

Estudio directo a tiempo real

El producto permanece bajo condiciones de almacenamiento recomendadas durante estas pruebas de estabilidad en tiempo real (Díaz & Vargas, 2023).

Estudio de vida útil pruebas aceleradas

En las pruebas de estabilidad aceleradas, el producto se almacena en condiciones extremas: temperatura, luz, humedad y pH (Díaz & Vargas, 2023).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de análisis de alimentos y el Centro Experimental de Jugos y Conservas de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

3.2. MATERIA PRIMA

Leche

La leche fue adquirida del Centro de Producción de Bienes y Servicios - Allpachacca de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. La muestra se recibió en un balde de polipropileno de alta densidad, tapado herméticamente para garantizar su integridad, llevado al Centro Experimental de Jugos y Conservas para su elaboración de queso fresco.

Insumos

Los insumos utilizados en la investigación fueron adquiridos de la CINSA E.I.R.L, ubicado en la ciudad de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

- El cloruro de calcio fue adquirido a granel y se conservó en una bolsa de polietileno de baja densidad, manteniéndose en un ambiente seco y fresco.
- El cuajo fue adquirido en presentación tipo sachet de la marca tres muñecas (color verde), el cual fue almacenado en un ambiente fresco y seco.

3.3. MATERIALES

- Espátula de acero inoxidable
- Luna de reloj
- Piseta de agua destilada
- Varilla
- Bureta 10 y 25 ml
- Matraz Erlenmeyer 100 y 250 ml
- Probeta 25, 50 y 100 ml
- Soporte universal
- Fiola 100, 250 y 1000 ml
- Termómetro
- Mortero
- Vaso precipitado 50 y 100 ml
- Placa Petri
- Bombilla
- Tubos de ensayo

- Pipeta 1, 5 y 10 ml
- Butirómetro con tapa
- Pinza
- Baldes de plástico capacidad de 10 y 15 litros
- Ollas
- Tela filtrante
- Moldes de queso de polietileno con tapa (1/2 a 1 kg)
- Cocina industrial
- Lira para queso

3.4. REACTIVOS

- Hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1N, Forma (pellets), pureza (98,3%), Marca (ICN Biomedidical).
- Ácido sulfúrico (H₂SO₄), Forma (liquido), Marca (Spectrum Chemical Mfg Corp), Concentración (95 - 98%)
- Indicador de fenolftaleína
- Cloruro de calcio (CaCl₂)
- Agua destilada producido en el laboratorio
- Ftalato acido de potasio, Forma (pellets)
- Reactivo biuret
- Alcohol isoamílico
- Cuajo microbiano

3.5. EQUIPOS E INSTRUMENTO

- Reactor de oxidación, marca (Velp[®] Scientifica), modelo (OXITEST)

- Analizador de leche, marca (Milkotester), modelo (Master Eco)
- Licuadora, marca (Oster)
- Centrifuga, marca (JANETZKI), modelo (T30)
- Balanza analítica, capacidad (1 kg), marca (OHAUS ANALYTICAL estándar)
- Balanza analítica, capacidad (200g), marca (OHAUS)
- Refrigeradora, marca (FAEDA)
- Estufa, marca (MEMMERT UNIVERSAL)
- Centrifuga de gerber, marca (CIMATEC nova Safety 220V)
- Espectrómetro, marca (SPECTRO UV- VIS AUTO), modelo (UV-2602)
- Agitador magnético, marca (IKA), modelo (IKAGAMAG[®]RCT)
- Medidor portátil de actividad de agua
- Mufla digital

3.6. DISEÑO METODOLÓGICO

3.6.1. Tipo de investigación

De acuerdo con el propósito de la investigación es de tipo experimental aplicada. Asimismo, presenta un nivel predictivo, correlacional y explicativo, ya que permite anticipar el comportamiento de queso fresco mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos, establecer la relación entre variables y explicar la influencia de las condiciones de almacenamiento sobre estabilidad oxidativa y la calidad del producto a lo largo del tiempo.

3.6.2. Población

La población de estudio es la cantidad del queso que se elaboró para la investigación; se elaboraron 10 kg de queso fresco.

3.6.3. Muestra

El tamaño de la muestra fue igual al tamaño de la población, los cuales fueron sometidos a los análisis fisicoquímicos, microbiológico y estabilidad oxidativa. El tipo de muestreo fue completamente al azar y el tipo por conveniencia.

3.6.4. Variables e indicadores

Las variables independientes y dependientes considerados en esta investigación se muestran en la Tabla 5.

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

Este presente estudio se llevó a cabo con el propósito de evaluar la estabilidad oxidativa del queso fresco mediante pruebas aceleradas. Asimismo, se determinó las características fisicoquímicas (pH, acidez, humedad, proteína, ceniza, actividad de agua y grasa), microbiológicos (coliformes, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella sp.*) para verificar su calidad inicial. Finalmente, se realizó el monitoreo de la acidez titulable durante el almacenamiento bajo condiciones de temperatura ambiente (20°C) y refrigeración (6°C) para estimar su tiempo de conservación.

Tabla 5

Variables e indicadores

Variables independientes	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Definición operacional
Queso fresco	El queso fresco es un producto lácteo blando que se consume poco tiempo después de su producción. Se distingue por su alto contenido de humedad, lo que le convierte en un alimento muy perecedero (Holle et al., 2018). Nutricionalmente es una fuente importante de proteínas, lípidos y lactosa; además, contiene vitaminas y minerales como fósforo, calcio y zinc (Lima et al., 2024).	Características fisicoquímicas	- pH - Acidez (%) - Humedad (%) - Grasa (%) - Proteína (%) - Ceniza (%) - a_w	Metodología usada por (Díaz Galindo et al., 2017; Gonzales & Abanto, 2021).
Condiciones de almacenamiento	Las condiciones de almacenamiento del queso fresco comprenden el conjunto de factores ambientales tales como la temperatura, la luz, humedad relativa y la presencia de oxígeno que influyen directamente en la vida útil y la calidad del producto Jaramillo M (2020).	- Presión (cantidad de oxígeno) - Temperatura	- Bar - °C	Metodología usada por (Aksoy et al., 2022).
Variables dependientes	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Definición operacional
Oxidación lipídica	La oxidación lipídica es una de las razones principales del deterioro del queso fresco. Esto refiere que los ácidos grasos insaturados en las grasas se deterioran al estar en contacto con el aire, la luz, temperatura y ciertos metales en un periodo de tiempo relativamente corto (Geng et al., 2023).	Tiempo de oxidación lipídica	h	Metodología usada por (Aksoy et al., 2022).
Conteo microbiológico	Se refiere a la presencia de microorganismos patógenos como <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escheria coli</i> , <i>Salmonella sp.</i> y coliformes (Armenteros et al., 2018).	- <i>Staphylococcus aureus</i> - <i>Escherichia coli</i> - <i>Salmonella sp.</i> - coliformes	UFC/g	Metodología usada por (Muñoz-Tebar et al., 2026).
Tiempo de conservación	Se define como el periodo (tiempo) en el que el queso fresco se mantiene sus características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas dentro de márgenes normativos, siempre bajo condiciones apropiadas de almacenaje (Giménez et al., 2012).	Tiempo	Días	Metodología usada por Vergara-Álvarez et al. (2019).

3.7.1. Caracterización fisicoquímica y microbiológica

Se realizó la caracterización fisicoquímica y microbiológica del queso fresco con la finalidad de determinar su composición fisicoquímica, calidad e inocuidad para posteriores análisis de estabilidad oxidativa y tiempo de conservación.

Tabla 6

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para la evaluación del queso fresco

Parámetros	Unidad	Método
Humedad	%	Estufa
Grasa	%	Gerber
Proteína	%	Biuret- espectrometría
Ceniza	%	Calcinación
pH	-	pH- metro
Acidez	% ácido láctico	Titulación
Coliformes	UFC/g	Recuento
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	Método estándar
<i>Salmonella spp.</i> /25 g	Ausencia	Recuento
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	Recuento

3.7.2. Evaluación de la oxidación lipídica (formación de hidroperóxidos)

El análisis de la oxidación lipídica se llevó a cabo mediante pruebas aceleradas utilizando el equipo Oxitest, en condiciones controladas de temperatura y presión del oxígeno constante. Se emplearon dos niveles de temperatura: 80 y 100°C. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis cinético para caracterizar las etapas de inicio y propagación de la oxidación lipídica en función del consumo de oxígeno (%).

Figura 2

Esquema del diseño experimental para la evaluación de estabilidad oxidativa del queso fresco

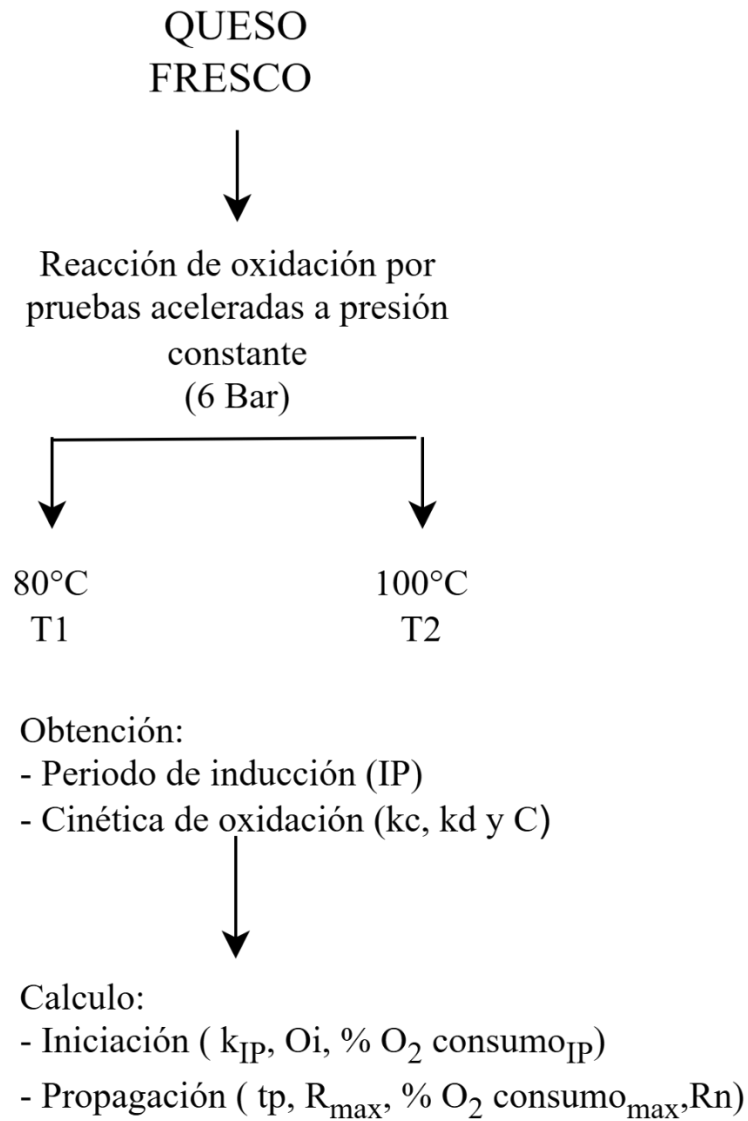


Tabla 7

Parámetros cinéticos para la evaluar la oxidación lipídica del queso fresco a temperatura de 80 y 100°C

Parámetros de oxidación lipídica del queso fresco	Temperatura del alimento	
	80°C	100°C
Iniciación		
IP (min)	-	-
k_{IP} (% de O ₂ consumido min ⁻¹)	-	-
O_i ((% de O ₂ consumido ⁻¹ min ²)	-	-
O ₂ consumido _{IP} (%)	-	-
Propagación		
t_p (min)	-	-
R_{max} (% de O ₂ consumido min ⁻¹)	-	-
O ₂ consumido _{max} (%)	-	-
R_n (min ⁻¹)	-	-
k_c (min ⁻¹)	-	-
k_d (% de O ₂ consumido ⁻¹ / min)	-	-
C	-	-

3.7.3. Determinación del tiempo de conservación del queso fresco

La vida útil del queso fresco se evaluó en función del incremento de la acidez a partir de distintos niveles. Las evaluaciones se llevaron a cabo en condiciones de refrigeración (6°C) y en condiciones de temperatura ambiente (20°C).

Tabla 8

Evaluación de acidez en condiciones de refrigeración y ambiente

Tiempo (días)	Refrigeración	Ambiente
	(6°C)	(20°C)
0	-	-
1	-	-
2	-	-

3	-	-
4	-	-
n	-	-

3.8. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Este procedimiento experimental detallada como se elaboró el queso fresco para determinar la estabilidad oxidativa, propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y la variación de la acidez en el tiempo.

3.8.1. Elaboración de queso fresco

Para la elaboración del queso fresco, se siguieron diversas actividades de operacionales las cuales se describen a continuación:

Leche

La leche utilizada para la elaboración del queso fresco fue adquirida de Centro de Producción de Bienes y Servicios – Allpachacca de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, donde cumplió con los requisitos de calidad establecidos en la NTP:202.195 (2019). Presento características organolépticas adecuadas, encontrándose libre de olores anormales. Asimismo, mostro nivel de acidez apropiado y demás propiedades fisicoquímicas exigidas por la norma.

Figura 3

Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de la leche por el analizador automático (Milkotester)



Filtración

La leche se sometió a una filtración con el fin de separar impurezas o partículas extraños; como pelos, partículas propias del establo entre otros. Para ello se utilizó como filtro una tela filtrante.

Pasteurización

El propósito de esta etapa fue reducir la presencia de microorganismos. Esta operación se llevó a cabo en una olla de acero inoxidable. La pasteurización se llevó a cabo a una temperatura de 65°C por 30 minutos para ello se utilizó un termómetro para el monitoreo.

Figura 4

Proceso de pasteurización de la leche



Enfriamiento

Posteriormente se dejó enfriar la leche mediante baño maría con agua fría hasta una temperatura 35 a 37°C. durante esta etapa se añadió cloruro de calcio (CaCl_2) con una concentración de 0,2 g/L, con el fin de mejorar la coagulación.

Figura 5

Enfriamiento de la leche pasteurizada



Coagulación

Para llevar a cabo la coagulación se agregó cuajo microbiano previamente diluido en cantidades según las especificaciones del fabricante una porción de 2,5 g por cada 100 litros de leche. Seguidamente fue agitado con la finalidad de uniformizar la distribución del cuajo en la leche, a continuación, se dejó en reposo para su coagulación (20 a 30 minutos).

