



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA**  
**DE QUESOS Y LECHE FRESCA EXPENDIDAS EN LOS**  
**MERCADOS DE LA CIUDAD DE PUNO - 2022**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

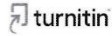
**Bach. SONALY JOHAIRA COYLA BARREDA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA: MICROBIOLOGÍA Y**  
**LABORATORIO CLÍNICO**

**PUNO - PERÚ**

**2024**



## SONALY JOHAIRA COYLA BARREDA

### CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE QUESOS Y LECHE FRESCA EXPENDIDAS EN LOS MERCADOS ...

My Files

My Files

Universidad Nacional del Altiplano

#### Detalles del documento

Identificador de la entrega  
trn:oid::8254:418837110

144 Páginas

Fecha de entrega  
26 dic 2024, 9:25 a.m. GMT-5

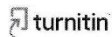
29,962 Palabras

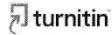
Fecha de descarga  
26 dic 2024, 9:32 a.m. GMT-5

158,748 Caracteres

Nombre de archivo  
TESIS SONALY COYLA BARREDA REPOSITORIO 10.pdf

Tamaño de archivo  
3.5 MB





## 18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Fuentes principales

- 17% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

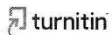
### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

- Caracteres reemplazados**  
67 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
- Texto oculto**  
26 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitan distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE QUESOS Y  
LECHE FRESCA EXPENDIDAS EN LOS MERCADOS DE LA CIUDAD DE  
PUNO – 2022

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. SONALY JOHAIRA COYLA BARREDA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGIA: MICROBIOLOGIA Y LABORATORIO CLINICO

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

  
Dra. MARIA TRINIDAD ROMERO TORRES

PRIMER MIEMBRO:

  
Mg. CHRISTIVONNE FRIGOS RONDON

SEGUNDO MIEMBRO:

  
Mg. DIANA ELIZABETH CAVERO ZEGARRA

DIRECTOR / ASESOR:

  
Mg. JUAN PABLO HUARACHI VALENCIA

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 26/12/2024

ÁREA: Ciencias Biomédicas

SUBLINEA: Diagnóstico y Epidemiología



  
v°B° Dra. VICKY CRISTINA GONZALES ALCOS  
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN-FCCBB



## DEDICATORIA

*El presente trabajo lo dedico a mis padres, Javier Coyla Mamani y Senovia Barreda Malaga quienes fueron un pilar de esfuerzo, amor y comprensión en este proceso y por siempre guiarme en mi camino*

*A mis tíos Mario Coyla Mamani y Sonia Ttito Leon quienes fueron guías en este camino de estudios con su apoyo incondicional su amor incondicional los cuales me hicieron la persona que hoy soy, a mi hermana Romy Coyla y a mi querida tia Leonor Coyla*

***Sonaly Johaira Coyla Barreda***



## AGRADECIMIENTOS

*Quiero agradecer a Dios por siempre guiarme en este camino fundamental de mi vida*

*A la Universidad Nacional del Altiplano, la Facultad de Ciencias Biológicas, Programa de Microbiología y Laboratorio Clínico, a los docentes que fueron parte de esta etapa de crecimiento profesional y guías en cada uno de las etapas de mi formación universitaria.*

*Mi más profundo agradecimiento a mi estimado asesor, MSc. Juan Pablo Huarachi Valencia, por su liderazgo, aliento, disponibilidad y tolerancia durante la elaboración de este proyecto de investigación.*

*A mis Jurados Dra. María Trinidad Romero Torres, Mg. Ciria Ivonne Trigos Rondón y Mg. Diana Elizabeth Cavero Zegarra por sus sugerencias y guiarme en el informe final de tesis*

*A Mis primas Danitza y Jharitza, por estar siempre a mi lado en esta etapa pilar y fundamental de crecimiento y no dejarme caer ante la adversidad.*

*A mis amistades y compañeros que fueron parte de esta etapa, especialmente a Fanny Flores, Janira Contreras, por ser un apoyo constante y absoluto, siendo compañía en momentos de flaquezas alegrías y estando conmigo en cada logro*

*Y a toda mi familia, les agradezco por sus valiosos consejos y palabras de aliento, que han contribuido a mi crecimiento como persona.*

**Sonaly Johaira Coyla Barreda**



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>17</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1 OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>21</b>
<b>1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1 ANTECEDENTES.....</b>	<b>22</b>
2.1.1. A nivel internacional.....	22
2.1.2. A nivel nacional .....	24
2.1.3. A nivel regional.....	25
<b>2.2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>27</b>
2.2.1. La leche .....	27
2.2.2. El queso.....	32
2.2.3. Composición de la leche .....	35



2.2.4. Análisis fisicoquímicos de leche y queso fresco.....	36
2.2.5. Calidad microbiológica de los alimentos .....	44
2.2.6. Indicadores bacteriológicos de leche y queso fresco .....	45
2.2.7. Reglamento de la leche y productos lácteos, MINAGRI N° 007-2017 ..	48
2.2.8. Enfermedades de transmisión alimentaria .....	50

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1 ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>53</b>
<b>3.2 DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>54</b>
<b>3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>54</b>
<b>3.4 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE QUESOS Y LECHE FRESCA EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE PUNO .....</b>	<b>55</b>
3.4.1 Determinación de la densidad .....	56
3.4.2 Determinación de la acidez titulable .....	57
3.4.3 Determinación de cenizas .....	58
3.4.4 Determinación de la humedad.....	60
<b>3.5 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS DE QUESO Y LECHE FRESCA EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE PUNO .....</b>	<b>61</b>
3.5.1 Cuantificación de coliformes .....	61
3.5.2 Cuantificación de aerobios mesófilos .....	62
3.5.3 Cuantificación de Escherichia coli .....	63
3.5.4 Cuantificación de Staphylococcus aureus .....	65
<b>3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>66</b>





## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL QUESO Y LECHE FRESCA EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE PUNO.....</b>	<b>68</b>
<b>4.2.</b>	<b>CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS DEL QUESO Y LECHE FRESCA EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE PUNO - 2022 .....</b>	<b>87</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>109</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>110</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>126</b>

**ÁREA:** Ciencias Biomédicas

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diagnóstico y Epidemiología

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 26 de diciembre del 2024



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b>	Parámetros fisicoquímicos de leche fresca..... 49
<b>Tabla 2</b>	Parámetros microbiológicos de leche fresca ..... 49
<b>Tabla 3</b>	Parámetros microbiológicos de los quesos frescos ..... 50
<b>Tabla 4</b>	Parámetros fisicoquímicos de los quesos frescos..... 50
<b>Tabla 5</b>	Número de muestras y zonas de colección de muestras de queso y leche en los mercados de la ciudad de Puno- 2022 ..... 55
<b>Tabla 6</b>	Concentración de cenizas (%) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno - 2022 ..... 68
<b>Tabla 7</b>	Concentración de humedad (%) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022..... 74
<b>Tabla 8</b>	Valores de densidad (g/ml) en muestras de leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022 ..... 79
<b>Tabla 9</b>	La acidez titulable (g/100 g) en muestras de leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022 ..... 83
<b>Tabla 10</b>	Recuentos de coliformes (UFC/g) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022..... 87
<b>Tabla 11</b>	Recuento de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022..... 91
<b>Tabla 12</b>	Recuentos de <i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022..... 95
<b>Tabla 13</b>	Recuento de coliformes (UFC/ml) en muestras de leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno - 2022..... 100



<b>Tabla 14</b>	Recuento de mesófilos aerobios (UFC/ml) en muestras de leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno- 2022.....	104
-----------------	--	-----



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Elaboración de queso fresco .....	34
<b>Figura 2</b> Ubicación de los mercados Laykakota, Unión – Dignidad y Central en la ciudad de Puno - 2022 .....	53
<b>Figura 3</b> Concentración de cenizas (%) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022.....	69
<b>Figura 4</b> Concentración de humedad (%) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022.....	75
<b>Figura 5</b> Densidad (g/ml) de la leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022 .....	80
<b>Figura 6</b> La acidez titulable (g/100 g) en muestras de leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022 .....	84
<b>Figura 7</b> Recuentos de coliformes (UFC/g) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022.....	88
<b>Figura 8</b> Recuento de Escherichia coli (NMP/g) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022.....	92
<b>Figura 9</b> Recuento de Staphylococcus aureus (UFC/g) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022.....	96
<b>Figura 10</b> Recuento de coliformes (UFC/ml) en muestras de leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno - 2022.....	101
<b>Figura 11</b> Recuento de mesófilos aerobios (UFC/ml) en muestras de leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno- 2022.....	105



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1.</b> Mercados expendedores de leche y queso fresco de la ciudad de Puno .....	126
<b>ANEXO 2.</b> Muestras de quesos frescos y expendedores de la ciudad de Puno .....	126
<b>ANEXO 3.</b> Muestra de la leche cruda de vaca y expendedores de la ciudad de Puno .....	127
<b>ANEXO 4.</b> Preparación de medios de cultivo en el laboratorio de microbiología clínica de la Universidad Nacional del Altiplano – Facultad de Ciencias Biológicas Puno .....	127
<b>ANEXO 5.</b> Preparación de la muestra de queso fresco para sembrar en los medios de cultivo .....	128
<b>ANEXO 6.</b> Procedimiento de plaqueo de muestras de leche fresca en los medios de cultivo .....	128
<b>ANEXO 7.</b> Crecimiento de colonias en los medios de cultivo .....	129
<b>ANEXO 8.</b> Procedimiento para el recuento de Escherichia coli de la muestra de queso fresca.....	129
<b>ANEXO 9.</b> Recuento de colonias .....	130
<b>ANEXO 10.</b> Determinación de densidad de leche fresca. .....	130
<b>ANEXO 11.</b> Determinación de acidez titulable de leche fresca .....	131



<b>ANEXO 12.</b> Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de la concentración de la ceniza en los quesos procedentes de tres mercados de Puno .....	132
<b>ANEXO 13.</b> Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de la concentración de la humedad en los quesos procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022 .....	133
<b>ANEXO 14.</b> Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de la densidad en la leche procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022. ....	134
<b>ANEXO 15.</b> Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de la acidez titulable en la leche procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022. ....	135
<b>ANEXO 16.</b> Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de recuentos de coliformes (UFC/g) en leche procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022 .....	136
<b>ANEXO 17.</b> Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de recuentos de <i>Escherichia coli</i> (UFC/g) en leche procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022.....	137
<b>ANEXO 18.</b> Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de recuentos de <i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g) en queso procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022.....	138
<b>ANEXO 19.</b> Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de recuentos de coliformes (UFC/g) en leche procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022 .....	139