Corte y agitación

Para iniciar la separación de la cuajada del suero, se procedió a cortar la cuajada en fragmentos de tamaños de 1 cm. Posteriormente se realizó una agitación suave, lo que favoreció la liberación del suero retenido.

Figura 6

Corte de la cuajada en fragmentos

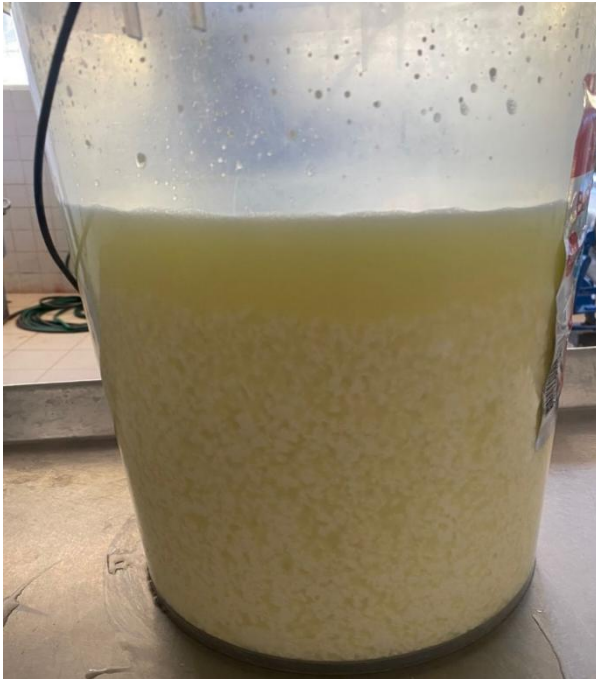


Reposo

Luego del corte y agitación se dejó en reposo la cuajada durante 5 minutos, permitiendo la separación adicional del suero.

Figura 7

Reposo de la cuajada durante 5 minutos



Desuerado

Después del reposo, se procedió retirar parcialmente el suero liberado, obteniendo el desuerado.

Salado

En esta etapa se añadió sal en una proporción de 1,5 kg/100L a la cuajada mezclando de manera uniforme con la finalidad de favorecer la conservación del queso fresco y mejorar su sabor.

Moldeado

La cuajada fue colocada a los moldes perforados permitiendo que escurriera el suero restante y dar forma de la estructura característica del queso fresco. Se realizo un ligero prensado manual o por gravedad durante 1-2 horas.

Figura 8

Proceso de moldeado del queso fresco

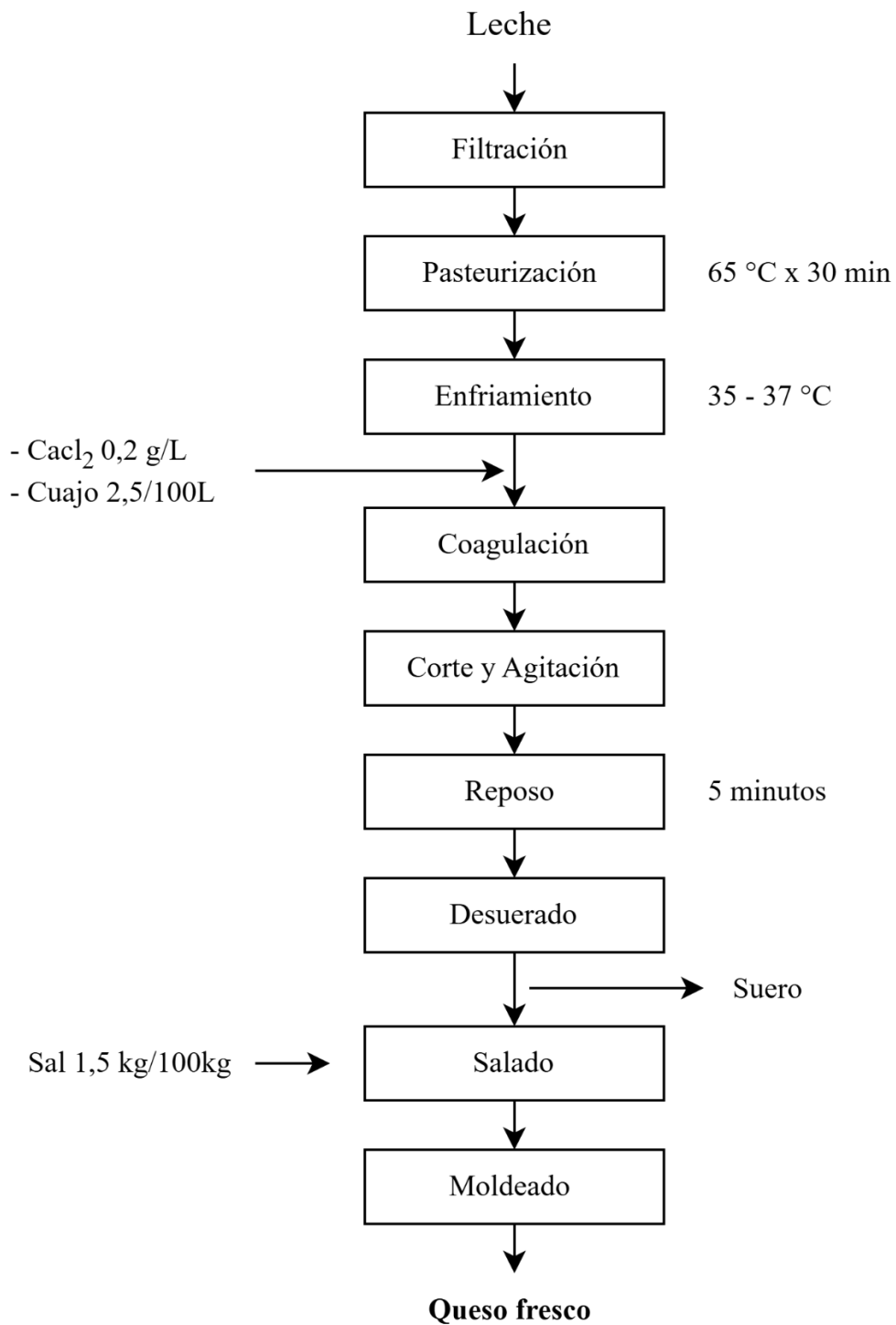


Queso fresco

Finalmente, se obtuvo queso fresco, el cual fue desmoldado y almacenado para su conservación y posterior análisis.

Figura 9

Diagrama de flujo cualitativo en la elaboración del queso fresco



3.9. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

3.9.1. Fisicoquímico

Para el análisis del queso fresco, se consideraron las siguientes características fisicoquímicas:

Determinación de acidez

Para determinar la acidez del queso fresco se siguió la metodología descrita por (Gonzales & Abanto, 2021) mediante la titulación. Para ello se pesó 10 g de muestra, a los cuales se añadieron 90 ml de agua destilada. Luego la mezcla se homogenizó mediante licuado, con el fin de asegurar una adecuada dispersión de muestra. La muestra se llevó a centrifugar a 1200 rpm durante 5 minutos con el propósito de separar la fracción sólida de la fase líquida, posteriormente la fase líquida fue transferida a un matraz, al cual se añadió 2 a 3 gotas de fenolftaleína como indicador y la solución fue titulada con hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N hasta alcanzar un cambio de color incoloro a rosado pálido, indicando el punto final de la titulación.

La acidez se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Acidez (\%) = \frac{V \times N \times 0,09}{M} \times 100 \quad (6)$$

Donde:

V= Volumen de la solución de NaOH gastado.

N= Normalidad de la solución de NaOH 0,1N.

m= Volumen de la muestra en ml.

0,09= Peso equivalente del ácido láctico.

Determinación de pH

La determinación de pH del queso fresco se llevó a cabo con la metodología empleada por (Gonzales & Abanto, 2021). Para lo cual se utilizó un potenciómetro previamente calibrado con soluciones buffer de pH 4 y 7, seguidamente se tomó una parte de queso fresco, la cual fue previamente triturada en un mortero. Durante este proceso de añadió agua destilada para homogenizar, a continuación, la mezcla obtenida fue transferido a un vaso precipitado, donde se introdujo el electrodo directamente y se anotó el valor de pH después de que la lectura se estabilizo.

Determinación de grasa

La determinación del contenido de grasa en el queso fresco se realizó mediante método de Gerber- Van Gulik descrita por (Díaz Galindo et al., 2017). Se procedió a pesar 2 g de muestra previamente triturada, posteriormente en el butirómetro, se añadió 10 ml de ácido sulfúrico, 11 ml agua destilada, y los 2 g de queso fresco molido; finalmente se incorporó 1 ml de alcohol isoamílico.

El butirómetro se colocó dentro de un tubo envuelto en franela como medida de seguridad. A continuación, la mezcla se agito durante 10 minutos y luego se sometió a centrifugadora a 1200 rpm durante 5 minutos permitiendo la separación de la fase grasa. Finalmente, el contenido de grasa se determinó por la lectura directa en el butirómetro expresando en porcentajes (%).

$$\text{Grasa (\%)} = \text{Lectura en el butirometro} \quad (7)$$

Determinación de proteína

La proteína del queso fresco se determinó mediante el reactivo Biuret, empleando medición espectrofotométrica, basado en la formación de un complejo de color violeta entre los enlaces peptídicos de las proteínas y los iones cúpricos (Cu^{2+}) en medio alcalino, siguiendo la metodología descrita por (Fuentes Paredes et al., 2012). Se pesó 1 g de muestra previamente triturada, al cual se agregó 50 ml de hidróxido de sodio 0,1N. La mezcla se agitó durante 30 minutos con el fin de solubilizar las proteínas y posteriormente se procedió a filtrar. Del filtrado obtenido se tomó una alícuota de 1 ml, la cual se transfirió a una fiole de 100 ml y se aforó con agua destilada.

A partir de esta solución diluida se tomó 1 ml y se colocó en tubos de ensayo, a los cuales se les agregó 4 ml del reactivo de Biuret. La mezcla se homogenizó y se incubó por 30 minutos en ausencia de luz. Finalmente, la absorbancia se midió a una longitud de onda 540 nm en un espectrofotómetro.

$$Proteína (\%) = \frac{C \times V \times FD}{1000 \times m} \times 100 \quad (8)$$

Donde:

C = Concentración obtenida de la curva (mg/ml)

V = Volumen final del extracto (ml)

FD = Factor de dilución

m = Masa de muestra (g)

Determinación de ceniza

El contenido de ceniza en queso fresco se determinó mediante el método AOAC 923.03. El queso fresco se trituro, para ello se pesó el crisol vacío y se añadieron 5 g de muestra, registrándose su peso, el cual fue calcinado en una mufla a 500 -550°C hasta obtener un residuo claro. Por último, las cenizas se enfriaron en un desecador, seguidamente se pesó y se expresó el resultado en porcentaje (%).

$$Ceniza (\%) = \left(\frac{\text{peso de ceniza}}{\text{peso inicial}} \right) \times 100 \quad (9)$$

Determinación de humedad

La evaluación de la humedad del queso fresco se determinó de acuerdo al procedimiento descrito (Gonzales & Abanto, 2021). Para ello, el queso fresco se trituró; la placa Petri se pesó y luego se adiciono 5 g de muestra en la misma, donde también se registró su peso. La muestra se llevó a la estufa de aire caliente a una temperatura de 100-105°C durante un lapso de 3 a 4 horas. Después del secado la muestra se dejó enfriar en un desecador, seguidamente peso y cálculo del contenido de humedad expresado en porcentajes (%).

$$Humedad = \left(\frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso final}} \right) \times 100 \quad (10)$$

3.9.2. Microbiológico

El análisis microbiológico del queso fresco se llevó a cabo siguiendo la metodología descrita por (Muñoz-Tebar et al., 2026). Se cuantifico la presencia de

Staphylococcus aureus, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* y coliformes totales, utilizando medios de cultivo específicos bajo condiciones de incubación estandarizadas.

Para la preparación de la muestra se pesó 10 g de queso fresco en condiciones asépticas. Esta fue colocada en un frasco estéril con 90 ml de agua peptonada esterilizada (dilución 1:10). Posteriormente se realizó diluciones decimales sucesivas requeridas para contar los siguientes grupos de microorganismos.

Recuento de coliformes

para el recuento de coliformes, se tomó la dilución 1 ml y se sembró en placas Petri estériles, adicionando el medio de cultivo (Agar Bilis Rojo Violeta). Las placas se incubaron a una temperatura de 35-37°C por un periodo de 24 a 48 horas. Después de que la incubación se llevó a cabo el recuento de colonias características. Los resultados se expresaron de colonias por gramo (UFC/g).

Recuento de *Staphilococcus aureus*

La cuantificación de *Staphilococcus aureus* se inoculó 0,1 ml de las diluciones en placas Petri previamente con agar Baird- Parker. Se utilizó una espátula estéril para esparcir la muestra de manera uniforme sobre el medio.

Posteriormente las placas fueron incubados a una temperatura de 35-37°C durante 24 a 48 horas. Finalizado el periodo de incubación se llevó a cabo el recuento de colonias específicas, expresando los resultados en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g).

Recuento de *Escherichia coli*

Se tomo 1 ml de las diluciones y se sembró por el método de vertido en placa, adicionando agar Marc Conkey. Las placas se incubaron a 37°C durante 24 horas. Posteriormente se procedió al recuento de colonias características (colonias rosadas en Mac Conkey), expresando los resultados en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g).

Recuento de *Salmonell sp.*

La detección de *Salmonella sp.* se realizó mediante un método de aislamiento microbiológico basado en etapas sucesivas de recuperación, selección y confirmación. Se transfirió alícuotas a caldos Rappaport- Vassiliadis (RV) incubando a 42°C por 24 horas y tetracionato (TT) que se incubado a 37°C por 24 horas. Luego se procedió al aislamiento, mediante siembra en agra XLD, incubando a 37°C durante 24 horas. Las colonias sospechosas suelen presentarse centro negro debido a la producción de H₂S. Finalmente se realizó la confirmación bioquímica y serológica, mediante prueba de TSI y aglutinación con antiseros específicas para *Salmonella sp.*, permitiendo la ausencia o presencia.

3.9.3. Oxidación lipídica

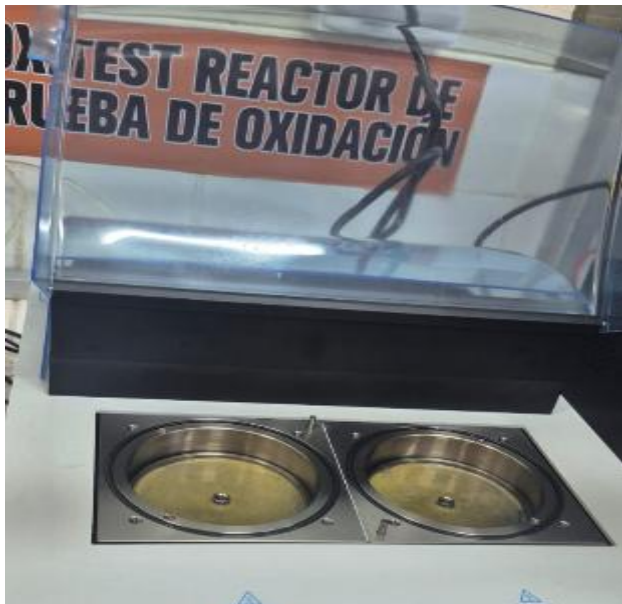
La autooxidación depende de la composición de los ácidos grasos; un mayor ácido grasos insaturados acelera la tasa de oxidación (Vilca et al., 2022).

La estabilidad oxidativa de la grasa del queso fresco se evaluó utilizando el reactor de prueba de oxidación (Velp® Scientifica, Usmate, Italia) siguiendo la metodología usada por (Romeo et al., 2020).

1. Se peso 5,0 g de muestra y se distribuyeron homogéneamente en las dos cámaras de titanio herméticamente selladas del equipo.

Figura 10

Distribución de la muestra en las dos cámaras de titanio del equipo Oxitest



2. Seguidamente el reactor se programó a 90°C y presión de 6 bar.
3. Inicia el proceso de captura de datos

Figura 11

Captura de datos mediante el equipo Oxitest



4. La presión de oxígeno se monitoreo utilizando el software OXISOFT™ (Velp® Scientifica, Usmate, Italia). Este mismo método se utilizó para la temperatura de 100°C.
5. El reactor fue extrayendo los datos de reacción cada intervalo de 1 minuto de tiempo y acumulando en la memoria de una laptop.

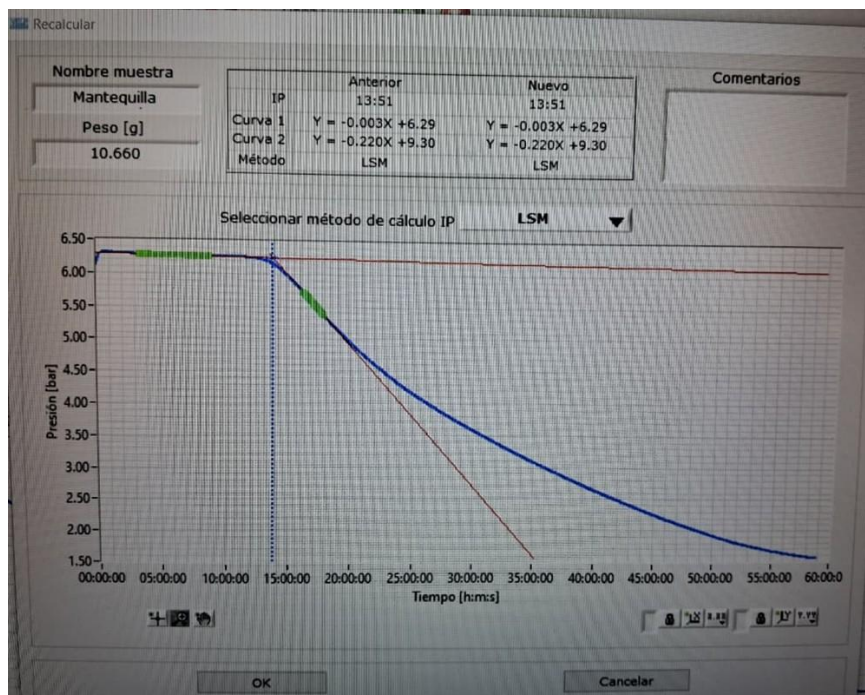
Figura 12

Registro de datos de reacción química cada intervalo de 1 minuto

	B	C	D
1	Tiempo [h:m:s] - Plot 4	Presión [bar] - Plot 4	
2	00:07:00	6.29	
3	00:08:00	6.3	
4	00:09:00	6.3	
5	00:10:00	6.3	
6	00:11:00	6.3	
7	00:12:00	6.3	
8	00:13:00	6.3	
9	00:14:00	6.3	
10	00:15:00	6.3	
11	00:16:00	6.3	
12	00:17:00	6.3	
13	00:18:00	6.3	
14	00:19:00	6.3	
15	00:20:00	6.3	
16	00:21:00	6.3	
17	00:22:00	6.3	
18	00:23:00	6.3	
19	00:24:00	6.3	
20	00:25:00	6.29	
21	00:26:00	6.29	
22	00:27:00	6.29	

Figura 13

Registro de datos de reacción química gráficamente cada intervalo de 1 minuto



6. Los datos experimentales se convirtieron al O_2 (%) consumido de la siguiente manera:

$$O_2(\%)_{consumido} = \left(1 - \frac{OP_t}{OP_0}\right) \quad (11)$$

Donde:

OP_t = Presión de oxígeno en un tiempo t

OP_0 = Presión de oxígeno inicial

7. Seguidamente estos datos fueron procesados usando un software Origin-pro (versión demo) obteniendo los constantes parámetros (k_c , k_d y C).

8. Las ecuaciones fueron adaptadas de Farhoosh (2021) y se calcularon diferentes parámetros cinéticos de la oxidación de lípidos (ecuación (12)-(18)).

$$\text{Consumo } O_2 = k_{IP}(t) + \text{Consumo } O_{2o} \quad (12)$$

$$\text{Consumo } O_2 = \frac{k_c}{\exp[k_c(C - t)] + k_d} \quad (13)$$

$$\text{Consumo } O_2 \text{ maximo} = \frac{k_c}{k_d} \quad (14)$$

$$R_{max} = \frac{k_c^2}{4k_d} \quad (15)$$

$$R_n = \frac{R_{max}}{\text{Consumo } O_{2max}} \quad (16)$$

$$IP = \frac{k_c(2 - k_c C + \ln k_d) - 4(\text{Consumo } O_{2o} k_d)}{4k_{IP}k_d - k_c^2} \quad (17)$$

$$O_i = \frac{IP}{k_{IP}} \quad (18)$$

$$\text{Consumo } O_{2IP} = k_{IP}(IP) + \text{Consumo } O_{2o} \quad (19)$$

$$t_p = \frac{4k_d R_{max} - k_c R_n (2 - k_c C + \ln k_d)}{4k_d R_{max} R_n} - IP \quad (20)$$

3.9.4. Tiempo de conservación del queso fresco a condiciones de almacenamiento

Según la metodología de Vergara-Álvarez et al. (2019), para determinar el tiempo de conservación del queso fresco, se evaluó la variación de la acidez durante su almacenamiento a temperatura ambiente (20°C) y refrigeración (6°C). Las muestras se almacenaron en estas condiciones y se determinó periódicamente la acidez titulable.

En condiciones de temperatura ambiente, las evaluaciones se realizaron cada día, mientras que en condiciones de refrigeración se realizó cada 3 días. La acidez se determinó mediante el método de titulación, registrando los cambios en el tiempo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL QUESO FRESCO

La caracterización fisicoquímica permitió establecer la composición inicial del queso fresco elaborado mediante la determinación del contenido de proteína, grasa, cenizas, humedad y pH. Los análisis se realizaron por duplicado y los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9
Composición fisicoquímica del queso fresco

Componente	Resultados
Proteína %	$19,15 \pm 1,50$
Grasa %	$27,5 \pm 3,54$
Humedad %	$56,2 \pm 0,71$
Ceniza %	$2,63 \pm 0,127$
pH	$6,55 \pm 0,255$
Acidez %	$0,13 \pm 0,006$
Actividad de agua	$0,90 \pm 0,008$

El porcentaje de proteína ($19,15 \pm 1,50\%$), lo que indica una retención apropiada de la caseína en la matriz de la cuajada durante el proceso de coagulación y desuerado.

Este valor está dentro del rango reportado por (Pinto et al., 2021). Un mayor nivel de proteína mejora el valor nutricional y ayuda a una matriz proteica estable, responsables de la textura y consistencia del queso fresco.

Respecto a la grasa ($27,5 \pm 3,54\%$), valor que se encuentra dentro del intervalo reportado por (Van Hekken et al., 2013), señalan que el queso fresco contiene entre 18 y 29% de grasa, lo cual varía según la composición de la leche. La grasa del queso fresco se encarga de las características sensoriales de la textura y el sabor del queso fresco, ya que añade cremosidad, suavidad, sabor y mejor aceptación de los consumidores.

Por otro lado, el porcentaje de humedad ($56,2 \pm 0,71\%$), este valor es característico del queso fresco. De acuerdo con la NTP:202.195 (2019), los quesos frescos deben presentar un contenido de humedad superior al 46%, por lo que el valor obtenido cumple con los requisitos establecidos. Asimismo Pinto et al. (2021), reporta que los quesos frescos presentan un contenido de humedad que oscila entre 46 y 57 %, intervalo en el que se encuentra el valor obtenido. El alto contenido de humedad contribuye a una textura blanda como el rendimiento del producto; sin embargo, la alta actividad del agua podría facilitar el crecimiento microbiano que delimita la vida útil del queso fresco.

En cuanto al contenido de ceniza ($2,63 \pm 0,127\%$), este valor representa la fracción mineral del queso fresco, que está determinada fundamentalmente por el calcio intrínseco de la leche y el cloruro de sodio que se añade en la elaboración. Este resultado concuerda con lo descrito por (Van Hekken et al., 2013), que muestra una correcta mineralización del queso fresco.

El pH obtenido ($6,55 \pm 0,255$) y la acidez de ($0,13 \pm 0,006\%$) de ácido láctico, estos valores indican se encuentra un bajo acidez y pH muy cercano a la neutralidad; esto es típico de los quesos frescos durante los primeros días. Este resultado concuerda con lo reportado por (Van Hekken et al., 2013), quienes indican que el queso fresco tiene un $\text{pH} \geq 6,1$. Un pH próximo a la neutralidad aporta una textura suave y una mayor retención de humedad, características de este tipo de queso y una baja generación de ácidos durante su producción.

La actividad de agua del queso fresco fue de $0,90 \pm 0,008$, valor que evidencia una disponibilidad de agua suficiente dentro del producto. La actividad agua en los quesos frescos se relaciona con elementos específicos de su composición, como el contenido de humedad, la concentración de sales y el pH. Según Guggisberg et al. (2026), estos factores determinan la cantidad de agua disponible en la matriz del queso. Por lo tanto, el valor obtenido demuestra que el producto tiene condiciones que pueden propiciar alteraciones fisicoquímicas y microbiológicas si no se conserva a condiciones adecuadas.

4.2. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL QUESO FRESCO

Los resultados obtenidos del análisis microbiológico del queso fresco presentaron recuentos de coliformes, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* presentados en la Tabla 10.

Tabla 10*Resultado de análisis microbiológico del queso fresco*

Análisis	Resultados	Limites por g/ml	
		m	M
Coliformes (NMP/g)	240	5×10^2	103
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	<10	10	102
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	<3	3	10
<i>Salmonella sp.</i> (presencia o ausencia/ 25g)	Ausencia/25g	Ausencia/25g	-

Se obtuvo un recuento de coliformes de 240 NMP/g en el queso fresco. Este valor está dentro de los límites establecidos en el plan de muestreo (donde el límite mínimo aceptable m es de 5×10^2 NMP/g y el máximo admisible M es de 10^3 NMP/g), se determina que la muestra se encuentra dentro del rango de calidad aceptable establecidos por la NTP:202.195 (2019). Los coliformes actúan como microorganismos indicadores de las condiciones higiénico sanitaria durante el procesamiento y almacenamiento (Bazid et al., 2025). Un valor inferior al límite m sugiere indican que las prácticas de manipulación, así como la higiene de utensilios, se mantuvieron bajo control evitando contaminación significativa en la cadena de producción.

Asimismo, el recuento de *Escherichia coli* presento de menor a 3UFC/g y *Staphylococcus aureus* inferiores a < 10 UFC/g. Estos valores se encontraron dentro de los rangos establecidos por la NTP:202.195 (2019). La *Escherichia coli* se evidencia la ausencia de contaminación fecal directa durante las etapas posteriores al tratamiento de la leche o su manipulación. Asimismo, *Staphylococcus aureus* se encuentra por debajo del valor mínimo (m= UFC/g), lo que indica un adecuado control de la contaminación proveniente de la piel, reduciendo significativamente la posibilidad de presencia de cepas toxigenicas.

Por otro lado, el recuento de *Salmonell sp.* indico la ausencia en 25g que cumple con el criterio de ausencia exigido por la NTP:202.195 (2019). En quesos frescos, lo que confirma que el producto no representa el riesgo de transmisión de salmonelosis y refleja la eficacia del tratamiento térmico. La presencia de *salmonella sp.* es un patógeno que puede encontrarse en productos derivados o en la leche cruda cuando no se llevan a cabo controles térmicos apropiados o si hay contaminación cruzada (Robalo et al., 2022).

4.3. OXIDACIÓN LIPÍDICA EN LA GRASA DEL QUESO FRESCO

La oxidación lipídica del queso fresco se analizó mediante el sistema de Oxistest a temperaturas de 80 y 100°C y presión de oxígeno de 6 bar. Las curvas obtenidas mostraron comportamiento sigmoideo obtenida por el consumo de oxígeno que permitió caracterizar el proceso de oxidación lipídica identificando la fase de iniciación y propagación. A partir de estas curvas se determinó el periodo de inducción (IP) y otros parámetros cinéticos relacionados con la oxidación lipídica. Estos resultados permitieron determinar la estabilidad oxidativa del queso fresco y para estimar el tiempo de conservación.