<b>ANEXO 20.</b> Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de recuentos de mesófilos aerobios (UFC/g) en leche procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022.....	140
<b>ANEXO 21.</b> Matriz de recolección de datos .....	141
<b>ANEXO 22.</b> Constancia de ejecución de la tesis .....	142



## ACRÓNIMOS

°C:	Grados centígrados
ETA:	Enfermedades transmitidas por alimentos
et al.:	y colaboradores
g:	Gramo
msnm:	Metros sobre el nivel del mar
OPS:	Organización Panamericana de la Salud
UFC:	Unidades Formadoras de Colonia





## RESUMEN

La Región de Puno destaca por la producción y consumo de leche y queso frescos. Sin embargo, A pesar de la importancia de estos productos en la dieta local, la falta de supervisión adecuada por parte de las autoridades competentes representa un problema para la salud pública. Motivo por el cual, el objetivo de este estudio fue determinar las características fisicoquímicas y bacteriológicas del queso y leche fresca en mercados de la ciudad de Puno - 2022. El estudio fue observacional, analítico y de corte transversal. Se empleó 36 unidades de análisis (12 por mercado, Laykakota [LK], Unión y Dignidad [UD], Mercado Central [MC]), en las cuales se evaluaron los parámetros fisicoquímicos como las cenizas y humedad en el queso; densidad y acidez titulable en leche fresca, y la evaluación bacteriológica correspondiente al recuento de coliformes, *Escherichia coli*, y *Staphylococcus aureus* para queso fresco; mientras que en leche fresca se realizó el recuento de coliformes y de mesófilos aerobios, comparando con los valores del D. S. N° 007-2017-MINAGRI y la NMX-F-092-1970. Concerniente a los parámetros de calidad fisicoquímica, en el queso fresco se presentó un bajo contenido de cenizas (0.93 a 1.01%) ( $p>0.05$ ) y una humedad normal (52.17% a 53.40%) ( $p>0.05$ ); y en leche fresca, se observó una densidad normal (1,0278 a 3,6943 g/ml) excepto en UD ( $p<0.05$ ), mientras que los niveles de acidez titulable se mantuvieron dentro de límites aceptables (0,150 a 0,154 g/100)( $p>0.05$ ). La evaluación bacteriológica, en cuanto al queso mostró que el recuento de coliformes (436.07 a 485,33 UFC/g) ( $p>0.05$ ) y *Escherichia coli* (7,13 a 7,50 NMP/g) ( $p>0.05$ ) se mantuvieron dentro de los límites permisibles, mientras que *Staphylococcus aureus* (451,90 a 513,07 UFC/g)( $p>0.05$ ) superó el límite establecido; y en leche fresca, el recuento de coliformes (438,47 a 470,47 UFC/ml) y mesófilos aerobios (9564.13 a 13450.00 UFC/ml) estuvieron dentro del límite permisible. Se concluye que los parámetros fisicoquímicos del queso y la leche están dentro la normalidad excepto la densidad para UD; mientras que la evaluación bacteriológica del queso y leche fresca no reveló diferencias significativas entre los tres mercados.

**Palabras clave:** Análisis bacteriológico, Análisis fisicoquímico, Alimento fresco, Leche, Queso.



## ABSTRACT

The Puno Region stands out for the production and consumption of fresh milk and cheese. However, despite the importance of these products in the local diet, the lack of adequate supervision by the competent authorities represents a public health problem. For this reason, the objective of this study was to determine the physicochemical and bacteriological characteristics of cheese and fresh milk in markets in the city of Puno - 2022. The study was observational, analytical, and cross-sectional. 36 units of analysis were used (12 per market, Laykakota [LK], Union and Dignity [UD], Central Market [MC]), in which physicochemical parameters such as ash and moisture in the cheese were evaluated; titratable density and acidity in fresh milk, and the bacteriological evaluation corresponding to the count of coliforms, *Escherichia coli*, and *Staphylococcus aureus* for fresh cheese; while in fresh milk the count of coliforms and aerobic mesophiles was performed, comparing with the values of D. S. No. 007-2017-MINAGRI and NMX-F-092-1970. Regarding the physicochemical quality parameters, fresh cheese had a low ash content (0.93 to 1.01%) ( $p>0.05$ ) and normal moisture (52.17% to 53.40%) ( $p>0.05$ ); and fresh milk had a normal density (1.0278 to 3.6943 g/ml) except in UD ( $p<0.05$ ), while titratable acidity levels remained within acceptable limits (0.150 to 0.154 g/100)( $p>0.05$ ). The bacteriological evaluation of cheese showed that the coliform count (436.07 to 485.33 CFU/g) ( $p>0.05$ ) and *Escherichia coli* (7.13 to 7.50 MPU/g) ( $p>0.05$ ) remained within the permissible limits, while *Staphylococcus aureus* (451.90 to 513.07 CFU/g)( $p>0.05$ ) exceeded the established limit; and in fresh milk, the coliform (438.47 to 470.47 CFU/ml) and aerobic mesophile (9564.13 to 13450.00 CFU/ml) counts were within the permissible limit. It is concluded that the physicochemical parameters of cheese and milk are within normal except for density for UD; while the bacteriological evaluation of cheese and fresh milk did not reveal significant differences between the three markets.

**Keywords:** Bacteriological analysis, Physicochemical analysis, Fresh food, Milk, Cheese.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La leche y sus derivados lácteos, como el queso, desempeñan un papel esencial en la dieta humana debido a su alto valor nutricional, especialmente por su contenido de calcio, hierro y zinc. Estos alimentos no solo contribuyen significativamente a la salud de las personas, sino que también representan una importante actividad económica en muchas regiones del mundo. Sin embargo, su producción, manejo y comercialización requieren estándares estrictos de calidad e inocuidad para prevenir riesgos a la salud pública (Midagri, 2021).

A nivel global, las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) constituyen un grave problema de salud. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año 600 millones de personas padecen ETA, resultando en aproximadamente 420,000 muertes, de las cuales 125,000 corresponden a niños menores de cinco años. En el Perú, la incidencia de estas enfermedades varía entre regiones, alcanzando un 10,76 % en Puno, mientras que otras áreas como Huancavelica registran hasta un 60,78 % (Minsa, 2021). En este contexto, los productos lácteos, al ser altamente susceptibles al desarrollo microbiano, destacan como uno de los principales vehículos de contaminantes si no se gestionan adecuadamente.

En el ámbito nacional, el consumo de productos lácteos ocupa un lugar importante. En 2020, el consumo *per cápita* de leche fluida en el Perú alcanzó los 81 kg, lo que sitúa al país en un nivel moderado de consumo (Midagri, 2021). Este panorama resalta la relevancia de garantizar la calidad de la leche y sus derivados, tanto para satisfacer las expectativas del consumidor como para proteger su salud.



La Región Puno se posiciona como una de las principales productoras de leche y queso en ande peruano, actividades que representan una fuente significativa de ingresos para la población local. Sin embargo, la producción y comercialización de estos productos enfrenta diversos desafíos, como la falta de regulación, la ausencia de buenas prácticas en su manejo y la proliferación de contaminantes microbiológicos y fisicoquímicos. Estas deficiencias no solo comprometen la seguridad alimentaria, sino que también afectan la competitividad del sector ganadero regional y la confianza del consumidor (Brousett et al., 2015; Cohaila, 2013).

Particularmente, el queso, aunque es un alimento muy valorado por su alto contenido proteico y su popularidad entre los consumidores, suele producirse y venderse en condiciones que no cumplen con los parámetros establecidos por la normativa técnica sanitaria NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01. Además, la leche cruda, si no se maneja adecuadamente, puede favorecer el crecimiento de microorganismos peligrosos, representando un riesgo para la salud pública (Cedeño, 2015).

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del queso y la leche fresca expendidos en los mercados de la ciudad de Puno. Esta investigación busca contribuir al conocimiento sobre el estado de estos productos y fomentar el cumplimiento de las normativas establecidas por el MINAGRI, garantizando la inocuidad de los alimentos y el bienestar de los consumidores.

Por lo cual, se propuso los siguientes objetivos:



## **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar las características fisicoquímicas y bacteriológicas del queso y leche fresca en mercados de la ciudad de Puno 2022.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar las características fisicoquímicas del queso y leche fresca en los mercados de Laykakota, Unión - Dignidad y Central de la ciudad de Puno 2022.
- Determinar la calidad bacteriológica del queso y leche fresca en los mercados de Laykakota, Unión - Dignidad y Central de la ciudad de Puno 2022.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 ANTECEDENTES

##### 2.1.1. A nivel internacional

Zamora et al., (2012) indican que la adición del probiótico *Saccharomyces boulardii* al queso fresco inhibe el crecimiento de mohos y levaduras, aunque no afecta a *Salmonella* spp. ni a *Escherichia coli*. También se examinó la prevalencia de bacterias mesófilas aerobias y *Staphylococcus aureus* en quesos con la adición de 10, 20 y 30 g de *S. boulardii*, obteniendo recuentos similares de 2.8, 2.7 y 2.8 UFC/g, respectivamente.

Vásquez et al., (2012), en el estado de Lara, al evaluar los quesos frescos transportados, determinaron que la calidad microbiológica fue deficiente evidenciada por un recuento elevado de aerobios mesófilos ( $28 - 30 \times 10^5$  UFC/g), coliformes totales ( $10^2 - 10^4$  UFC /g), fecales ( $<10^2 \times 10$  UFC/g) y *Staphylococcus aureus* ( $55 \times 10^2$  UFC/g).

Cedeño (2015) encontró promedios de acidez mayores a 0.22 % hasta un máximo de 0,57 %, un pH alrededor de 6,20, un contenido graso entre 17 y 22 % y una humedad mayor a 46 % para todas las muestras. Rosario y Turpo (2014), consideraron que la acidez para el queso fresco debe ser menor a 2 %, humedad  $\geq 46$  % y el contenido de proteínas entre 15 – 25 %, en base a ello determinaron que el promedio de acidez más alto fue  $0,31 \pm 0,13$  %; humedad reportaron mayor al 50 % y proteínas dentro lo normal.



Luigi et al. (2017) en Venezuela demostraron que estanques de leche cruda, al contabilizar bacterias aerobias mesófilas, el 72,5% presentaba números que excedían los límites establecidos, reflejando malas condiciones sanitarias e incumplimiento de los requisitos de la normativa venezolana.

Ruíz et al. (2017) evaluaron las condiciones higiénico existentes en expendios y realizaron un análisis microbiológico del queso costeño artesanal de Córdoba, presentando valores no aptos para el consumo: coliformes totales en el 97,5 % de muestras, coliformes fecales en el 88,9 % de muestras, *Staphylococcus* coagulasa positiva en el 41,4 % de muestras, mohos 40,4 % de muestras y levaduras en el 96,1 % de muestras.