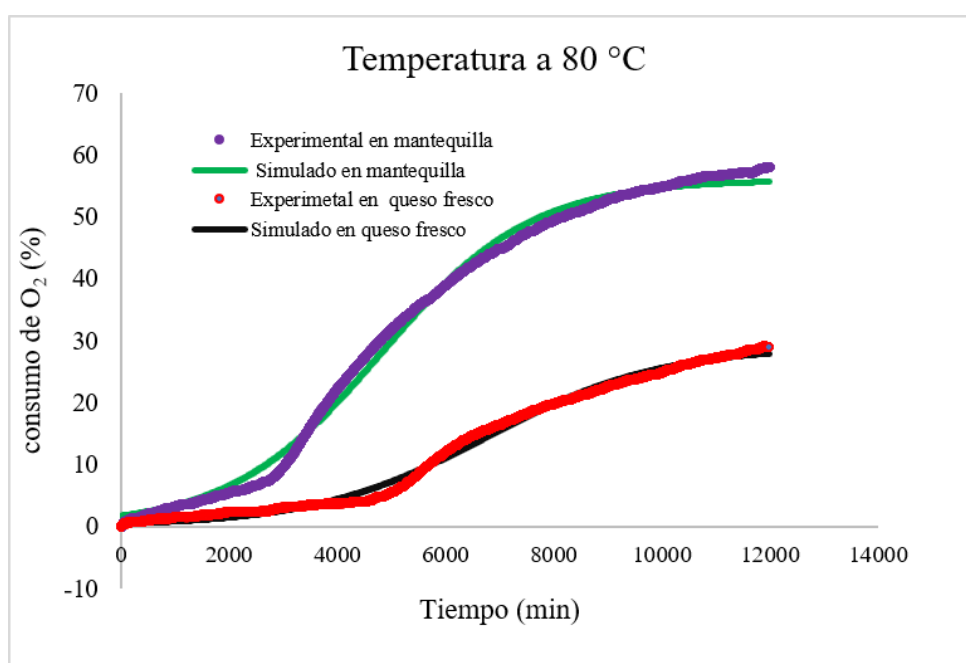
Asimismo, se evaluó el efecto de la matriz alimentaria y de la temperatura sobre la estabilidad oxidativa. Para esto, se compararon las curvas de oxidación y los parámetros cinéticos que se obtuvieron de la mantequilla y el queso fresco. La mantequilla se utilizó como muestra comparativa debido a que contiene una mayor cantidad de grasa láctea, lo que permitió evaluar la influencia de la composición y de la estructura de dos matrices sobre la oxidación lipídica.

4.3.1. Comportamiento oxidativo según la matriz

Con la finalidad de analizar el comportamiento oxidativo del queso fresco y la mantequilla según la matriz alimentaria a una temperatura de 80 y 100°C. se obtuvieron las curvas de consumo de oxígeno mediante el sistema de Oxitest. Las Figuras 14 y 15 presentan las curvas de consumo de oxígeno correspondientes al queso fresco y la mantequilla, las cuales permitieron evaluar el comportamiento oxidativo.

Figura 14

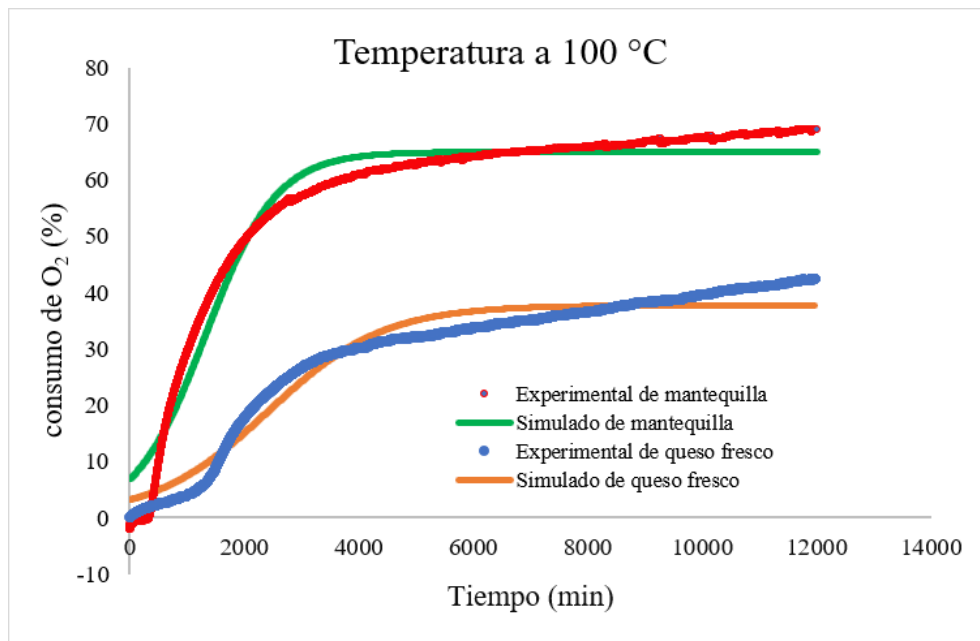
Consumo de oxígeno (%) en función del tiempo con el modelo cinético de oxidación lipídica en el queso fresco y la mantequilla a una temperatura de 80°C



Nota: las líneas representan datos simulados y los puntos representan los datos experimentales.

Figura 15

Consumo de oxígeno (%) en función del tiempo con el modelo cinético de oxidación lipídica en el queso fresco y la mantequilla a una temperatura de 100°C



Nota: las líneas representan datos simulados y los puntos representan los datos experimentales.

El comportamiento oxidativo del queso fresco y la mantequilla se muestra en las Figuras 14 y 15, se observa que el queso fresco mostro un periodo de inducción (IP) más prolongada, tanto en la temperatura de 80°C como a 100°C, lo cual indica que tiene mayor estabilidad oxidativa y es más resistente a la oxidación lipídica. En cambio, la mantequilla mostro un periodo de inducción (IP) más corta, lo que indica mayor susceptibilidad al deterioro oxidativo. Durante la etapa de propagación, las dos muestras mostraron un aumento rápido en el consumo de oxígeno, lo cual es característico del proceso en cadena de oxidación lipídica. Sin embargo, la mantequilla presento una pendiente más inclinada que el queso fresco, lo que refleja una mayor velocidad de propagación de las reacciones oxidativas. De acuerdo con Farhoosh (2020), un mayor periodo de inducción (IP), indica una mayor estabilidad oxidativa, debido a que el sistema necesita más tiempo para acumular hidroperóxidos antes que la oxidación se intensifique. Esta diferencia indica

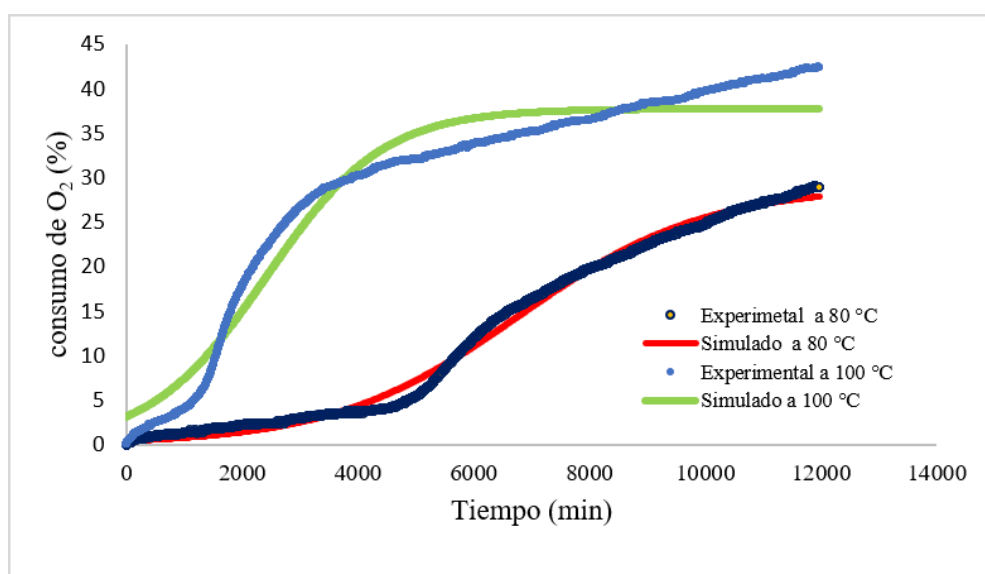
que el comportamiento oxidativo no depende únicamente del contenido de grasa, sino de la estructura de la matriz, ya que grasa del queso fresco permanece integrado en una matriz compleja formado por proteínas, agua, y glóbulos grasos rodeados por su membrana, lo que limita parcialmente el contacto entre los ácidos grasos, la temperatura y el oxígeno. Por el contrario, la mantequilla predomina una fase lipídica continua queda expuesta al oxígeno y a la temperatura manera directa, facilitando al inicio de las reacciones oxidativas (Fox et al., 2016a).

4.3.2. Comportamiento oxidativo según efecto de la temperatura

Con la finalidad de evaluar el efecto de la temperatura sobre el comportamiento oxidativo del queso fresco y la mantequilla, fueron evaluados mediante el sistema de Oxistest a 80 y 100°C. Las Figuras 16 y 17 muestran las curvas cinéticas de consumo de oxígeno del queso fresco y mantequilla.

Figura 16

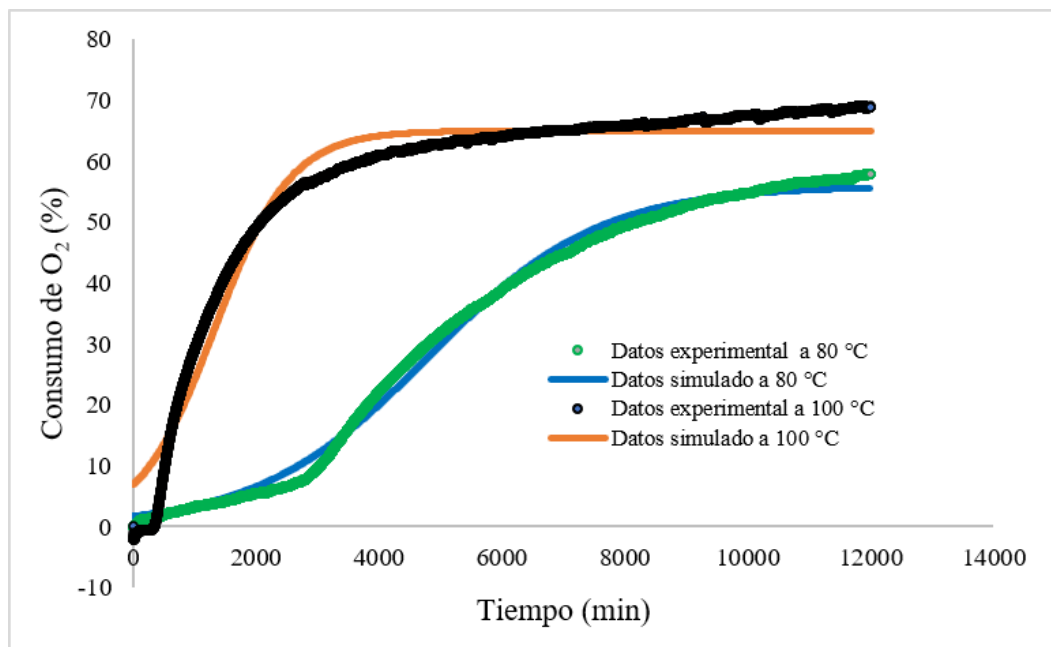
Consumo de oxígeno (%) en función del tiempo con el modelo cinético de oxidación lipídica en el queso fresco a una temperatura de 80 y 100°C



Nota: las líneas representan datos simulados y los puntos representan los datos experimentales.

Figura 17

Consumo de oxígeno (%) en función del tiempo con el modelo cinético de oxidación lipídica en la mantequilla a una temperatura de 80 y 100°C



Nota: las líneas representan datos simulados y los puntos representan los datos experimentales.

En las Figuras 16 y 17 se observa que, al incrementar la temperatura de 80 a 100°C, disminuye el periodo de inducción (IP), esto indica que la aceleración del proceso oxidativo es consecuencia del aumento de la temperatura. Este comportamiento se puede explicarse a temperaturas elevadas promueve la abstracción de los ácidos grasos insaturados que contiene la grasa láctea, lo cual genera radicales lipídicos (L^*). Estos reaccionan con el oxígeno molecular de manera veloz para generar radicales piróxilos (LOO^*), que continúan la reacción en cadena mediante la formación de hidroperóxidos ($LOOH$), acelerando el consumo de oxígeno. Por lo tanto, la grasa láctea, donde los ácidos grasos insaturados son susceptibles a altas temperaturas (Domínguez et al., 2019).

Asimismo, durante la fase de propagación, ambas muestras al incrementar la temperatura de 80 a 100°C, presenta una pendiente más pronunciada de la curva, debido a que el calor acelera la formación rápida y descomposición de los hidroperóxidos lipídicos (LOOH). Los hidroperóxidos son inestables a altas temperaturas y se descomponen en radicales alcóxidos (LO^*) y radicales peróxidos (LOO^*), los cuales reaccionan con nuevos ácidos grasos insaturados, creando más hidroperóxidos y perpetuando la reacción en cadena. Por lo tanto, se acelera la velocidad de consumo de oxígeno y también el deterioro oxidativo de la muestra (Farhoosh, 2020).

4.3.3. Parámetros cinéticos de la oxidación lipídica (formación de hidroperóxidos)

Fase de iniciación de la oxidación de lípidos

Los parámetros correspondientes a la fase de iniciación son el periodo de inducción (IP), la velocidad de iniciación (k_{IP}), el parámetro de oxidabilidad (O_i) y % de consumo O_2 . Estos parámetros permiten determinar la estabilidad oxidativa inicial del queso fresco y la mantequilla frente a la oxidación lipídica, que se muestran en la Tabla 11.

En la mantequilla, se registró el periodo de inducción (IP) de 45,5 h a 80°C, el cual es menor del queso fresco (69,95 h), lo que indica una menor estabilidad oxidativa en la mantequilla. De forma parecida, a 100°C el periodo de inducción disminuye en ambas muestras, registrando en mantequilla (2,7 h) y en queso fresco (10,7 h). Estos resultados indican que la oxidación lipídica se acelera cuando la temperatura aumenta. Este comportamiento se podría explicar que al incrementar la energía térmica facilita la separación del hidrogeno de los ácidos grasos insaturados presentes en la grasa láctea, sobre todo en ácido oleico (C18:1), seguido el ácido linoleico (C18:2) y el ácido α -

linolénico (C18:3). Como consecuencia, la formación de radicales libres e hidroperóxidos lipídicos (LOOH) se incrementa, lo que acelera la etapa inicial y propagación de la oxidación lipídica y reduce el periodo de inducción.

Farhoosh (2021) reporta que el aceite de oliva tuvo un IP a 60°C de 29,5 h, en comparación con los aceites de sésamo (4,4h), girasol (4,0 h) canola (10,0 h), soya (10,3 h) y maíz (9,8h), los cuales presentaron el periodo de inducción más corta bajo esa misma temperatura. Asimismo Vilca et al. (2022), reporta para el aceite de aguacate, el aceite de control tuvo un valor de periodo de inducción de (28,8 h) y los aceites extraídos con CO₂ tuvieron un valor de IP (14,5 h) evaluados a 90°C.

Aunque estos estudios se realizaron con aceites vegetales y a diferentes temperaturas (60 y 90°C), la comparación permite que el periodo de inducción no solo depende de la temperatura y la composición lipídica de cada muestra, sino también del tipo de matriz alimentaria. Los lípidos presentes en el queso fresco no están directamente al oxígeno, sino que se encuentran repartidos dentro de una matriz compleja formada por proteína, humedad y la membrana de glóbulo graso. Esto hace que la peroxidación lipídica inicie tarde y prolonga el periodo de inducción en comparación a la mantequilla (Fox et al., 2016a).

La temperatura (80 a 100°C) provoca un incremento en la velocidad de iniciación (k_{IP}) en ambas muestras. En la mantequilla, este parámetro aumento de $2,5 \times 10^{-3}$ a $3,4 \times 10^{-3}$ % O₂ consumido min⁻¹, mientras en el queso fresco paso del $7,50 \times 10^{-4}$ a $3,5 \times 10^{-3}$ % O₂ consumido min⁻¹. Según Farhoosh (2021) el parámetro k_{IP} representa la velocidad

con la que transcurre la fase de iniciación; por lo tanto, los valores altos significan que las muestras se oxidan rápido y como resultado una menor estabilidad a la oxidación lipídica.

Asimismo, el parámetro O_i lo define Farhoosh (2021) como un índice de oxidabilidad en la fase de inicial, que combina el periodo de inducción y la velocidad de iniciación (IP/k_{IP}). En este sentido los valores altos de O_i señalan una mayor estabilidad oxidativa al comienzo de la oxidación, mientras que los bajos indican que es más susceptible al daño oxidativo. En los resultados obtenidos los valores de O_i confirman que el aumento de temperatura disminuye la estabilidad oxidativa del queso fresco y la mantequilla.

Fase de propagación de la peroxidación lipídica

La fase de propagación es la que lleva con mayor intensidad la oxidación lipídica, debido a la generación constante de radicales piróxilos (LOO^*) e hidroperóxidos ($LOOH$). Los radicales piróxilos, en este momento interactúan con ácidos grasos insaturados nuevos, formando radicales lipídicos adicionales y mantienen la reacción en cadena. Esto provoca un consumo acelerado de oxígeno y una rápida degradación oxidativa (Domínguez et al., 2019; Rojano et al., 2008).

En este estudio, al elevar la temperatura de 80 a 100°C, se redujo el tiempo de propagación (t_p), tanto en la mantequilla (81,3 a 38,8 h) como en el queso fresco (99,4 a 63,6 h). Igualmente, el valor de la mantequilla R_{max} se incrementó de $1,10 \times 10^{-2}$ a $2,8 \times 10^{-2} \%O_2 \text{ min}^{-1}$, en el queso fresco de $4,39 \times 10^{-3}$ a $9,2 \times 10^{-3} \%O_2 \text{ min}^{-1}$. De igual manera, la constante de formación de hidroperóxidos (k_c) y el parámetro de propagación (R_n) indicaron una mayor velocidad de propagación. Este comportamiento se explica por qué al

aumentar la temperatura los hidroperóxidos se descomponen y dan lugar a radicales piróxilos (LOO^*) y alcoxi (L^*), las cuales son muy reactivos y siguen atacando los enlaces dobles de los ácidos grasos insaturados. Como resultado, aumenta la velocidad de formación de nuevos hidroperóxidos y acelera la reacción en cadena; este fenómeno se observa en los valores de R_{max} , R_n y k_c .

Vilca et al. (2022) al estudiar la oxidación lipídica de los aceites de aguacate, observaron que al incrementar la temperatura los valores de R_{max} , R_n y k_c , aumentan la propagación de la oxidación lipídica. Aunque este análisis se realizó en aceites vegetales, la tendencia fue parecida en la mantequilla y queso fresco.

Tabla 11

Parámetros cinéticos de la oxidación lipídica (formación de hidroperóxidos) en el queso fresco y la mantequilla a partir de las funciones lineales y sigmoidales ajustadas a las curvas de consumo de oxígeno (%) registrados mediante el sistema Oxitest

Parámetros de oxidación	Mantequilla a 80°C	Mantequilla a 100°C	Queso fresco a 80°C	Queso fresco a 100°C
Fase de iniciación				
IP (min)	2736 ± 98	159 ± 77	4197 ± 186	643 ± 29
k _{IP} (% de O ₂ consumido min ⁻¹)	2,5 × 10 ⁻³ ± 1,4 × 10 ⁻⁴	3,4 × 10 ⁻³ ± 7,78 × 10 ⁻⁴	7,50 × 10 ⁻⁴ ± 7,1 × 10 ⁻⁵	3,5 × 10 ⁻³ ± 1,4 × 10 ⁻⁴
O _i (% de O ₂ consumido ⁻¹ min ²)	1,09 × 10 ⁻⁶ ± 2,3 × 10 ⁻⁴	4,97 × 10 ⁻⁴ ± 3,34 × 10 ⁻⁴	5,61 × 10 ⁻⁶ ± 2,8 × 10 ⁻⁵	1,8 × 10 ⁻⁵ ± 9,5 × 10 ⁻²
O ₂ consumido IP (%)	6,526 ± 0,63	1,625 ± 0,14	4,274 ± 0,436	3,37 ± 0,193
Fase de propagación				
t _p (min)	4879,1 ± 64	2327,9 ± 178	5963,3 ± 401	3814,8 ± 4,79
R _{max} (% de O ₂ consumido min ⁻¹)	1,10 × 10 ⁻² ± 1,3 × 10 ⁻³	2,82 × 10 ⁻² ± 2,7 × 10 ⁻³	4,39 × 10 ⁻³ ± 1,5 × 10 ⁻⁴	9,2 × 10 ⁻³ ± 2,25 × 10 ⁻⁴
O ₂ consumido max (%)	60,27 ± 6,15	65,91 × 10 ⁻¹ ± 1,32	29,29 ± 0,41	37,30 ± 0,62
R _n (min ⁻¹)	1,82 × 10 ⁻⁴ ± 2,6 × 10 ⁻⁶	4,28 × 10 ⁻⁴ ± 3, 2 × 10 ⁻⁵	1,5 × 10 ⁻⁴ ± 7,3 × 10 ⁻⁶	2,00 × 10 ⁻⁴ ± 1,9 × 10 ⁻⁶
k _c (min ⁻¹)	7,27 × 10 ⁻⁴ ± 1,0 × 10 ⁻⁵	1,71 × 10 ⁻³ ± 1,3 × 10 ⁻⁴	5,9 × 10 ⁻⁴ ± 3,0 × 10 ⁻⁵	1,00 × 10 ⁻⁴ ± 7,7 × 10 ⁻⁶
K _d (% de O ₂ consumido ⁻¹ /min)	1,20 × 10 ⁻⁵ ± 1,1 × 10 ⁻⁶	2,60 × 10 ⁻⁵ ± 1,4 × 10 ⁻⁶	2,05 × 10 ⁻⁵ ± 1,3 × 10 ⁻⁶	3,00 × 10 ⁻⁵ ± 2,3 × 10 ⁻⁷
C	-10719,79 ± 175,6	-4881,07 ± 478,8	-11216,59 ± 933,9	-8272,78 ± 56,86
Reduced Chi-Sqr	2,050 ± 0,156	10,3166 ± 0,560	0,696 ± 0,092	5,920 ± 0,353
R-Square (COD)	0,9958 ± 0,0006	0,9632 ± 0,0002	0,9928 ± 0,0011	0,9573 ± 0,0011
Adj. R-Square	0,9958 ± 0,0006	0,9631 ± 0,0002	0,9928 ± 0,0011	0,9588 ± 0,0010

4.3.4. Carotenoides y actividad antioxidante de la mantequilla

En la Tabla 12 se muestran los resultados obtenidos del contenido de carotenoides y compuestos antioxidantes de la mantequilla.

Tabla 12

Contenido de carotenoides y actividad antioxidante de la mantequilla

Análisis	Determinación	Resultado
Carotenoides	($\mu\text{g } \beta$ –caroteno/g)	$1,00 \pm 1,01$
	DPPH ($\mu\text{mol ET/g}$)	$12,16 \pm 0,76$
Antioxidantes	ABTS ($\mu\text{mol ET/g}$)	$12,19 \pm 2,04$
	FRAP ($\mu\text{mol ET/g}$)	$155,04 \pm 1,78$

La mantequilla presento un contenido de carotenoides de $1,00 \pm 1,01 \mu\text{g } \beta$ –caroteno/g. El β –caroteno es uno de los carotenoides más importantes en los productos lácteos que ayuda tener una tonalidad amarillenta. También se ha indicado que los carotenoides tienen la capacidad de intervenir en la defensa contra procesos oxidativos (Stephenson et al., 2021).

Asimismo, presento actividad antioxidante de $12,16 \pm 0,76 \mu\text{mol ET/g}$ por medio del ensayo DPPH, $12,19 \pm 2,04 \mu\text{mol ET/g}$ a través del ABTS y $155,04 \pm 1,78 \mu\text{mol ET/g}$ mediante FRAP. Los resultados obtenidos mediante DPPH Y ABTS fueron similares, mientras en ensayo FRAP mostro valor más alto de capacidad de antioxidante. Khan et al. (2019) indican que la capacidad antioxidante de la leche y los productos lácteos esta vinculado a una variedad de compuestos bioactivos, tales como péptidos, aminoácidos, vitaminas y carotenoides, los cuales participan en la inhibición de los procesos oxidativos.

4.4. TIEMPO DE CONSERVACIÓN DEL QUESO FRESCO EN CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Con el objetivo de evaluar el tiempo de conservación del queso fresco a través de los cambios en la acidez titulable, se realizó el seguimiento durante el almacenamiento a temperatura ambiente y refrigeración, los resultados obtenidos se muestran la evolución de la acidez en función del tiempo para cada condición de almacenamiento.

4.4.1. Almacenamiento a temperatura ambiental (20 °C promedio)

En la Tabla 13 y la Figura 18 muestran la evolución de la acidez titulable del queso fresco almacenado a temperatura ambiente durante 7 días, con el fin de evaluar el comportamiento de este parámetro y su relación con el tiempo de conservación bajo esta condición.

Tabla 13

Variación de la acidez titulable (%) del queso fresco durante el almacenamiento a temperatura ambiente (20°C)

Tiempo (días)	% acidez
0	0,13 ± 0,006
1	0,17 ± 0,013
2	0,22 ± 0,051
3	0,31 ± 0,006
4	0,37 ± 0,013
5	0,52 ± 0,019
6	0,58 ± 0,019
7	0,66 ± 0,025

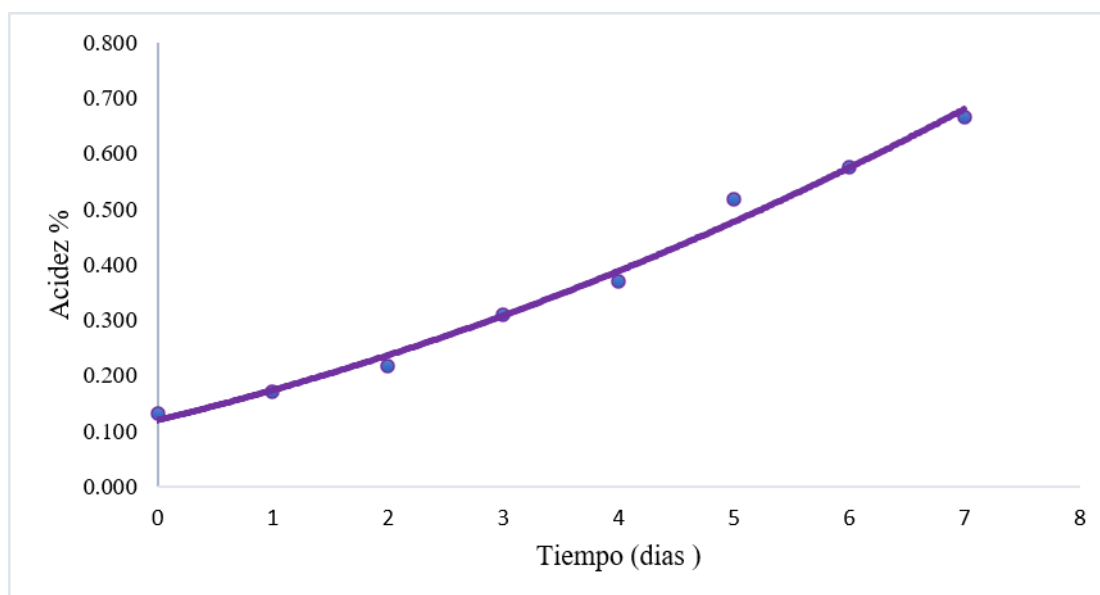
Los resultados obtenidos muestran incremento progresivo y acelerado de la acidez titulable en el queso fresco almacenado a temperatura ambiente, desde 0,13 ± 0,006 % al inicio hasta 0,66 ± 0,025 % al séptimo día. El incremento es moderado en los primeros

días, pero desde tercer día se nota una mayor aceleración, este comportamiento demuestra un proceso continuo de acidificación vinculado con la degradación del producto.

Los valores hasta día 6 ($0,58 \pm 0,019\%$) están por debajo del límite máximo de ácido láctico que es $0,65\%$ para queso fresco, establecido por INDECOPI, como menciona Mera (2003), sin embargo, el día 7 la acidez fue de $0,66 \pm 0,025\%$ valor que sobrepasa el límite mencionado. Estos resultados demuestran que el tiempo de conservación influye significativamente en el incremento de la acidez del queso fresco cuando el producto se mantiene a temperatura ambiente. Según Fox et al. (2016a), la actividad de las bacterias ácido láctico, que fermenta la lactosa y producen ácidos lácticos, es la responsable del incremento en la acidez, esto provoca modificaciones fisicoquímicas como la reducción de pH e incremento acidez titulable. El incremento progresivo de la acidez titulable observado puede explicarse por la influencia de factores intrínsecos y extrínsecos que afectan la conservación de queso fresco (Jaramillo M, 2020).