Baque y Chugchilán (2019) evaluaron las características microbiológicas de quesos frescos distribuidos en un centro de abasto de la provincia del Guayas. Los resultados mostraron que no se cumplen los requisitos de calidad microbiológica, con un recuento de *Escherichia coli* de  $4,03 \pm 0,03$  Log10 UFC/g, *Staphylococcus aureus*  $5,07 \pm 0,06$  Log10 UFC/g, coliformes  $4,27 \pm 0,03$  Log10 UFC/g y Enterobacteriaceae  $4,33 \pm 0,06$  Log10 UFC/g.

Flores et al. (2020) determinaron la calidad higiénico – sanitaria de los quesos de productores de la provincia de Mayabeque, el conteo de coliformes totales, Enterobacterias totales y *Escherichia coli* siendo superior a 6,0 , 4,7 y 4,3 (log UFC/ml o g), *Staphylococcus aureus* con valores superiores a 4.0 log UFC/ml (leche) (queso), siendo mayor en quesos que en leche.



### 2.1.2. A nivel nacional

Barrientos (2015) nos indica que la calidad higiénica del queso fresco tradicional que se comercializa en el Cercado del Callao, encontró que el 60 % de las muestras estuvieron contaminadas con *Escherichia coli* (promedio de  $4,6 \geq 10^2$  NMP/g) y el 69 % contaminadas con *Staphylococcus aureus* (promedio de  $2,6 \geq 10^3$  UFC/g), evidenciando condiciones higiénicas no aptas, donde estos valores están fuera del límite establecido por la NTP 202.195:2004.

Condo (2016) examinó 40 muestras de quesos artesanales frescos para determinar su calidad bacteriológica en el mercado Andrés Avelino Cáceres-Arequipa detectando coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* mediante la técnica del número más probable (NMP) y unidades formadoras de colonias (UFC). Según los resultados, los niveles de coliformes fecales y totales siendo inferiores a  $5,38 \times 10^2$  NMP/10g y  $5,43 \times 10^2$  NMP/10g, respectivamente. En cuanto a la *Escherichia coli*, se descubrió un valor superior de  $3,69 \times 10^2$  NMP/10g. Ninguna muestra contenía indicios de *Salmonella sp.* Estos resultados llevaron a la conclusión de que los quesos artesanales frescos investigados no cumplían los requisitos de calidad para el consumo humano.

Huayhua (2018) en Cajamarca-Perú mediante un estudio señala que la leche cruda de vaca contenía bacterias aerobias mesófilas y bacterias coliformes efectivas, además tenía un pH 6,9% (Mercado San Antonio y Mercado Central), considerado buena leche, apta para el consumo.

Vásquez et al. (2018) encontraron en queso fresco industrial, coliformes fecales  $4,75 \times 10^3$  NMP/g, coliformes totales  $6,32 \times 10^3$  NMP/g, mesófilos viables





$1,06 \times 10^5$  UFC/g, *Staphylococcus aureus*  $4,02 \times 10^3$  UFC/g, muestras positivas para *Escherichia coli* 33,3 % y ausencia de *Listeria monocytogenes*.

Holguín, (2019) evaluó la calidad bacteriológica de 75 muestras de queso fresco artesanal de cinco mercados en Trujillo (La Libertad), usando el método de número más probable (NMP) para el recuento de coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*. Para coliformes totales, coliformes termo tolerantes y *Escherichia coli* los valores fueron  $65,02 \times 10^3$  NMP/100g,  $50,98 \times 10^3$  NMP/100g y  $31,51 \times 10^3$  NMP/100g, en tal sentido se halló que no son recomendables para el consumidor ya que excedieron lo establecido por la Norma Técnica Sanitaria N° 071.

García (2023) en un estudio sobre la calidad de quesos frescos en Chachapoyas, Amazonía, analizando 60 muestras mediante métodos microbiológicos para identificar y cuantificar las bacterias, encontraron aerobios mesófilos viables con recuentos promedio que variaron entre  $6.4 \times 10^8$  y  $7.1 \times 10^8$  UFC/g. *E. coli* estuvo presente en el 100% de las muestras, mientras que *Salmonella* no se detectó. Los niveles de *E. coli* excedieron los límites máximos aceptables establecidos por la R.M. N° 591-2008-Minsa y la norma técnica sanitaria N° 071-Minsa/Digesa.

### **2.1.3. A nivel regional**

Brousett et al. (2015) aislaron *Escherichia coli* en agar MacConkey y contaron bacterias mesófilas aerobias en placas para evaluar la calidad microbiológica de la leche cruda en ocho cuencas de la zona de Puno. En consecuencia, dos cuencas no cumplían las normas del NTP para bacterias mesófilas aerobias, con recuentos medios de  $2,15 \times 10^7$  UFC/ml y  $1,43 \times 10^7$



UFC/ml; también descubrieron que *E. coli* estaba presente en la leche, aunque era de bajo grado higiénico.

Minaya et al. (2015) en Puno encontraron en siete tanques de leche de la ciudad de Puno: Mañazo, Azángaro, Cabanillas, Acora, Ilave, Vilque y Ayaviri, la presencia de bacterias mesófilas en la mayoría de los casos dentro de los límites establecidos, a excepción de dos tanques de leche y en el caso de *Escherichia coli*, ninguno de las cuencas cumplió con los estándares establecidos. A su vez, los 17 indicadores fisicoquímicos analizados fueron generalmente aceptables para la leche cruda de vaca según el NTP, excepto la acidez

Cansaya, (2018) estudió el proceso de estandarización del queso tipo paria pasteurizado en la Cooperativa Agraria San Pedro de Huacullani-Puno, utilizando el método de placas 3M Petrifilm. Los resultados microbiológicos, cumpliendo con los parámetros de la NTP-591-2008 y las buenas prácticas de manufactura, fueron: *Coliformes spp* =  $3.4 \times 10^2$  UFC/g, *Escherichia coli* = 0 UFC/g, *Staphylococcus aureus* =  $10^2$  UFC/g, *Listeria monocytogenes* = ausencia/g y *Salmonella sp.* = ausencia/g.

Hernández & Ayala (2018) nos indican que al evaluar la composición fisicoquímica de queso fresco determinaron valores de acidez (% ácido láctico) de 0,14, 0,17 y 0,26 %.

Churqui (2020) nos señala que la carga de *Lactobacillus spp* en quesos frescos expendidos en los mercados Unión y Dignidad, Central y Laykakota de la ciudad de Puno, presentaron promedios de  $1,57 \times 10^5$  UFC/g y  $2,97 \times 10^5$  UFC/g, siendo mayor en el mercado Unión y Dignidad y menor en el mercado Laykakota y en cuanto a los meses fue mayor en el mes de octubre y menor en el mes de



agosto; dichos valores indican que los quesos se encuentran en condiciones inocuas según el número de *Lactobacillus* sp contabilizados.

Ccaso y Huallpa (2020) investigaron la calidad microbiológica de los quesos frescos comercializados en la ciudad de Juliaca mediante el método de dilución y el recuento en placa de Petrifilm. Para el análisis se utilizaron cuatro mercados locales: Mercedes, Santa Bárbara, Túpac Amaru y Pedro Vilcapaza. De 100 muestras de queso, los resultados mostraron que sólo el 8% de las muestras tenían límites microbiológicos aceptables, y el 92% de las muestras tenían niveles insatisfactorios de *Escherichia coli*.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. La leche

La leche procede de la secreción normal de las glándulas mamarias de vacas lecheras sanas, obtenido a través de los ordeños diarios realizados de manera higiénica, completa y continua, sin que se le añadan o extraigan componentes, que es sometido a un tratamiento antes de su consumo (INEN, 2006).

Los alimentos frescos, provienen principalmente de áreas rurales, son manejados con gran cuidado debido a su naturaleza perecedera, especialmente en el contexto de las cadenas de suministro que conectan zonas rurales y urbanas. La calidad de estos productos en los mercados urbanos suele ser inconsistente y puede presentar riesgos de seguridad alimentaria, inadecuadas condiciones de almacenamiento, falta de control de temperatura y prácticas deficientes en la manipulación y transporte. Mejorar la calidad de los productos frescos requiere optimizar la infraestructura existente, como el acceso a agua potable, equipos de refrigeración, tecnologías de conservación, embalajes adecuados para



almacenamiento y distribución, servicios de limpieza, gestión de residuos y medios de transporte eficaz (FAO, 2018).

La leche es un líquido blanco, opaco, con un sabor dulce, presenta un pH cercano a la neutralidad. Su función esencial sirve como alimento exclusivo para los mamíferos después de su nacimiento, cuando el desarrollo es rápido y no puede ser reemplazada por otros alimentos (Aranceta y Serra, 2004).

Este grupo de alimentos se distingue por tener una alta concentración de proteínas con capacidad de contribuir al desarrollo corporal. Los lácteos, como la leche, el yogur y queso, son fuente de proteínas de alta calidad como lactosa, minerales como calcio y fósforo, vitaminas A, D, B2 y B12 y. El calcio presente en los productos lácteos se absorbe de manera más eficiente que en otros alimentos, ya que la lactosa, la caseína y la vitamina D que contienen facilitan su absorción, motivo por el cual los lácteos son la principal fuente de calcio para los seres humanos. Se recomienda que los adultos con sobrepeso o problemas de lípidos o cardiovasculares consuman lácteos desnatados o semidesnatados, para reducir la ingesta de grasas saturadas y colesterol. Sin embargo, estos productos contienen menos vitaminas liposolubles A y D, resultando una menor absorción de calcio (Martinez y Pedron, 2016).

#### **2.2.1.1. Microorganismos de importancia en la leche cruda**

Las bacterias son los microorganismos más comunes que favorecen su crecimiento debido a sus características. Aunque la leche contiene una gran variedad de géneros y tipos bacterianos, las bacterias lácticas y las bacterias coliformes son las más significativas en el sector lácteo (Canches, 2017).



### 2.2.1.2. Bacterias Gram positivas

Algunos de los principales géneros de bacterias lácticas como *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Vagococcus*, *Aerococcus*, *Tetragonococcus*, *Alloiococcus* y *Bifidobacterium*, se clasifican como bacterias grampositivas. Su impacto bioconservador, demostrado por la forma en que aumentan la durabilidad de ciertos insumos, hace que su investigación sea esencial en el área tecnológica.