Figura 18

Curva de variación de la acidez titulable del queso fresco almacenado a temperatura ambiente (20°C)



La Figura 18 muestra cómo se comporta la acidez titulable durante el almacenamiento a temperatura ambiente. Se observa una tendencia ascendente, lo que demuestra que a medida que pasa el tiempo de almacenamiento la acidez se incrementó siendo notorio más desde el cuarto día.

4.4.2. Almacenamiento a temperatura de refrigeración (6 °C promedio)

La evolución de la acidez titulable del queso fresco durante el almacenamiento en refrigeración se presenta en la Tabla 14 y la Figura 19. Las mediciones se realizaron cada tres días durante 36 días, con la finalidad de monitorear los cambios de este parámetro durante su conservación.

Tabla 14

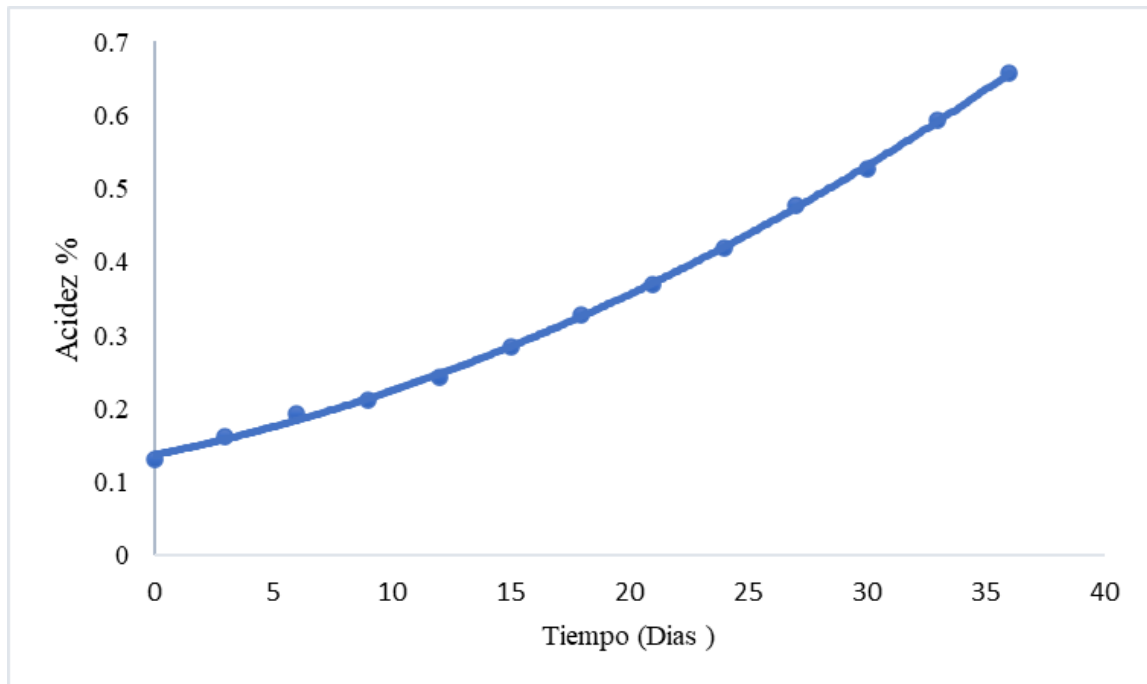
Variación de la acidez titulable (%) del queso fresco durante el almacenamiento a temperatura de refrigeración (6°C)

Tiempo (días)	% acidez
0	0,13 ± 0,0064
3	0,16 ± 0,0127
6	0,19 ± 0,0064
9	0,21 ± 0,0191
12	0,24 ± 0,0127
15	0,28 ± 0,0191
18	0,33 ± 0,0064
21	0,37 ± 0,0127
24	0,42 ± 0,0191
27	0,48 ± 0,0127
30	0,53 ± 0,0064
33	0,59 ± 0,0127
36	0,66 ± 0,0255

Los resultados obtenidos en la Tabla 14 indican que, durante los 36 días de conservación a 6°C, acidez titulable del queso fresco se eleva de manera gradual, pasando del $0,13 \pm 0,0064\%$ en el primer día al $0,66 \pm 0,0255\%$ en el día 36, demostrando que la acidificación persistió a lo largo de la conservación. Los valores obtenidos hasta El día 33 ($0,59 \pm 0,0127\%$) están por debajo del límite máximo de ácido láctico que es 0,65% para queso fresco, fijado por INDECOPI, como menciona Mera (2003), en cambio al día 36 la acidez fue de $0,66 \pm 0,0255\%$, este valor supera al límite permisible. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Fox et al. (2016a), quienes señalan que las bacterias ácidas lácticas siguen metabolizando la lactosa residual generando ácido láctico, lo cual produce una reducción de pH y un aumento de la acidez titulable. De igual manera H. Tunick et al. (2012) observaron que el queso fresco almacenado a 4 y 10°C, sufre cambios fisicoquímicos durante su almacenamiento. En este estudio, la refrigeración disminuye la velocidad de estos cambios; sin embargo, debido a los factores intrínsecos como la humedad, actividad de agua del queso fresco, la acidificación continua gradualmente, extendiendo el tiempo de almacenamiento sin detener completamente el proceso de deterioro (Jaramillo M, 2020).

Figura 19

Curva de variación de la acidez titulable del queso fresco almacenado a temperatura de refrigeración (6°C)



En la Figura 19 muestra el comportamiento de la acidez titulable del queso fresco durante el almacenamiento en refrigeración. Se observa una tendencia creciente durante los 36 días de evaluación, lo que indica que la acidez aumento gradualmente con el tiempo, sin embargo, el aumento fue más lento que a temperatura ambiente, lo que evidencia como la refrigeración retarda los cambios ocurridos durante el almacenamiento.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó la calidad microbiológica y fisicoquímica de queso fresco, los resultados mostraron propiedades fisicoquímicas con porcentaje de proteína de $19,15 \pm 1,50\%$, grasa de $27,5 \pm 3,54 \%$, humedad de $56,2 \pm 0,71\%$, ceniza de $2,63 \pm 0,127\%$, pH de $6,55 \pm 0,255$, actividad de agua fue $0,90 \pm 0,008$ y acidez titulable es $0,131 \pm 0,006 \%$ de ácido láctico. Estos valores se encuentran dentro de los parámetros establecidos. Respecto a la calidad microbiológica, se registró un conteo de coliformes de 250 NMP/g, una cifra inferior al límite máximo permitido ($M = 103$ 250 NMP/g), lo cual demuestra buenas prácticas higiénicas durante la elaboración del producto. Además, el proceso se consideró inocuo porque las bacterias *salmonella* sp. (sin presencia en 25g), *Escherichia coli* (< 3 UFC/g) y *staphylococcus aureus* (< 10 UFC/g) cumplieron con los criterios microbiológicos establecidos.
- Los resultados mostraron que el comportamiento oxidativo del queso fresco y la mantequilla depende de la matriz y la temperatura, observándose una oxidación más rápida a temperaturas más altas. Los parámetros cinéticos de la oxidación lipídica del queso fresco y mantequilla, determinados mediante el sistema Oxitest, presentaron curvas sigmoideas. El queso fresco en comparación con mantequilla tuvo mayor estabilidad oxidativa, presentado IP de 69,95 h a 80°C y 10,7 h a 100°C ; mientras en mantequilla el IP es de 45,5 h y 2,7 h. Además, se observó que la etapa de iniciación se aceleró cuando la temperatura aumentó de 80 a 100°C , lo que se evidenció el incremento de velocidad de iniciación (k_{IP}) y disminución de tiempo de inducción. La etapa de propagación (t_p) se refleja en la reducción del tiempo 99,4 a 63,6 h en queso fresco y 81,3 a 38,8 h en la mantequilla. Asimismo, la mantequilla mostró

carotenoides y capacidad antioxidante, lo que señala que tiene compuestos que ayudan retardar frente a la oxidación de los lípidos. '

- Se determino que el tiempo de conservación del queso fresco, evaluado a través de los cambios químicos en la acidez titulable, está influenciado por las condiciones de almacenamiento, observando diferencias entre la temperatura de refrigeración (6 °C) y la temperatura ambiente (20°C). A una temperatura ambiente se demuestra que la acidificación tiene de manera rápida y significativa, lo que acelera el deterioro del producto y reduce su vida útil a menos días. En cambio, la acidez titulable a temperatura de refrigeración (6°C) aumenta de forma más lenta y gradual, lo cual permite prolongar el tiempo de conservación hasta 33 días. Bajo estas condiciones, la refrigeración se presenta como un elemento indispensable para frenar las transformaciones químicas del queso fresco, si bien no logra evitar por completo su acidificación y la degradación de sus características fisicoquímicas.

VI. RECOMENDACIONES

- Para lograr una evaluación más completa de la oxidación lipídica, se propone complementar con el ensayo TBARS, con el fin determinar los productos primarios y secundarios de la oxidación lipídica.
- Realizar estudios de la grasa láctea de diferentes especies productoras de leche como caprinos y ovinos, utilizando el sistema Oxitest, con la finalidad de comparar su estabilidad oxidativa frente a la oxidación.
- Hacer estudios para la mantequilla con inclusión de extractos naturales con propiedades antioxidantes, con el objetivo de determinar su estabilidad oxidativa y tiempo de conservación.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aguilar, V., Ramírez, J., & Baraja, J. (2022). Assessing the yield, physicochemical, sensory characteristics, and acceptance of queso fresco added with whey cheese. *International Journal of Food Science and Technology*, 57(9), 6038–6045. <https://doi.org/10.1111/IJFS.15956>
- Aksoy, F. S., Tekin-Cakmak, Z. H., Karasu, S., & Aksoy, A. S. (2022). Oxidative stability of the salad dressing enriched by microencapsulated phenolic extracts from cold-pressed grape and pomegranate seed oil by-products evaluated using OXITEST. *Food Science and Technology*, 42, e57220. <https://doi.org/10.1590/FST.57220>
- Andreo, A. I., Doval, M. M., Romero, A. M., & Judis, M. A. (2003). Influence of heating time and oxygen availability on lipid oxidation in meat emulsions. *Wiley Online Library* AI Andreo, MM Doval, AM Romero, MA Judis *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2003•Wiley Online Library, 105(5), 207–213. <https://doi.org/10.1002/EJLT.200390042>
- Armenteros, M., Quintana, D., Rivera, M., & Lamazares, J. Á. (2018). Comunicación Corta Evaluation of the hygienic-sanitary quality in cheeses marketed in a province of Cuba. *Rev. Salud Anim*, 40(1), 2224–4700.
- Athanasiadis, V., Chatzimitakos, T., Kalompatsios, D., Bozinou, E., & Lalas, S. I. (2024). Exploration of High-Nutritional-Quality Vegetable Oil Blend with Enhanced Oxidative Stability as a Frying Medium Substitute for Palm Oil. *Lipidology* 2024, Vol. 1, Pages 75-91, 1(1), 75–91. <https://doi.org/10.3390/LIPIDOLOGY1010006>
- Bazid, S. R. A., Soliman, N. S. M., Awad, A. A., & Fahim, K. M. (2025). Integrated evaluation of lipid deterioration and microbial prevalence in plant oil-based cheese analogues and processed cheeses: Implications for public health and food policy.

- Journal of Food Composition and Analysis*, 148, 108221.
<https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2025.108221>
- Benassila, S., Boussif, K., El Hizazi, S., Mamouni, R., & Achemchem, F. (2025). Effects of oregano and rosemary essential oils on the physicochemical, microbiological and organoleptic characteristics of fresh cheese. *Food and Humanity*, 4, 100609.
<https://doi.org/10.1016/J.FOOHUM.2025.100609>
- Calampa, L., Armstrong Fernández-Jerí, ;, & Bernal, ; Wilmer. (2019). Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de queso fresco en las cuencas lecheras de la Región Amazonas, Perú. *Agroindustrial Science*, 8(2), 117–121.
<https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2018.02.06>
- Canchihuaman, & K Porras, L. (2022). *Influencia de la adición de componentes proteicos y lactobacillus casei sobre las características y vida útil del queso fresco funcional*.
www.sibirska.sk
- Castellanos, N. A. M., Gómez, L. M. P., Parra, A. K. C., Neiza, N. C. G., Rodríguez, M. C. O., & Neira, Y. S. (2018). Microorganismos comúnmente reportados como causantes de enfermedades transmitidas por el queso fresco en las Américas, 2007-2016. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 56.
<https://revepidemiologia.sld.cu/index.php/hie/article/view/171/260>
- Cedeño, M. (2015). *Calidad del queso fresco en diferentes lugares de procedencias y lugares de comercialización en Quevedo*.
- Clarke, H. J., McCarthy, W. P., O'sullivan, M. G., Kerry, J. P., & Kilcawley, K. N. (2021). Oxidative Quality of Dairy Powders: Influencing Factors and Analysis. *Foods* 2021, Vol. 10, Page 2315, 10(10), 2315. <https://doi.org/10.3390/FOODS10102315>

- Collins, Y. F., McSweeney, P. L. H., & Wilkinson, M. G. (2003). Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *International Dairy Journal*, 13(11), 841–866. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00109-2](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00109-2)
- Díaz, G., & Vargas, L. (2023). *Evaluación del efecto de la adición de un microencapsulado de extracto de tzintzo (Tagetes minuta) en el retardo de la oxidación lipídica de un queso crema durante su almacenamiento acelerado*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10582>
- Díaz Galindo, E. P., Valladares Carranza, B., Gutiérrez Castillo, A. D. C., Arriaga Jordan, C. M., Quintero-Salazar, B., Cervantes Acosta, P., Velázquez Ordoñez, V., Díaz Galindo, E. P., Valladares Carranza, B., Gutiérrez Castillo, A. D. C., Arriaga Jordan, C. M., Quintero-Salazar, B., Cervantes Acosta, P., & Velázquez Ordoñez, V. (2017). Caracterización de queso fresco comercializado en mercados fijos y populares de Toluca, Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(2), 139–146. <https://doi.org/10.22319/RMCP.V8I2.4419>
- Dike, E. D., Ayres, L. B., Barroso, J., Furgala, J., Whitehead, D. C., & Garcia, C. D. (2026). Machine learning-based inference of oxidative stability of vegetable oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 153, 109135. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2026.109135>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2019). A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *Antioxidants* 2019, Vol. 8, Page 429, 8(10), 429. <https://doi.org/10.3390/ANTIOX8100429>
- Everett, D. W. (2025). Dairy Foods: A Matrix for Human Health and Precision Nutrition—The impact of the dairy food matrix on digestion and absorption. *Journal of Dairy Science*, 108(4), 3070–3087. <https://doi.org/10.3168/JDS.2024-25682>