Este efecto biopreservador se logra a través de varios mecanismos: a) algunas especies, como *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* y *Enterococcus*, producen bacteriocinas, proteínas con propiedades antibióticas que inhiben el crecimiento de bacterias competidoras; b) la producción de ácido y la disminución del pH ayudan a inhibir otras especies bacterianas y favorecen la conservación de los alimentos; c) además, la competencia por nutrientes entre las diferentes especies bacterianas facilita el efecto biopreservador (Castro et al., 2009).

*Staphylococcus aureus* es un microorganismo Gram positivo, con morfología circular y capacidad de dividirse en varios planos, formando agrupaciones irregulares. Este microorganismo utiliza carbohidratos a través de procesos de oxidación y fermentación. Su transmisión puede ser tanto directa como indirecta, principalmente por fricción. Además, algunas infecciones en los animales pueden ser endógenas, es decir, causadas por cepas residentes del mismo organismo (Castro et al., 2009).



*Staphylococcus aureus* es la principal fuente de contaminación intramamaria en rumiantes. Aunque no es un agente exclusivo de la mama, se puede encontrar en equipos, personas y materiales utilizados durante el proceso de ordeño. Esta bacteria, en forma de coco, Gram positiva y coagulasa positiva, tiende a colonizar heridas en la piel y las hiperqueratosis causadas por el ordeño en los esfínteres de los pezones (Castro et al., 2009).

Por otro lado, *Streptococcus sp.* son cocos Gram positivos que se agrupan en pares o cadenas. Son inmóviles, tienen forma esférica y un metabolismo fermentativo, siendo anaeróbicas facultativas que requieren una nutrición compleja. Estas bacterias son una de las principales causas de mastitis en bovinos, siendo altamente contagiosas. Representan el grupo B en el sistema de clasificación de Lancefield (B-estreptococos) y se consideran la segunda causa más importante de mastitis después de *Staphylococcus aureus*. Las especies más comunes son *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis* y *Streptococcus dysgalactiae*, aunque también se ha implicado a *Streptococcus parasanguinis* en infecciones mamarias, así como en casos de intoxicación estafilocócica (Negroni, 1999).

### **2.2.1.3. Bacterias Gram negativas - Bacterias coliformes:**

Se refiere a un grupo de bacterias representado por géneros como *Escherichia coli*, *Enterobacter* y *Klebsiella*. Son microorganismos Gram negativos, generalmente capsulados y no esporulados, que fermentan lactosa y pueden causar mastitis. Las infecciones que provocan mastitis



varían desde leves hasta graves y suelen indicar deficiencias en el manejo profiláctico durante el ordeño, como la falta de limpieza adecuada de la piel de los pezones, las manos y las pezoneras, así como la exposición de la leche a material fecal (Negroni, 1999).

En cuanto a la calidad de la leche cruda, esta se define como la que cumple con las características higiénicas, microbiológicas y composicionales adecuadas (Magari, 2006). La calidad de la leche es crucial para las empresas del sector lácteo y depende en gran medida de las propiedades del producto original. Por lo tanto, la calidad del producto final que llega al consumidor está estrechamente relacionada con el control ejercido sobre la leche cruda en la finca (Moreno et al., 2007). Muchos productos lácteos son susceptibles al desarrollo de microbios tóxicos y pueden contaminarse con residuos de fármacos veterinarios, pesticidas y productos químicos. Así, es fundamental implementar medidas de control higiénico en toda la cadena alimentaria para garantizar la seguridad de estos alimentos. La leche de calidad es aquella obtenida de vacas sanas, bien nutridas, libre de olores y contaminantes, que contiene las cantidades y cualidades adecuadas de sólidos (grasa, proteína, lactosa y minerales), presenta una carga microbiana mínima, está libre de bacterias patógenas (como las que causan brucelosis, tuberculosis y mastitis) y no tiene residuos químicos ni un alto número de células somáticas (Moreno et al., 2007).



### **2.2.2. El queso**

El queso es un producto lácteo que contiene proteínas, vitamina D, calcio y minerales como fósforo y potasio, y grasas que varían según el tipo de queso. En Perú, el 43% de la leche producida se destina a la elaboración de productos lácteos, principalmente quesos, un proceso realizado mayoritariamente por pequeños y medianos productores en diversas regiones del país (Flüeler y Marbach, 2021). Los quesos contienen menos lactosa y presentan una mayor concentración de nutrientes, especialmente en los quesos más maduros. Además, las proteínas del queso son más fáciles de digerir, ya que están parcialmente descompuestas (Martinez y Pedron, 2016).

#### **2.2.2.1. Composición del queso**

El queso fresco está compuesto principalmente por un 24% de grasa, 21% de proteína, 2% de carbohidratos, 25% de sales minerales, 50% de agua, 1% de sal común, además de vitaminas A, B, D, E y K. Los quesos frescos tienen un alto contenido de humedad y no han pasado por un proceso de maduración. Su sabor suele ser similar al de la leche fresca o acidificada, y su consistencia es pastosa. Este tipo de queso se caracteriza por su color blanco y por una corteza muy fina o, en algunos casos, inexistente. Además, los quesos frescos presentan un pH de 4,5 y un contenido de humedad que puede alcanzar el 60% (Vega, 2015).

#### **2.2.2.2. Elaboración del queso**

- Existen diversas formas de producir queso, dando lugar a una gran variedad de tipos, pero en general sigue varios pasos (Rodiles et al., 2023).



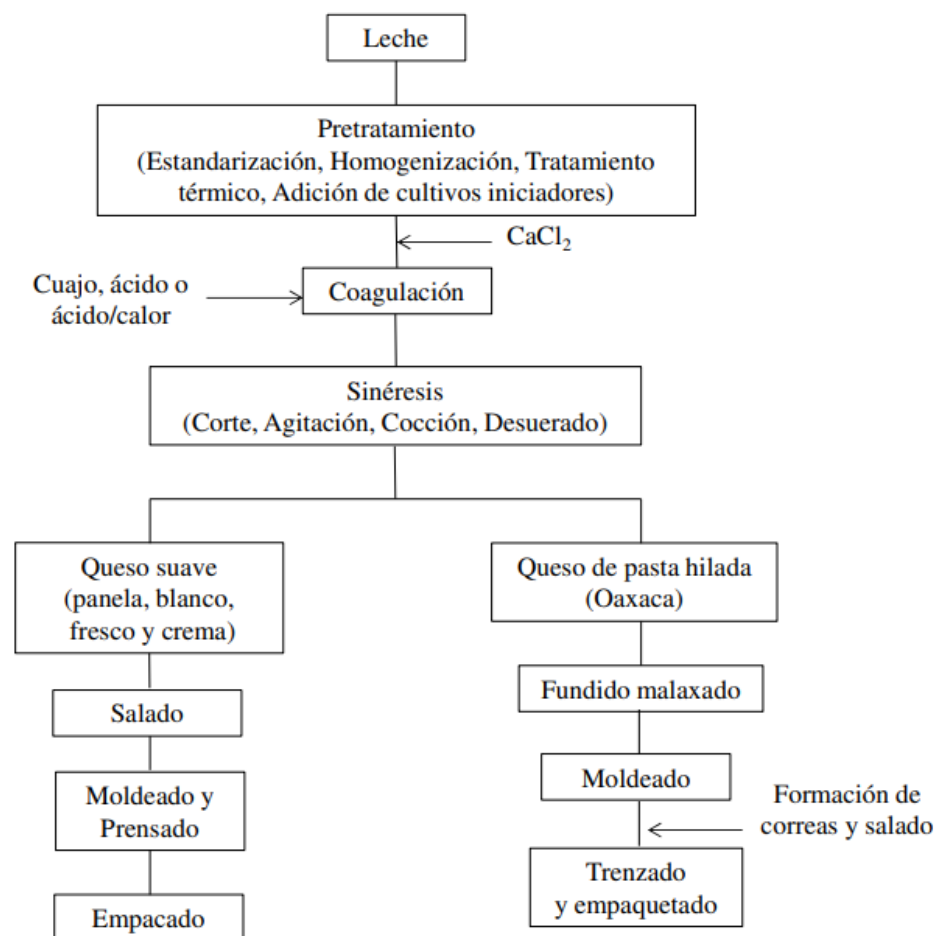


- La primera etapa del proceso implica ajustar el contenido de nutrientes mediante la estandarización, como el uso de leche descremada. La pasteurización de la leche es común, aunque algunos quesos se elaboran con leche cruda (Martinez y Pedron, 2016). La pasteurización se realiza a 63 °C durante 30 minutos o a 72 °C durante 15 segundos; es crucial mantener estas temperaturas y tiempos, ya que un exceso puede dañar las caseínas y afectar la formación de la cuajada. Para facilitar esta formación, se añade cloruro de calcio.
- Los quesos ácidos se elaboran reduciendo el pH hasta alcanzar el punto isoeléctrico de las caseínas, mientras que los quesos enzimáticos se producen mediante la acción de la enzima renina en la caseína, lo que genera la formación de cuajada, un gel de caseínas. El coágulo se corta en diferentes direcciones con mallas metálicas especiales durante el desuerado, creando fragmentos de varios tamaños. Este coágulo retiene agua y nutrientes de la leche, incluyendo carbohidratos, lípidos, minerales, vitaminas y otras proteínas (Martinez et al., 2020).
- Luego, se deja reposar durante 30 minutos para que la cuajada adquiera mayor firmeza. Después, se pasa por una tela para aislar el queso del suero, que contiene proteínas y agua no precipitada. Finalmente, se agrega sal en una concentración de 1.5 % para mejorar el sabor. El queso se coloca en moldes y se somete a presión para continuar con el desuerado hasta alcanzar la humedad deseada (Martinez et al., 2020).

- La maduración del queso consiste en inocular caseínas con microorganismos en cámaras controladas de humedad y temperatura. Esto permite reacciones químicas que descomponen proteínas en aminoácidos y lípidos en ácidos grasos, generando los aromas y sabores distintivos del queso (Badui, 2015).

**Figura 1**

*Elaboración de queso fresco*



Fuente: Gunasekaran (2016).



### 2.2.2.3. Tipos de leche para elaborar queso según tratamiento

#### térmico

- **Leche cruda:** Se calienta brevemente a 35 °C, lo que reduce la cantidad de gérmenes patógenos, aunque las bacterias naturales de la leche permanecen. Es necesario mantenerla refrigerada (A. Vásquez, 2015)
- **Leche pasteurizada:** Se calienta a 72 °C durante 15 segundos, lo que asegura la eliminación de los gérmenes patógenos, aunque las bacterias propias de la leche aún están presentes. Debe mantenerse refrigerada (A. Vásquez, 2015).
- **Leche esterilizada:** Después de ser envasada, se pone a 120 °C durante un tiempo de 20 minutos. Este proceso elimina todos los gérmenes, lo que permite conservarla a temperatura ambiente durante varios meses, aunque con una reducción significativa de nutrientes.
- **Leche ultra o alta temperatura:** Es sometido a 145 °C durante dos segundos, seguido de un envasado aséptico. Este breve tiempo de exposición al calor permite esterilizar la leche sin reducir los nutrientes y manteniendo su sabor (A. Vásquez, 2015).