- Falih, M. A., Altemimi, A. B., Hamed Alkaisy, Q., Awlqadr, F. H., Abdelmaksoud, T. G., Amjadi, S., & Hesarinejad, M. A. (2024). Enhancing safety and quality in the global cheese industry: A review of innovative preservation techniques. *Heliyon*, 10(23), e40459. <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2024.E40459>
- Farhoosh, R. (2020). A reconsidered approach providing kinetic parameters and rate constants to analyze the oxidative stability of bulk lipid systems. *Food Chemistry*, 327, 127088. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2020.127088>
- Farhoosh, R. (2021). Critical kinetic parameters and rate constants representing lipid peroxidation as affected by temperature. *Food Chemistry*, 340, 128137. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2020.128137>
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2016). Fundamentals of cheese science, second edition. *Fundamentals of Cheese Science, Second Edition*, 1–799. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9/SAVE-RESEARCH>
- Fu, B., & Labuza, T. P. (1993). Shelf-life prediction: theory and application. *Food Control*, 4(3), 125–133. [https://doi.org/10.1016/0956-7135\(93\)90298-3](https://doi.org/10.1016/0956-7135(93)90298-3)
- Fuentes Paredes, F. de M. D., Quispe Díaz, I. M., & García Baltazar, J. (2012). *Estandarización del método de Biuret para cuantificar proteínas totales en suero antibotrópico polivalente producido en el Centro Nacional de Productos Biológicos del INS*. Instituto Nacional de Salud. <https://hdl.handle.net/20.500.14196/384>
- García M. (2019). *Oxidación lipídica en productos lácteos: influencia de la adición de ácidos grasos funcionales*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=218024&info=resumen&idioma=SP>
- A

- Geng, L., Liu, K., & Zhang, H. (2023). Lipid oxidation in foods and its implications on proteins. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1192199. <https://doi.org/10.3389/FNUT.2023.1192199>
- Giang, H., Nghia, N. C., Son, C. K., Ha, H. P., Minh, B. Q., Huong, L. Q., Phuc, L. T., Tuan, H. Q., Son, V. H., & Trang, V. T. (2025). Property Changes in Production of Hybrid Fresh Cheese Rich in Polyunsaturated Fatty Acids from Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) Oil. *Processes* 2025, Vol. 13, Page 1978, 13(7), 1978. <https://doi.org/10.3390/PR13071978>
- Giménez, A., Ares, F., & Ares, G. (2012). Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches. *Food Research International*, 49(1), 311–325. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2012.07.008>
- Gonzales, J., & Abanto, M. (2021). Calidad de los derivados lácteos producidos en la Región Amazonas, Perú. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 5(1), 50–57. <https://doi.org/10.25127/APS.20211.759>
- Guggisberg, D., Portmann, R., Egger, L., & Schmidt, R. S. (2026). Predicting water activity in long-ripened cheeses using moisture, salt, free amino acids and lactate. *International Dairy Journal*, 172, 106443. <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2025.106443>
- H. Tunick, M., Van Hekken, D. L., Iandola, S. K., & Tomasula, P. M. (2012). Characterization of Queso Fresco during Storage at 4 and 10°C. *Journal of Food Research*, 1(1), p308. <https://doi.org/10.5539/JFR.V1N1P308>
- Holle, M. J., Ibarra-Sánchez, L. A., Liu, X., Stasiewicz, M. J., & Miller, M. J. (2018). Microbial analysis of commercially available US Queso Fresco. *Journal of Dairy Science*, 101(9), 7736–7745. <https://doi.org/10.3168/JDS.2017-14037>

- Hueso, D., Paterson, S., Martínez-Sánchez, V., Hernández-Ledesma, B., Pérez-Gálvez, A., Fontecha, J., & Gómez-Cortés, P. (2025). In Vitro Gastrointestinal Digestion of Fresh Cheese: Effect of ω -3 Fatty Acids and Milk Fat Globule Membrane Enrichment on Nutrient Digestibility and Antioxidant Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 73(44), 28240. <https://doi.org/10.1021/ACS.JAFC.5C10823>
- Im, J., & Marshall, R. (1998). Efectos de la presión de homogeneización sobre las propiedades físicas, químicas y sensoriales de postres congelados formulados. *Ciencia de Los Alimentos y Biotecnología*. <https://www.earticle.net/Article/A85900>
- Jaramillo M. (2020). *Evaluación de vida útil en quesos producidos en Cayambe*. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12270>
- Khan, I. T., Nadeem, M., Imran, M., Ullah, R., Ajmal, M., & Jaspal, M. H. (2019). Antioxidant properties of Milk and dairy products: a comprehensive review of the current knowledge. *Lipids in Health and Disease*, 18(1), 41. <https://doi.org/10.1186/S12944-019-0969-8>
- Lima, R. C., Carvalho, A. P. A. de, Lelis, C. A., Faria, D. J., da Silva, B. D., da Silva de Figueiredo, M. R., Chaves, P. H. T., de Almeida, A. E. C. C., & Conte-Junior, C. A. (2024). An innovative alternative to reduce sodium in cheese: Babassu coconut byproduct improving quality and shelf-life of reduced-sodium Minas fresh cheese. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 92, 103601. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2024.103601>
- Lin, M. P., Staples, C. R., Sims, C. A., & O'Keefe, S. F. (1996). Modification of Fatty Acids in Milk by Feeding Calcium-Protected High Oleic Sunflower Oil. *Journal of Food Science*, 61(1), 24–27. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.1996.TB14718.X>

- Lindmark Månsson, H. (2008). Fatty acids in bovine milk fat. *Food & Nutrition Research*, 52, 10.3402/fnr.v52i0.1821. <https://doi.org/10.3402/FNR.V52I0.1821>
- Martin, N. H., Torres-Frenzel, P., & Wiedmann, M. (2021). Invited review: Controlling dairy product spoilage to reduce food loss and waste. *Journal of Dairy Science*, 104(2), 1251–1261. <https://doi.org/10.3168/JDS.2020-19130>
- Mera, V. (2003). *Determinacion de los parametros optimos del aliñado del queso fresco* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/031695ff-caee-40bd-88d3-e21a6e00b98f/content>
- Monasterio, A., Núñez, E., Verdugo, V., & Osorio, F. A. (2024). Stability and Biaxial Behavior of Fresh Cheese Coated with Nanoliposomes Encapsulating Grape Seed Tannins and Polysaccharides Using Immersion and Spray Methods. *Polymers* 2024, Vol. 16, Page 1559, 16(11), 1559. <https://doi.org/10.3390/POLYM16111559>
- Mortensen, G., Bertelsen, G., Mortensen, B. K., & Stapelfeldt, H. (2004). Light-induced changes in packaged cheeses—a review. *International Dairy Journal*, 14(2), 85–102. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00169-9](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00169-9)
- Muñoz-Tebar, N., Lucas-González, R., Muñoz-Bas, C., Martínez-Navarrete, G., Viuda-Martos, M., Sayas-Barberá, E., Fernández, E., Pérez-Alvarez, J. Á., & Fernández-López, J. (2026). Application of quinoa oil emulsions in fresh goat cheese: effects on lipid profile, technological properties and microstructure. *Food Chemistry*, 516, 149384. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2026.149384>
- Nawar, W. W. (1969). Degradación térmica de lípidos. *Revista de Química Agrícola y Alimentaria*, 17(1), 18–21. <https://doi.org/10.1021/JF60161A012>
- NTP:202.195, & I. (2019). *Leche y productos lácteos, Queso fresco, Requisitos*. <https://www.collegesidekick.com/study-docs/2909949>

- Paszczyk, B., Polak-Śliwińska, M., & Zielak-Steciwko, A. E. (2022). Chemical Composition, Fatty Acid Profile, and Lipid Quality Indices in Commercial Ripening of Cow Cheeses from Different Seasons. *Animals : An Open Access Journal from MDPI*, 12(2), 198. <https://doi.org/10.3390/ANI12020198>
- Pinto, J. C., Cardín, M. P., & Pacheco, E. P. (2021). Revisión de la conservación, características y vida útil del queso y sus varieades. *Multidisciplinas de La Ingeniería*, 9(14), 109–116. <https://doi.org/10.29105/MDI.V9I14.280>
- Piscopo, A., Mincione, A., Summo, C., Silletti, R., Giacondino, C., Rocco, I., & Pasqualone, A. (2024). Influence of the Mozzarella Type on Chemical and Sensory Properties of “Pizza Margherita.” *Foods 2024, Vol. 13, Page 209, 13(2)*, 209. <https://doi.org/10.3390/FOODS13020209>
- Ramírez, C., & Vélez, J. (2012). *Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad*. https://www.academia.edu/33469853/Quesos_frescos_propiedades_m%C3%A9todos_de_determinaci%C3%B3n_y_factores_que_afectan_su_calidad
- Rinaldi, S., Palocci, G., Di Giovanni, S., Iacurto, M., & Tripaldi, C. (2021). Chemical Characteristics and Oxidative Stability of Buffalo Mozzarella Cheese Produced with Fresh and Frozen Curd. *Molecules*, 26(5), 1405. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES26051405>
- Robalo, J., Lopes, M., Cardoso, O., Silva, A. S., & Ramos, F. (2022). Efficacy of Whey Protein Film Incorporated with Portuguese Green Tea (*Camellia sinensis* L.) Extract for the Preservation of Latin-Style Fresh Cheese. *Foods 2022, Vol. 11, Page 1158, 11(8)*, 1158. <https://doi.org/10.3390/FOODS11081158>
- Rojano, B. A., Gaviria, C. A., Sáez, J. A., & La Facultad De Química Farmacéutica, R. DE. (2008). DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN UN

MODELO DE PEROXIDACIÓN LIPÍDICA DE MANTEQUILLA INHIBIDA
POR EL ISOESPINTANOL. *Vitae*, 15(2), 212–218.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-

[40042008000200002&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042008000200002&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

Romeo, R., Bruno, A. De, Imeneo, V., Piscopo, A., & Poiana, M. (2020). Impact of Stability of Enriched Oil with Phenolic Extract from Olive Mill Wastewaters. *Foods* 2020, Vol. 9, Page 856, 9(7), 856. <https://doi.org/10.3390/FOODS9070856>

Sánchez, J., & Pérez, J. (2016). Vida útil sensorial del queso mantecoso por pruebas aceleradas. *Scientia Agropecuaria*, 7(SPE), 215–222. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2016.03.08>

Shahidi, F., & Hossain, A. (2022). Role of Lipids in Food Flavor Generation. *Molecules*, 27(15), 5014. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES27155014>

Stephenson, R. C., Ross, R. P., & Stanton, C. (2021). Carotenoids in Milk and the Potential for Dairy Based Functional Foods. *Foods* 2021, Vol. 10, Page 1263, 10(6), 1263. <https://doi.org/10.3390/FOODS10061263>

Timmons, J., Weiss, W., Science, D. P.-J. of D., & 2001, undefined. (2001). Relationships among dietary roasted soybeans, milk components, and spontaneous oxidized flavor of milk. *ElsevierJS Timmons, WP Weiss, DL Palmquist, WJ HarperJournal of Dairy Science*, 2001•Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030201746942>

Tripaldi, C., Rinaldi, S., Palocci, G., Di Giovanni, S., Claps, S., & Buttazzoni, L. (2021). Effect of Storage and Heat Treatment of Milk Destined for Cheese Production on Its Oxidative Characteristics. *Dairy* 2021, Vol. 2, Pages 585-601, 2(4), 585–601. <https://doi.org/10.3390/DAIRY2040046>

- Tsao, C. H., Chang, C. W., Ho, Y. C., Chuang, Y. K., & Lee, W. J. (2021). Application of OXITEST for Prediction of Shelf-Lives of Selected Cold-Pressed Oils. *Frontiers in Nutrition*, 8, 763524. <https://doi.org/10.3389/FNUT.2021.763524/TEXT>
- Valencia García, F. E., Millán Cardona, L. de J., Restrepo Morales, C. A., & Jaramillo Garcés, Y. (2007). Efecto de sustitutos de grasa en propiedades sensoriales y texturales del queso crema. *Revista Lasallista de Investigación*, 4(1), 20–26. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492007000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Van Hekken, D. L., Tunick, M. H., Farkye, N. Y., & Tomasula, P. M. (2013). Effect of hydrostatic high-pressure processing on the chemical, functional, and rheological properties of starter-free Queso Fresco. *Journal of Dairy Science*, 96(10), 6147–6160. <https://doi.org/10.3168/JDS.2012-6212>
- Vergara-Álvarez, W., Arteaga-Márquez, M., Hernández-Ramos, E. J., Vergara-Álvarez, W., Arteaga-Márquez, M., & Hernández-Ramos, E. J. (2019). Sensory acceptance and shelf life of fresh cheese made with dry bromelain extract as a coagulating agent. *DYNA*, 86(210), 270–275. <https://doi.org/10.15446/DYNA.V86N210.76949>
- Vilca, R., Espinoza-Silva, C., Alfaro-Cruz, S., Ponce-Ramírez, J. C., Quispe-Neyra, J., Alvarado-Zambrano, F., Cortés-Avendaño, P., & Condezo-Hoyos, L. (2022). Hass and Fuerte avocado (*Persea americana* sp.) oils extracted by supercritical carbon dioxide: Bioactive compounds, fatty acid content, antioxidant capacity and oxidative stability. *The Journal of Supercritical Fluids*, 190, 105750. <https://doi.org/10.1016/J.SUPFLU.2022.105750>
- Wang, D., Xiao, H., Lyu, X., Chen, H., & Wei, F. (2023). Lipid oxidation in food science and nutritional health: A comprehensive review. *Oil Crop Science*, 8(1), 35–44. <https://doi.org/10.1016/J.OCSCI.2023.02.002>

Yildiz, G., Wehling, R. L., & Cuppett, S. L. (2002). Monitoring PV in corn and soybean oils by NIR spectroscopy. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79(11), 1085–1089. <https://doi.org/10.1007/S11746-002-0608-1>;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER

ANEXOS

Anexo 1

Determinación de acidez de queso fresco



1. Se pesó 10 g de queso fresco al cual se añadió 90 ml de agua destelida.



2. La mezcla de homogenizó en una licuadora



3. La muestra homogenizada se llevó a centrifugar a 1200 rpm por 5 minutos.



4. La fase líquida fue transferida a un matraz, al cual se añadió 3 gotas de fenolftaleína y fue titulado. El análisis se realizó por duplicado.