### 2.2.3. Composición de la leche

La leche es un alimento rico en nutrientes, destacando la caseína, que representa entre el 77% y el 82% de sus proteínas totales, y se coagula mediante cuajo o ácidos, lo que es utilizado en la producción de queso y cuajada. Además, contiene proteínas del suero como la lactoalbúmina y la lactoglobulina. Su



contenido graso varía, encontrándose emulsionado en glóbulos recubiertos por una membrana protectora, y se clasifica comercialmente en leches enteras, semidesnatadas y desnatadas. Investigaciones han permitido modificar el porcentaje de ácidos grasos insaturados mediante la dieta de las vacas. En cuanto a los glúcidos, la lactosa es el principal azúcar, con 37-54 g/l, mientras que la glucosa y la galactosa se encuentran en menor cantidad. La leche también es rica en minerales como calcio, sodio, potasio y magnesio, siendo una excelente fuente de calcio. Las vitaminas A, B1, B2, C y D están presentes en pequeñas cantidades, pero son esenciales para la salud, destacando las vitaminas A y D, que son liposolubles, mientras que las demás son hidrosolubles. En leches desnatadas, la eliminación de la grasa provoca la pérdida de estas vitaminas, aunque pueden añadirse posteriormente (Vega, 2015).

#### 2.2.4. Análisis fisicoquímicos de leche y queso fresco

##### 2.2.4.1. Densidad

La densidad es la masa por unidad de volumen, expresándose en g/ml o kg/m<sup>3</sup>; para el agua, es 1 g/ml. El picnómetro es un método simple para medirla, basado en tres mediciones gravimétricas. Aunque fácil, requiere comprensión y habilidades para obtener resultados precisos, además de seguir ciertas precauciones. La densidad de los líquidos varía con la temperatura debido a cambios en el volumen.

- **Factores que Afectan la Densidad de la Leche Fresca**
- **Contenido de Grasa:** La leche con mayor contenido de grasa tendrá una densidad ligeramente menor que la leche con bajo contenido de grasa. Esto se debe a que las grasas son menos densas



que el agua. La leche cruda con un alto porcentaje de grasa, como la leche de ciertas razas de vacas, puede tener una densidad más baja.

- **Temperatura:** La densidad de la leche varía con la temperatura. A medida que la temperatura de la leche aumenta, su densidad disminuye. Por lo tanto, es importante medir la densidad de la leche a una temperatura estándar (generalmente **15°C**).
- **Contenido de Sólidos No Grasos:** La cantidad de sólidos no grasos, como proteínas y minerales, también influye en la densidad. La leche con más sólidos totales (menos agua) tendrá una densidad más alta.
- **Adulteración:** Si la leche ha sido adulterada con agua, su densidad disminuirá. Un descenso en la densidad puede ser una señal de que la leche ha sido diluida, lo que afectaría su calidad y composición nutricional.

#### 2.2.4.2. Acidez titulable

La titulación volumétrica ácido-base es un método sencillo para determinar la concentración de un ácido en una solución mediante la neutralización con una base, utilizando un indicador que cambia de color al alcanzar el punto final. En la ciencia de los alimentos, se emplea comúnmente la fenolftaleína, que es incolora en su forma ácida y se torna rosa fucsia en su forma básica, cambiando de color entre pH 8.3 y 10.0 (Skoog et al., 2015).



- **Valores Normales de Acidez Titulable en Leche Fresca**
  - En la leche fresca que proviene de vacas sanas, la acidez titulable debe ser relativamente baja. En condiciones normales, la leche fresca tiene una acidez titulable que oscila entre 0.12% y 0.18% de ácido láctico. Este nivel indica que la leche está en buenas condiciones para su consumo y no ha comenzado el proceso de fermentación.
  - **Acidez normal:** Entre 0.12% y 0.18% de ácido láctico.
  - **Acidez alta:** Si la acidez titulable supera este rango, puede ser una señal de que la leche ha comenzado a fermentarse o ha sido afectada por contaminación bacteriana, lo que puede alterar su sabor y propiedades nutritivas.
- **Importancia de la Acidez Titulable en Leche Fresca**
  - **Indicador de frescura y calidad:** Un aumento de la acidez en la leche fresca indica que la leche ha comenzado a deteriorarse o ha sido contaminada, lo que afecta su calidad y seguridad para el consumo. La acidez titulable es una de las primeras señales de que la leche ya no es completamente fresca.
  - **Control de la fermentación:** La leche fresca debe mantener una acidez baja, ya que una fermentación prematura o descontrolada puede llevar a la leche a una fase de acidez no deseada, lo que puede hacerla inapropiada para la producción de lácteos como quesos y yogur.



- **Prevención de enfermedades:** Una acidez anormalmente alta puede ser indicativa de una contaminación bacteriana no controlada, lo que aumenta el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos.
- **Cumplimiento de normativas:** En muchos países, incluidas las normativas peruanas, existen límites establecidos para la acidez titulable en la leche fresca. Estos límites están diseñados para garantizar que la leche esté dentro de un rango de calidad aceptable para su procesamiento y consumo.

El grado de acidez afecta las características sensoriales y la estabilidad microbiológica de los alimentos, por lo que es un aspecto crítico en el control de alimentos tanto en su estado fresco como durante el procesamiento y almacenamiento (Codex Alimentarius, 2011)

#### 2.2.4.3. Humedad

La humedad mide el vapor de agua en un gas y se expresa de diferentes maneras según la aplicación, como la temperatura de bulbo húmedo en meteorología o el punto de rocío en cilindros de gas. En la industria alimentaria, es crucial para la estabilidad del producto, ya que un mayor contenido de agua aumenta el riesgo de deterioro. Controlar la humedad es esencial en el procesamiento y conservación de alimentos, así como en procesos industriales, para formular productos adecuadamente y evaluar pérdidas (Zumbado, 2002).



- **Factores que Afectan el Contenido de Humedad en los Quesos Frescos**
  - **Tipo de Leche:** La leche utilizada en la producción del queso es uno de los factores más importantes que influye en el contenido de humedad. La leche de vaca, cabra o oveja tiene diferentes niveles de agua, grasa y proteínas, lo que afecta la consistencia final del queso (Talledo, 2020).
  - **Método de Producción:** El proceso de fabricación del queso, que incluye la coagulación, el drenaje del suero y el prensado, también afecta la cantidad de humedad en el queso. En los quesos frescos, el drenaje del suero es limitado, lo que conserva la humedad (Talledo, 2020).
  - **Maduración:** En los quesos frescos, que no suelen pasar por un proceso de maduración prolongada, la humedad se mantiene en niveles elevados. A diferencia de los quesos curados, que pierden humedad con el tiempo, los quesos frescos conservan su agua hasta el momento de su consumo.
  - **Almacenamiento y Manipulación:** Las condiciones de almacenamiento, como la temperatura y el empaque, juegan un papel importante en la conservación de la humedad en los quesos frescos. Un almacenamiento adecuado a bajas temperaturas puede ayudar a mantener la humedad sin que se desarrolle contaminación microbiana (Talledo, 2020).





#### 2.2.4.4. Cenizas

Las cenizas en un alimento equivalen al residuo inorgánicos realizado después de la incineración de un alimento. La determinación del contenido de cenizas en los alimentos es un indicador del contenido total de minerales, materia inorgánica y micro elementos que cumplen funciones metabólicas importantes en el organismo, así mismo es indicativa de posibles adulteraciones, permite detectar posibles contaminaciones metálicas en los alimentos durante el proceso de producción y almacenamiento (Zumbado, 2002).

Tras eliminar posibles impurezas y las partículas de carbono resultantes productos de la combustión incompleta, el residuo obtenido representa el mineral del alimento (NTE-INEN-520, 1980).

En Perú, la calidad de los productos lácteos, incluidos los quesos, está regulada por normas sanitarias y microbiológicas establecidas por el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), específicamente bajo el Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, que establece los límites microbiológicos permitidos en productos lácteos como el queso. Sin embargo, no se regula de manera tan estricta el contenido de cenizas en quesos frescos, aunque en algunos casos las Normas Técnicas Peruanas (NTP), como la NTP 201-021, brindan lineamientos generales sobre la composición de los quesos (Ballesta, 2014).

Por otro lado, las normas internacionales, como la Norma Técnica Mexicana NMX-F-092-1970, establecen que el contenido mínimo de cenizas en quesos procesados debe ser del 0,5%. Este valor es utilizado



como referencia para establecer los estándares de calidad en varios países productores de queso, y se emplea en Perú como punto de comparación.

- **Importancia Nutricional de las Cenizas en los Quesos**

- **Composición Mineral:** Las cenizas son una medida indirecta de los minerales presentes en el queso. Aunque no aportan directamente nutrientes como las proteínas o las grasas, los minerales que se encuentran en las cenizas son esenciales para la salud. Los quesos, especialmente los quesos curados, son una fuente importante de calcio, fósforo y magnesio, que son cruciales para la salud ósea, la función muscular y el metabolismo celular (Bardalas, 2019).
- **Calcio:** El calcio es uno de los minerales más abundantes en las cenizas del queso. Este mineral es esencial para la salud ósea y dental, y su presencia en los quesos contribuye a la prevención de enfermedades como la osteoporosis. Los quesos son una de las principales fuentes de calcio en la dieta, por lo que el contenido de cenizas refleja indirectamente la cantidad de calcio disponible (Bardalas, 2019).
- **Fósforo y Magnesio:** Además del calcio, el fósforo y el magnesio son otros minerales importantes que se encuentran en las cenizas del queso. El fósforo es esencial para la formación de huesos y dientes, y también juega un papel crucial en la producción de energía. El magnesio, por su parte, contribuye a la función muscular y nerviosa (Bardalas, 2019).



- **Calidad y Control de Producción**

- **Control de la Calidad del Producto:** El contenido de cenizas es un indicador de la calidad y el proceso de producción del queso. Un contenido excesivo de cenizas puede ser un indicio de un queso de baja calidad, producido con métodos inadecuados o con leche que no ha sido tratada adecuadamente. Por el contrario, un bajo contenido de cenizas puede sugerir una escasez de nutrientes esenciales, lo que podría afectar la calidad nutricional del queso (García, 2006).
- **Proceso de Fabricación:** El contenido de cenizas también refleja aspectos del proceso de fabricación, como el tipo de leche utilizada, la técnica de coagulación y el tratamiento térmico. En la producción de quesos, el control de la cantidad de cenizas es importante, ya que puede ser un indicativo de una correcta separación del suero y de un buen proceso de curado (García, 2006).

Los métodos para la determinación de cenizas son los siguientes:

- a. **Método en seco:** es una técnica común para cuantificar minerales en alimentos, descomponiendo la materia orgánica y dejando solo los inorgánicos. Mide cenizas solubles en agua y medios ácidos. La oxidación se realiza sin llama a 550-600 °C, y los materiales inorgánicos que no se volatilizan se denominan cenizas (Nollet, 1996).



**b. Método húmedo:** Este método determina minerales inorgánicos al descomponer materia orgánica en un medio ácido y medir las sales precipitadas. Las cenizas se clasifican en alcalinas, ácidas y neutras según los aniones o cationes. Minerales como tartratos y citratos generan cenizas alcalinas, y un índice de alcalinidad puede indicar carbonatos en solución acuosa (Nollet, 1996).

La determinación de cenizas tiene importancia porque:

- Permite conocer el porcentaje de minerales en los alimentos.
- Establece la calidad comercial de los productos.
- Brinda conocer las adulteraciones en alimentos, como en el material de carga, conservadores, coagulación de la leche destinados a quesos, neutralizantes de la leche que empiezan a acidificarse.
- Grado de limpieza de los vegetales.
- Caracteriza y evalúa la calidad de alimento

### **2.2.5. Calidad microbiológica de los alimentos**

La humedad es crucial en la conservación de alimentos, ya que influye en su duración y en el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) debido a patógenos. La detección de estos microorganismos puede ser complicada y costosa, y a veces no se detectan por factores como el clima o su cantidad. Esto implica un riesgo constante de contaminación durante el manejo de alimentos.



Los patógenos en alimentos dificultan la prevención, por lo que las normativas alimentarias utilizan microorganismos indicadores para evaluar la calidad microbiológica. Estos indicadores alertan sobre manejo inadecuado y contaminación, aumentando el riesgo de patógenos. Además, son más fáciles y económicos de detectar en el laboratorio, permitiendo identificar problemas antes de que los patógenos se desarrollen (Ashbolt et al., 2015).

Los microorganismos indicadores en alimentos son:

- **Indicadores de condiciones de manejo o eficiencia del proceso:** Integran los mesófilos aerobios, coliformes totales, hongos y levaduras.
- **Indicadores de contaminación fecal:** Forman parte los coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, enterococos, entre otros.

La elección de estos indicadores microbiológicos en un alimento se basa principalmente de los riesgos y de la información necesaria para evaluar el alimento manteniendo así un enfoque preventivo (Ashbolt et al., 2015).

## 2.2.6. Indicadores bacteriológicos de leche y queso fresco

### 2.2.6.1. Coliformes

Los géneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*, que son bacilos Gram negativos de la familia Enterobacteriaceae, son aerobios y anaerobios facultativos, y son oxidasas negativas. Se encuentran en el intestino de humanos y animales de sangre caliente, sirviendo como indicadores de contaminación fecal. Su presencia en los alimentos indica contaminación post-pasteurización, generalmente debido



a prácticas de higiene inadecuadas durante la fabricación del queso (Calampa et al., 2018).

#### **2.2.6.2. *Escherichia coli***

*Escherichia coli*, un bacilo Gram negativo de la familia Enterobacteriaceae, es no esporulado y puede ser móvil gracias a flagelos peritricos. Es aerobio facultativo y se distingue por fermentar lactosa, produciendo gas a 44 °C en 24 horas, además de generar indol a partir de triptófano. Su fácil eliminación mediante tratamiento térmico lo convierte en un indicador útil de contaminación que ocurre después del proceso térmico (González y Rojas, 2018).

Se encuentra en el sistema digestivo de los seres vivos de sangre caliente. Su presencia en los alimentos indica contaminación fecal. La mayoría de las cepas de *Escherichia coli* son comensales inofensivos y constituyen aproximadamente el 1% de la flora microbiana intestinal sin embargo algunas cepas patógenas son capaces de causar enfermedades graves por medio de la producción de toxinas, adherirse e invadir células huésped, interferir con el metabolismo celular y destruir tejidos (Edwards y Ewing, 1972)

Los medios para su aislamiento son el agar MacConkey con lactosa y el medio eosina azul de metileno (EMB o Levine), los cuales permiten diferenciar entre colonias no y fermentadoras de lactosa. Las colonias fermentadoras de lactosa negativa, pueden ser patógenas (Edwards y Ewing, 1972)

### 2.2.6.3. Aerobios mesófilos

Las bacterias aerobias mesófilas viables son indicadores de alteración en productos, indicando condiciones inadecuadas en su procesamiento o almacenamiento. Si superan los límites aceptables en UFC/g, señalan que los quesos están en descomposición. Estas bacterias, que incluyen mohos y levaduras, crecen a 30 °C.

Las bacterias aerobias se desarrollan en temperaturas medias, entre 30 °C y 37 °C, y crecen en medios de agar nutritivo. Aunque no son siempre patógenos, representan la totalidad de microorganismos presentes en el alimento y son utilizadas como indicadores de las condiciones higiénicas. La presencia de los aerobios totales puede afectar negativamente en la calidad de un alimento (González y Rojas, 2018).

### 2.2.6.4. *Staphylococcus aureus*

El género *Staphylococcus* incluye cocos Gram positivos de 0.5 a 1.5 µm que se agrupan en racimos similares a uvas. Estas bacterias son anaerobias facultativas, no esporuladas ni móviles, y aunque no suelen tener cápsulas, algunas cepas pueden desarrollar una cápsula de limo. La mayoría produce catalasa, una enzima que descompone el peróxido de hidrógeno en agua y libera oxígeno (Kuroda et al., 2001).

Las especies de *Staphylococcus* crecen en 18 a 24 horas, formando colonias lisas y brillantes, de color amarillo a dorado. Muchas presentan β-hemólisis en agar sangre. Se distinguen por producir coagulasa y su resistencia al calor, además de crecer en medios con 7.5% de NaCl. (Marcos y Meurer, 2005)



*S. aureus* crece eficazmente en medios no selectivos de agar chocolate, sangre, infusión cerebro-corazón (BHI) y en medios para hemocultivos. Sin embargo, la mayoría de los laboratorios utilizan el agar sal manitol, o medio de Chapman, con concentraciones altas de sal que inhibe el crecimiento de las bacterias Gram negativas, facilita la identificación presuntiva de *Staphylococcus aureus* debido pigmentación amarilla característico de esta especie (Marcos y Meurer, 2005).

El crecimiento de *Staphylococcus aureus* en alimentos es preocupante debido a su capacidad de producir enterotoxinas, que pueden causar intoxicaciones severas. La toxina tipo A es la más peligrosa. Con solo  $1.06 \times 10^2$  UFC/g de alimento, se puede generar suficiente toxina, y un nanogramo puede provocar síntomas de intoxicación. Además, los alimentos contaminados suelen no mostrar cambios en apariencia, olor o sabor, dificultando su identificación. La manipulación a temperaturas entre 7.2 °C y 60 °C después de la preparación aumenta el riesgo de intoxicación.(FDA, 2003)

## **2.2.7. Reglamento de la leche y productos lácteos, MINAGRI N° 007-2017**

### **2.2.7.1. Especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad**

La leche y productos lácteos deben cumplir con los criterios establecidos para residuos de plaguicidas, residuos de medicamentos de uso veterinario, contaminantes microbiológicos, metales pesados u otros contaminantes, establecidos en la normativa sanitaria nacional vigente o, en su defecto, con lo referido en las normas del Codex Alimentarius; y, en lo no previsto por estas, con lo señalado en las regulaciones federales de



los Estados Unidos de América o, en su defecto, con lo establecido por la normativa de la Unión Europea (MINAGRI, 2017).

**Tabla 1**

*Parámetros fisicoquímicos de leche fresca*

Característica	Unidad	Especificaciones	
		Mínimo	Máximo
Densidad a 15 °C	g/ml	1,0296	1,0340
Materia grasa láctea	g/100g	3,2	-
Acidez titulable, como ácido láctico	g/100g	0,13	0,17
Ceniza	g/100g		0,7
Extracto seco	g/100g	11,4	-

Fuente: (MINAGRI, 2017)

La leche fresca que es destinada a la comercialización debe proceder de animales libres de enfermedades y deben cumplir con la calidad sanitaria e inocuidad que determina el Ministerio de Salud.

**Tabla 2**

*Parámetros microbiológicos de leche fresca*

Agente Microbiano	Unidad	Categoría	Clase	N	c	Limite por ml	
						m	M
Aerobios mesófilos	UFC/ ml	3	3	5	1	$5 \times 10^5$	$10^6$
Coliformes	UFC/ ml	4	3	5	3	$10^2$	$10^3$

Fuente: (MINAGRI, 2017)

### 2.2.7.2. Parámetros microbiológicos de los quesos frescos

El queso fresco debe cumplir las especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad que establece el Ministerio de Salud:

**Tabla 3**

*Parámetros microbiológicos de los quesos frescos*

Agente Microbiano	Unidad	Categoría	Clase	n	c	Límite	
						m	M
Coliformes	UFC/g	5	3	5	2	$5 \times 10^2$	$10^3$
<i>Salmonella sp.</i>	P o A/25g	10	2	5	0	Ausencia	--
<i>E. coli</i>	NMP/g	6	3	5	1	3	10
<i>S. aureus</i>	UFC/g	7	3	5	2	10	$10^2$
<i>L. monocytogenes</i>	P o A/25g	10	2	5	0	Ausencia	--

Nota: P = Presencia; A = Ausencia

Fuente: (MINAGRI, 2017)

**Tabla 4**

*Parámetros fisicoquímicos de los quesos frescos*

Característica	Unidad	Elaborado a base de leche entera	Elaborado a base de leche parcialmente descremada	Elaborado a base de leche descremada
<b>Materia grasa láctea en el extracto seco</b>	g/100g	$\geq 40$	$\geq 15$	$< 15$
<b>Humedad</b>	g/100g	$\geq 46$	$\geq 46$	$\geq 46$

Fuente: (MINAGRI, 2017)

### 2.2.8. Enfermedades de transmisión alimentaria

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) son una importante causa de morbilidad en todo el mundo. Según la OMS, afectan especialmente a los países en desarrollo, contribuyendo a enfermedades y mortalidad. Los principales patógenos incluyen norovirus, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Taenia*



*solium, Clostridium perfringens, Staphylococcus aureus y Escherichia coli O157*  
(Rodríguez et al., 2015)

Se estima que el 70% de las infecciones diarreicas son causadas por la ingestión de alimentos contaminados por microorganismos patógenos y toxinas. Estas enfermedades surgen en cualquier lugar, pero son comunes en áreas con prácticas inadecuadas de higiene y condiciones de hacinamiento (Zúñiga y Caro, 2017).