Anexo 2

Determinación de ceniza de queso fresco



1. Triturado de la muestra



2. Pesado crisol + 5g de la muestra



3. La muestra se llevó a mufla a 550°C durante 4 h aprox



4. Se registró el peso final para el cálculo del porcentaje de ceniza. El análisis se realizó por duplicado.

Anexo 3

Determinación de humedad



1. Triturado de la muestra



2. Pesado 5g de la muestra



3. La muestra se llevó a la estufa a 110°C durante 4 h aprox



4. Se registro el peso final para el cálculo del porcentaje de humedad. El análisis se realizó por duplicado.

Anexo 4

Determinación de grasa por el método Gerber modificado



1. Pesado 2g de muestra previamente



2. En el butirómetro, se añadió 10 ml de H_2SO_4 , 11 ml de H_2O , 2g de muestra y 1 ml alcohol isoamílico



3. El butirómetro se tapó para su homogenización.



4. El butirómetro con la mezcla se colocó en tubo envuelto con franela y se agito por 10 minutos.



5. Se sometió a centrifugadora a 1200 rpm durante 5 minutos.



6. El contenido de grasa se determinó por la lectura directa del butirómetro.

Anexo 5

Determinación de proteína por reacción de Biuret



1. Pesado de muestra de queso fresco



2. Se agrego 50 ml de NaOH, y se agito por 30 minutos.



3. Filtrado de la muestra



4. Se tomo 1 ml de alícuota al cual fue transferido a un fiola de 100 ml y se aforo.



5. A partir de esta solución, se tomó 1 ml y se colocó al tubo de ensayo, al cual se agregó 4 ml del reactivo Biuret y se homogenizo.



6. Se incubo por 30 minutos en ausencia de luz y se medió la absorbancia por espectrometría a 540 nm.

Anexo 6

Resultados de análisis microbiológico



LABORATORIO BIOTEKNIA

Análisis de alimentos y bebidas

INFORME DE ENSAYO N° 053-2026

SOLICITANTE : Nelida GUERREROS GUTIERREZ
 PRODUCTO : QUESO FRESCO
 F. PRODUCCIÓN : 08 JUN. 2026
 F. VENCIMIENTO : 02 unidades
 MUESTRA : 09 JUN. 2026
 F. DE SOLICITUD : 09 JUN. 2026
 F. MUESTREO : 11 JUN. 2026
 F. ANÁLISIS :

Análisis Microbiológico

N°	Ensayo	Resultado	Límite por g/ml
01	Coliformes (NMP/g)	240	m
02	Staphylococcus aureus (UFC/g)	<10	M
03	Escherichia coli	<3	10 ³
04	Salmonella sp.	Ausencia/25 g	10 ²

Métodos de Ensayo. - 01-04.- FAO (1981). Manuales para el control de calidad de los alimentos. 4. Análisis microbiológico.

Conclusión. - La muestra de "Quesos fresco" **SÍ CUMPLE** con los requisitos microbiológicos establecidos en la Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA "Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. I. LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. 1.10. Quesos procesados (fundidos, laminados, rayados, en pasta, en polvo).

Nota. - El presente informe se refiere a la muestra analizada, proporcionada por la solicitante.

Ayacucho, 16 de junio de 2026



BIOTEKNIA SAC
 Laboratorio de Ensayo
 Análisis de alimentos y bebidas
 Graciela Cuba Torre
 Biga. Graciela Cuba Torre
 CBP N° 3263
 SUB-GERENTE

Urb. José Ortiz Vergara, ENACE, Mz. C – Lote 26, Ayacucho.

(subiendo por la Av. Independencia, dos cuadras antes del Puente ENACE)

Atención: Lunes a sábado, 8-1 p.m. y 3-7 p.m. Tel. 066-315186 Cel. 966607080

Anexo 7

Evaluación de estabilidad oxidativa de queso fresco mediante el método de oxidación acelerada (Oxitest)



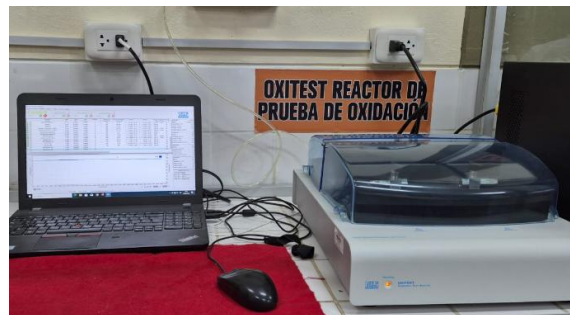
1. 5 g de queso fresco



2. Distribución homogénea de la muestra y sellar herméticamente



3. Se inyecta oxígeno en la cámara hasta alcanzar una presión de 6 bar, estableciendo la temperatura del reactor.



4. El consumo de oxígeno fue monitoreado mediante el software OXISOFT™.

Anexo 8

Resultados del contenido de carotenoides y actividad antioxidantes de la mantequilla



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
Laboratorio de Farmacognosia

Av. Independencia S/N – Ciudad Universitaria
Ayacucho – Huamanga – Ayacucho

El profesor Dr. Enrique Javier AGUILAR FELICES responsable del Laboratorio de Farmacognosia:

DA CONSTANCIA:

Qué, el **Dr. Alberto HUAMANÍ HUAMANÍ**, ha solicitado la determinación del contenido de carotenoides y la actividad antioxidante mediante los ensayos de DPPH, ABTS y FRAP, de la siguiente muestra:

1. Muestra: mantequilla

Muestra analizada: 1,0 g de muestra extraída con 10 mL de acetona y 0,10 g de muestra extraída con 100 mL de metanol.

Los análisis se realizaron según las siguientes metodologías:

- a) Contenido de Carotenoides : Método de Biswas et al (2011)
- b) Actividad secuestradora del radical libre DPPH (Thaipong y col., 2006)
- c) Actividad secuestradora del radical libre catión ABTS (Thaipong y col., 2006)
- d) Poder antioxidante reductor del hierro (FRAP) (Thaipong y col., 2006)

Tabla 1. Contenido de carotenoides.

Muestra	Carotenoides ($\mu\text{g } \beta$ – caroteno/g de muestra)
Mantequilla	1,00 $\pm$ 1,01

Tabla 2. Actividad antioxidante

Muestras	Ensayos		
	DPPH ($\mu\text{moles ET/g de muestra}$)	ABTS ($\mu\text{moles ET/g de muestra}$)	FRAP ($\mu\text{moles ET/g de muestra}$)
Mantequilla	12,16 $\pm$ 0,76	12,19 $\pm$ 2,04	155,04 $\pm$ 1,78

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 02 de agosto de 2026



Firmado
digitalmente por
Enrique Javier
Aguilar Felices
Fecha: 2026.08.02
23:39:57 -05'00'

Dr. Q.F. Enrique Javier AGUILAR FELICES
Profesor Principal a D.E.

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA****ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:**

(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 3403-2024-UNSCH-CU)

Tiempo de conservación del queso fresco por pruebas aceleradas de estabilidad oxidativa**Expositora: Nelida Guerreros Gutierrez
Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias**

Expediente N° 26109421

Resolución Decanal N° 106-2026-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 17-08-2026

En la Sala de Conferencias "Pedro VILLENA HIDALGO" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las diez de la mañana con cinco minutos del día martes dieciocho de agosto del año dos mil veintiséis, se reunieron la Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **Nelida Guerreros Gutierrez**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Saul Ricardo CHUQUI DIESTRA, Mg. Jack Edson HERNANDEZ MAVILA (Miembros) y Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI (Miembro-Asesor), bajo la Presidencia del Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Decano de la FIQM), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente) y el público asistente.

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Tiempo de conservación del queso fresco por pruebas aceleradas de estabilidad oxidativa**, presentado por la Bachiller **Nelida Guerreros Gutierrez**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 106-2026-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó a la Bachiller **Nelida Guerreros Gutierrez**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de cuarenta y cinco minutos.

Terminada la exposición de la Bachiller, el Presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI, Mg. Jack Edson HERNANDEZ MAVILA y Dr. Saul Ricardo CHUQUI DIESTRA.

Concluyó con esta etapa el Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA, en su condición de Presidente.

FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y METALURGIA
Av. Independencia s/n
Ciudad Universitaria



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:

(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 3403-2024-UNSCH-CU)

Tiempo de conservación del queso fresco por pruebas aceleradas de estabilidad oxidativa

Expositora: Nelida Guerreros Gutierrez
Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias

Expediente N° 26109421 Resolución Decanal N° 106-2026-UNSCH-FIQM/D Fecha: 17-08-2026

Culminada la etapa de preguntas, el Presidente del Jurado invitó a la Sustentante y al público para que se sirvan abandonar la Sala de Conferencias con la finalidad de permitir al Jurado de Sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADA POR UNANIMIDAD PROMEDIO DIECISIETE (17).**

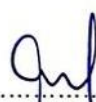
Finalmente el Presidente del Jurado dispuso que se invite al Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la Sala de Conferencias, y anunció que la Bachiller **Nelida Guerreros Gutierrez**, ha resultado **APROBADA POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con una flamante **INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

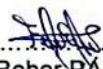
Siendo las once de la mañana con cincuenta minutos, se dio por concluido el acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:


.....
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Presidente


.....
Dr. Saul Ricardo CHUQUI DIESTRA
Miembro


.....
Mg. Jack Edson HERNANDEZ MAVILA
Miembro


.....
Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI
Miembro-Asesor


.....
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
Secretario Docente

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA****ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:**

(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 3403-2024-UNSCH-CU)

Tiempo de conservación del queso fresco por pruebas aceleradas de estabilidad oxidativa**Expositora: Rossmery Velasquez Quicaño**
Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias

Expediente N° 26109421

Resolución Decanal N° 106-2026-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 17-08-2026

En la Sala de Conferencias "Pedro VILLENA HIDALGO" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las diez de la mañana con cinco minutos del día martes dieciocho de agosto del año dos mil veintiséis, se reunieron la Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **Rossmery Velasquez Quicaño**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Saul Ricardo CHUQUI DIESTRA, Mg. Jack Edson HERNANDEZ MAVILA (Miembros) y Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI (Miembro-Asesor), bajo la Presidencia del Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Decano de la FIQM), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente) y el público asistente.

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Tiempo de conservación del queso fresco por pruebas aceleradas de estabilidad oxidativa**, presentado por la Bachiller **Rossmery Velasquez Quicaño**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 106-2026-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó a la Bachiller **Rossmery Velasquez Quicaño**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de cuarenta y cinco minutos.

Terminada la exposición de la Bachiller, el Presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI, Mg. Jack Edson HERNANDEZ MAVILA y Dr. Saul Ricardo CHUQUI DIESTRA.

Concluyó con esta etapa el Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA, en su condición de Presidente.

FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y METALURGIA
Av. Independencia s/n
Ciudad Universitaria

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA****ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:**

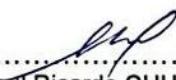
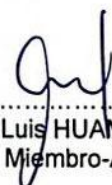
(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 3403-2024-UNSCH-CU)

Tiempo de conservación del queso fresco por pruebas aceleradas de estabilidad oxidativa**Expositora: Rossmery Velasquez Quicaño**
Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias**Expediente N° 26109421 Resolución Decanal N° 106-2026-UNSCH-FIQM/D Fecha: 17-08-2026**

Culminada la etapa de preguntas, el Presidente del Jurado invitó a la Sustentante y al público para que se sirvan abandonar la Sala de Conferencias con la finalidad de permitir al Jurado de Sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADA POR UNANIMIDAD PROMEDIO DIECISIETE (17).**

Finalmente el Presidente del Jurado dispuso que se invite al Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la Sala de Conferencias, y anunció que la Bachiller **Rossmery Velasquez Quicaño**, ha resultado **APROBADA POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con una flamante **INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las once de la mañana con cincuenta minutos, se dio por concluido el acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:


.....
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Presidente
.....
Dr. Saul Ricardo CHUQUI DIESTRA
Miembro
.....
Mg. Jack Edson HERNANDEZ MAVILA
Miembro
.....
Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI
Miembro-Asesor
.....
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
Secretario DocenteFACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y METALURGIA
Av. Independencia s/n
Ciudad Universitaria



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El Director de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, hace CONSTAR:

Que, las Srtas. Nelida GUERREROS GUTIERREZ y Rossmery VELASQUEZ QUICAÑO egresadas de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias han remitido, con el aval y por intermedio de su asesor Ing. Alberto Luis Huamani Huamani, la Tesis: Tiempo de conservación del queso fresco por pruebas aceleradas de estabilidad oxidativa y se precisa con el Informe de Originalidad de Turnitin, que el índice de similitud del trabajo es de 9% y que se ha generado el Recibo digital que confirma el Depósito que el trabajo ha sido recibido por Turnitin con fecha setiembre 07 de 2026 e Identificador de la Entrega N° 3026178242.

Se expide la presente, para los fines pertinentes.

Ayacucho, 08 de setiembre del 2026.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA
E. P. DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Ing. CIP Antonio J. Matos Alejandro
DIRECTOR

c.c. : Archivo.
Constancia N° 114

Tiempo de conservación del queso fresco por pruebas aceleradas de estabilidad oxidativa

por Nelida Guerreros Gutierrez y Rossmery Velasquez Quicaño

Fecha de entrega: 07-sept-2026 12:16p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 3026178242

Nombre del archivo: TESIS_CORTADA.pdf (1.4M)

Total de palabras: 15393

Total de caracteres: 83616

Tiempo de conservación del queso fresco por pruebas aceleradas de estabilidad oxidativa

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.upct.es Fuente de Internet	<1%
6	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	Romualdo Vilca, Clara Espinoza-Silva, Sarela Alfaro-Cruz, Juan Carlos Ponce-Ramírez et al. "Hass and Fuerte avocado (Persea americana sp.) oils extracted by supercritical carbon dioxide: Bioactive compounds, fatty acid content, antioxidant capacity and oxidative stability", The Journal of Supercritical Fluids, 2022 Publicación	<1%
8	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	uvadoc.uva.es Fuente de Internet	<1%
11	Garrido Sartore, Macarena. "Efecto de la suplementacion con aceite de soya y aceite de pescado en dietas de vacas lecheras sobre la expresion de genes relacionados con el metabolismo de lipidos en tejido adiposo subcutaneo.", Pontificia Universidad Catolica de Chile (Chile), 2020 Publicación	<1%
12	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Excluir citas
Excluir bibliografía

Activo
Activo

Excluir coincidencias

< 30 words