Según la OMS, en los países en desarrollo, las ETAs son la principal causa de enfermedad y mortalidad, con un impacto socioeconómico considerable. En los países desarrollados, las ETAs generan pérdidas sustanciales en productividad, así como altos costos asociados con el uso de servicios de salud y la supervisión de políticas de seguridad alimentaria. Los cambios en los hábitos alimentarios, como el aumento del consumo de alimentos envasados, comidas fuera del hogar, alimentos preparados y comida rápida, han contribuido al incremento de estas enfermedades (Olea et al., 2012).

La contaminación de alimentos, infecciones bacterianas, intoxicaciones, es común y afecta especialmente a las personas con recursos económicos bajos por lo que tienen acceso a alimentos de bajo costo, cuyo nivel de calidad e inocuidad puede ser cuestionable. También se presenta en alimentos preparados para la venta pública con deficientes prácticas de preparación, manipulación. Los consumidores también pueden provocar contaminación al tocar los alimentos con manos sucias o usar utensilios contaminados (Rodríguez et al., 2015).

La falta de conocimiento sobre buenas prácticas de manufactura e inocuidad contribuyen significativamente a la contaminación e impactan de



manera negativa en la preparación y manipulación de alimentos, tanto en el ámbito familiar como comercial. Afecta especialmente a los grupos más vulnerables, como los niños, ancianos y personas inmunodeprimidas (Zúñiga y Caro, 2017).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 ZONA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la ciudad de Puno, los muestreos de los quesos y la leche frescas se llevaron a cabo en los mercados Laykakota ubicada en las coordenadas  $15^{\circ}50'46.7''$  – S y  $70^{\circ}01'14.2''$  – O, Unión – Dignidad en las coordenadas  $15^{\circ}50'23.9''$  – S y  $70^{\circ}01'10.4''$  – O y en el Central entre las coordenadas  $15^{\circ}50'14.7''$  – S y  $70^{\circ}01'35.6''$  – O. Dichos mercados fueron elegidos en razón de que son los más grandes y de mayor concurrencia, donde expenden no solo artículos de primera necesidad, sino también ropa, comidas, artículos de limpieza, calzados, entre otros artículos, durante los siete días de la semana. Concerniente al análisis de las muestras recolectadas, fueron procesadas en el laboratorio de Microbiología clínica de la facultad de ciencias biológicas de la Universidad del Altiplano Puno.

#### Figura 2

*Ubicación de los mercados Laykakota, Unión – Dignidad y Central en la ciudad de Puno - 2022*



Fuente: Elaboración propia.



El mercado Laykakota se distingue por contar con un solo nivel, con pasillos amplios y cuatro entradas, organizados en secciones dedicadas a alimentos, carnes, pescados, cantimploras, verduras, abarrotes, entre otros. Por su parte, el mercado Unión – Dignidad tiene una estructura similar en cuanto a distribución y cantidad de pisos. En cambio, el mercado Central cuenta con dos niveles, siendo el segundo piso el área destinada a la venta de alimentos, ropa, telas y productos relacionados con la sastrería.

### **3.2 DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño de investigación fue observacional, en razón de que no se manejaron variables independientes ni tratamientos controles. El tipo de investigación fue analítico, debido a que se registró, describió e interpretó los resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos en muestras de queso y leche fresca procedentes de los mercados de la ciudad de Puno (Hernández et al., 2014).

### **3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población fue representada por todos los quesos y leches vendidos en los tres mercados: Laykakota, Unión – Dignidad y Central. Dado que no es posible cuantificar de manera exacta esta población y debido a que el número de vendedores de productos lácteos varía, incluso a lo largo de la semana, se optó por realizar un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se recolectaron un total de 12 muestras de queso y leche correspondiente a zonas de puesto de venta interiores y exteriores, de cada mercado, lo que sumó un total de 36 muestras. Los detalles de la distribución de las muestras se presentan en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Número de muestras y zonas de colección de muestras de queso y leche en los mercados de la ciudad de Puno- 2022*

Número de muestreo	Mercados						Total
	Laykakota		Unión – Dignidad		Central		
	I	E	I	E	I	E	
1	1	1	1	1	1	1	6
2	1	1	1	1	1	1	6
3	1	1	1	1	1	1	6
4	1	1	1	1	1	1	6
5	1	1	1	1	1	1	6
6	1	1	1	1	1	1	6
<b>Total</b>	6	6	6	6	6	6	36

*Nota:* I=Zona interior, E=Zona exterior

Fuente: Elaboración propia.

### **3.4 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE QUESOS Y LECHE FRESCA EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE PUNO**

**Toma de muestra:** Las muestras de queso (350g) y leche fresca (1L) de vaca se obtuvieron de puestos de venta de los diferentes mercados. Las muestras fueron debidamente rotuladas para su respectiva identificación de procedencia, luego fueron transportadas en un cooler con refrigerantes, de manera que, las muestras se mantengan en condiciones óptimas. Luego fueron transportadas al laboratorio de Microbiología clínica de la Universidad Nacional del Altiplano para realizar los análisis microbiológicos y fisicoquímicos. Se evaluaron las características microbiológicas y fisicoquímicas. Para así poder determinar la calidad de queso y leche fresca que se expende en los mercados



de la ciudad de Puno. Del mismo modo se realizó la comparación con los parámetros establecidos en la NTP.

### 3.4.1 Determinación de la densidad

- **Método**

Determinación de densidad por el método Lactodensímetro

- **Fundamento**

Se refiere a la relación entre la densidad de una sustancia y la densidad del agua destilada, ambas consideradas a una temperatura específica. El lactodensímetro, cuya temperatura de referencia es 20 °C y que tiene graduaciones de 0.001, se utiliza para determinar esta relación, tomando en cuenta otras sustancias que proporcionen una medición más precisa a la misma temperatura. Además, se utiliza una probeta de 250 cm<sup>3</sup>, con dimensiones adecuadas para permitir que el lactodensímetro se mueva libremente durante el proceso de medición (Jurado y Insuasty, 2021).

- **Procedimiento**

Se homogenizo la leche fresca de vaca comercializada de los mercados de la ciudad de Puno, para evitar la formación de espuma, se vertió la muestra de leche a través de las paredes de la probeta 100 ml.

Introducimos el lactodensímetro con cuidado hasta encontrarse en reposo para luego realizar un movimiento de rotación, se dio lectura a la escala en el nivel de la leche y se registró la temperatura. Se obtuvo la lectura de la escala en el nivel de la leche fresca de cada mercado para seguidamente registrarla.





Si la temperatura de la leche era de 15 °C, el valor indicado en la escala del lactodensímetro correspondía a la densidad expresada en grados de Quevenne. Si la temperatura fue distinta se hizo la corrección, sumando 0,0002 a la densidad leída, por cada grado de temperatura respectivamente mayor a 15 °C (Huayhua, 2018), mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad} \left( \frac{g}{ml} \right) = [(T1 - T2) * 0.002] + L$$

Donde: T1= Temperatura del termómetro. T2= Temperatura de lectura del lactodensímetro (15 °c). L = Lectura de la densidad del lactodensímetro.

### 3.4.2 Determinación de la acidez titulable

- **Método**

Método volumétrico

- **Fundamento**

El método volumétrico se utiliza para cuantificar la acidez titulable, que es la concentración de ácidos orgánicos libres en un residuo líquido o en una determinada masa de agua. Los extractos o zumos de frutas se neutralizan con una base fuerte. Su valor sirve como criterio de calidad alimentaria. se determinará por métodos volumétricos, midiendo los volúmenes.

- **Procedimiento**

Se homogenizo las muestras de leche fresca de los mercados de la ciudad de Puno de manera cuidadosa para evitar la espuma, luego se tomó 9ml de la leche cruda de vaca con una pipeta, se pasó a un matraz Erlenmeyer de 50 ml. Se agregó 3 gotas de fenolftaleína al 1 % y se agitó la muestra y se tituló con la solución de



hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N, dejando caer de forma lenta gota a gota hasta que tome un tono de color rosado mantenerse por 30 segundos. El resultado se expresa en grados Dornic ( $^{\circ}D$ ), los valores normales según establecido en la norma técnica es de 0.13 a 0.17%

Una vez que se ha determinado la cantidad de NaOH utilizada (en ml), se multiplica por 9. Esto ajusta la medición para obtener la acidez en grados Dornic ( $^{\circ}D$ ). El valor obtenido en el paso anterior se divide entre 10 para normalizarlo y obtener el valor final de la acidez en grados Dornic ( $^{\circ}D$ ).

$$\text{Acidez titulable } (^{\circ}D) = \frac{9 \times \text{ml NaOH } 0.1 \text{ N utilizado}}{10}$$

Donde: NaOH 0.1: Es una solución estándar de hidróxido de sodio. 0.1 N utilizado: Es el volumen de la solución de NaOH que se ha necesitado para neutralizar el ácido. 9: Es un factor de conversión que depende de la cantidad de ácido láctico (u otros ácidos) presente en la muestra.

### 3.4.3 Determinación de cenizas

- **Método**

Ignición

- **Fundamento**

El residuo inorgánico que queda tras quemar materia orgánica se conoce como ceniza alimentaria. El contenido mineral del alimento original no tiene por qué ser exactamente el mismo que el de la muestra de ceniza. El contenido mineral total del alimento está representado por dicha muestra (Soria, 2014).



- **Procedimiento**

Se marco el crisol de porcelana con lápiz en la parte inferior y se secó en la estufa a 105°C, de ahí con la ayuda de una pinza, se sacó el crisol de la estufa, y se depositó inmediatamente en el desecador para que enfriara y evitar así que se absorbiera humedad del ambiente; una vez se alcanzó la temperatura ambiente, se pesó en la balanza analítica y se anotó el peso; después se taro la balanza y se pesó 5g de la muestra de queso fresco en el crisol donde la muestra fue previamente triturada y homogenizada para luego colocar el crisol en la estufa, a 90-110 °C durante la noche para expulsar el agua, de ahí se sacó el crisol de la estufa, y se agregaron unas gotas de aceite de oliva, seguido se carbonizo en la plancha de calentamiento hasta que dejo de salir humo de la muestra; se Colocó el crisol de porcelana en la mufla a una temperatura de 525 °C hasta que la ceniza se incinero y se colocó gris después se apagó la mufla y se esperó que la temperatura bajara a 200 °C, se sacó el crisol de la mufla directamente al desecador para evitar la absorción de humedad hasta que se enfriara la muestra se procedió a pesar en balanza analítica.

Se calculó el porcentaje de la ceniza de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Peso de ceniza}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Donde: Peso de ceniza: Es el peso de los residuos inorgánicos que quedan después de quemar la muestra en un horno a alta temperatura. Peso de la muestra: Es el peso inicial de la muestra antes de la combustión.



### 3.4.4 Determinación de la humedad

- **Método**

Secado en estufa.

- **Fundamento**

El método más común para determinar el contenido de humedad es analíticamente a través de la pérdida de peso mediante el método de secado en mufla o estufa, en el que el contenido de humedad se determina a partir del cambio de peso de la muestra después de la evaporación del agua absorbida en el horno (Austin et al., 2013)

- **Procedimiento**

Se rotulo y se secó una capsula de porcelana (mortero) temperatura de 105°; Con la ayuda de una pinza, se sacó la cápsula de porcelana de la estufa, y se depositó inmediatamente en el desecador para enfriar y evitar que absorbiera humedad del ambiente. Una vez se alcanzó la temperatura ambiente, se pesó cápsula en la balanza analítica y se anotó el peso, Se Taro la balanza y se pesó en la cápsula de 5 gramos de la muestra de queso fresco previamente triturada en el mortero y homogenizada ; Se colocó la cápsula de porcelana en la estufa a una temperatura de 90-110 °C, de 2 a5 horas para la evaporación del agua , Se sacó la cápsula de porcelana de la estufa y se colocó en el desecador hasta que se enfrió ,Se pesó la cápsula y se anotó el peso encontrado. Para poder determinar el porcentaje de humedad se realizaron los cálculos con la siguiente formula



$$\% \text{ humedad} = (M_1 - M_2) \frac{100}{(M_1 - M_0)}$$

Donde:  $M_0$  = peso en g;  $M_1$  = peso en g muestra antes del secado; y  $M_2$  peso en g muestra después del secado.

### 3.5 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS DE QUESO Y LECHE FRESCA EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE PUNO

#### 3.5.1 Cuantificación de coliformes

- **Método**

Siembra y recuento en placa

- **Fundamento**

El grupo de los coliformes, que constituye el 10% de los microorganismos intestinales humanos, son bacterias bacilares Gram negativas que fermentan la lactosa a 37 °C y producen gas (CO<sub>2</sub>) y ácido tras 48 horas de incubación. Pueden ser anaerobias facultativas o aerobias, son oxidasas negativas, no forman esporas y tienen actividad enzimática galactosidasa B. Se encuentran en muchas partes diferentes del ecosistema, incluidos los suelos, las plantas y las fuentes de agua. Entre ellas se encuentran *Klebsiella sp.*, *Citrobacter sp.*, *Enterobacter sp.* y *Escherichia coli* (Carrillo y Lozano, 2008).

- **Procedimiento**

Se pesaron 25 gramos de queso fresco para homogenizarlo en 225 ml de 0.1% agua peptonada estéril. Se realizaron diluciones a partir de la muestra homogenizada hasta 10<sup>-3</sup>, cada tubo y de cada dilución se inocularon por duplicado 100 ul en placas de Agar Chromocult previsto para su uso en



laboratorios para análisis de alimentos que fueron incubadas a 37 °C por 24 horas. Pasado este tiempo se observó el crecimiento de las colonias de coliformes totales las cuales fueron de color salmón a rojo. Si aparecen colonias de color azul claro a turquesa o incoloras, puede tratarse de otras bacterias Gram negativas.

Se procedió a contar las colonias (contador de colonias) de cada una de las placas, que correspondían a cada dilución de la muestra de queso fresco de los diferentes mercados, el número de colonias se multiplicaron por su dilución correspondiente, la sumatoria se dividió por el número de diluciones y como resultado nos dió el número total de bacterias por gramo de alimento, que representa el número de unidades formadoras de colonia (UFC)

### 3.5.2 Cuantificación de aerobios mesófilos

- **Método**

Siembra y recuento en placa

- **Fundamento**

Los microorganismos mesófilos en alimentos son aquellos microorganismos que se desarrollan en presencia de oxígeno libre y a una temperatura comprendida entre 20°C y 45 °C con una zona óptima entre 30°C y 40°C.

- **Procedimiento**

Se procedió a homogenizar las muestras de leche fresca de vaca de los diferentes mercados de la ciudad de puno. Para las diluciones se procedió a verter 10 ml de leche de cada muestra y 90 ml de solución reguladora de peptona al 0.1%,



luego se homogenizo las muestras, se obtuvo la dilución 1:10 y se aforó a 1ml, se vertió en un tubo con 9 ml de solución reguladora, la segunda dilución se obtuvo de la misma forma 1:100 y se continuo de la misma forma para las demás diluciones 1:1000 y 1:10000.

En las placas Petri vacías y estériles se colocó 1ml de leche homogenizada, se vertió 15ml de Agar Plate Count (APC) a una temperatura de 45°C, se procedió a mezclar la muestra de leche con el Agar sobre la mesa, cuidadosamente para evitar la formación de burbujas, realizando movimientos en forma de L en ambos sentidos para que pueda distribuirse en toda la placa Petri. Se incubaron a 35°C por 72 horas

Se procedió a contar las colonias (contador de colonias) de cada una de las placas, que correspondían a cada dilución de la leche cruda de vaca, el número de colonias se multiplicaron por su dilución correspondiente, la sumatoria se dividió por el número de diluciones y como resultados nos dio el número total de bacterias por gramo de alimento, que representa el número de unidades formadoras de colonia (UFC).

### 3.5.3 Cuantificación de *Escherichia coli*

- **Método**

Tubos múltiples de fermentación – Numero Mas Probable (NMP)

- **Fundamento**

Existen cepas de *Escherichia coli* que son indicadores de la salud intestinal y de algunos patógenos relevantes en humanos y animales. Estas bacterias pueden encontrarse en el agua y en el suelo como resultado de la contaminación fecal. El



número más probable (NMP) se utiliza para estimar la densidad de bacterias coliformes fermentadoras de lactosa y productoras de gas, con un límite de confianza del 95 % para cada valor determinado. La presencia de estas bacterias en los alimentos indica contaminación fecal, lo que sugiere que el alimento no es apto para el consumo. Una elevada carga bacteriana que exceda los límites permisibles indica una mala calidad higiénica del producto (Laura, 2017).

- **Procedimiento**

Se pesaron 10 gramos de queso fresco y se homogenizaron con 90 ml de agua peptona da estéril, y a partir de ella se realizó el procedimiento

Prueba presuntiva

Se empleó tubos de fermentación con Caldo *Escherichia coli* (EC), en una campana de Durham invertida (Figura 11), para lo cual se utilizó 9 ml de Caldo Lauril Sulfato de simple concentración (x) para inóculos de 1ml de muestra. El matraz fue agitado para obtener una homogenización óptima y en seguida tomar 1 ml y traspasar a un tubo con 9 ml de agua peptonada estéril, para obtener una dilución al décimo ( $10^{-1}$ ), de ahí el procedimiento se replicó hasta la dilución al milésimo ( $10^{-3}$ )

Se pipeteó 1 ml de la muestra a un grupo de tres tubos con Caldo Lauril Sulfato, en su campana de Durham, este procedimiento se replicó utilizando como muestra las diluciones. Posteriormente, fueron incubados a 37°C por 24h – 48h, después de las 24h se observó la producción de ácido/gas. Los tubos positivos (presencia de gas), como producto de la fermentación y turbidez del caldo, que al ser agitados se observó pequeñas burbujas de gas en el centro.





- **La prueba confirmativa**

Los tubos positivos fueron inoculados con dos asadas al Caldo EC (10 ml), se pasaron a incubación en baño María a 45 °C por 24 horas a 48 horas  $\pm$  2 horas, nuevamente se tomaron dos asadas de los tubos positivos del caldo EC (presencia de gas y turbidez) a los tubos con agua peptonada estéril (5 ml por tubo), se procedió a incubarlos a 45 °C por 48 horas, luego se agregará 500  $\mu$ l de reactivo de Kovac's a cada tubo, se hizo la lectura pasado un minuto a cada tubo por dilución y se contabilizó los tubos que formaron anillo rojo (tubos positivos) que indica la presencia de *E. coli* y se observó en la tabla de NMP para alimentos

#### 3.5.4 Cuantificación de *Staphylococcus aureus*

- **Método**

Siembra en placa

- **Fundamento**

El *Staphylococcus aureus* es una bacteria grampositiva, no móvil, que forma racimos similares a uvas. Es principalmente reservada por humanos, y la contaminación alimentaria ocurre a menudo por personas que manipulan alimentos sin higiene adecuada. Aunque muchas especies del género *Staphylococcus* son normales en el cuerpo humano, *Staphylococcus aureus* es el patógeno más común. Esta bacteria puede transferirse a los alimentos por contacto con la piel y tiene características de resistencia que le permiten proliferar en ellos. Puede sobrevivir largos períodos fuera del cuerpo, lo que la convierte en una de las infecciones no formadoras de esporas más resistentes. Por lo tanto,



*Staphylococcus aureus* es un buen indicador del contacto con alimentos no tratados en la producción de alimentos procesados (Díaz y González, 2001).

- **Procedimiento**

Se pesaron 25 g de queso fresco para homogenizarlo en 225 ml de 0.1% agua peptonada estéril. Se realizaron diluciones a partir de la muestra homogenizada hasta  $10^{-3}$ , cada tubo y de cada dilución se inocularon por duplicado 100  $\mu$ l en placas de Agar Baird Parker luego fueron incubadas a 37 °C por 48 horas. Donde observamos el crecimiento de las colonias que presentaron coloración negra o gris parcialmente tenues.

Se procedió a contar las colonias (contador de colonias) de cada una de las placas, que correspondían a cada dilución de la muestra de queso fresco de los diferentes mercados, el número de colonias se multiplicaron por su dilución correspondiente, la sumatoria se dividió por el número de diluciones y como resultados nos dio el número total de bacterias por gramo de alimento, que representa el número de unidades formadoras de colonia (UFC).

### 3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En este estudio, se utilizaron diversas pruebas estadísticas para analizar los datos obtenidos de las muestras de leche y queso en los mercados de Puno. Se empleó el análisis de varianza (ANOVA) de una vía para evaluar las diferencias en los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos entre los distintos mercados (Laykakota, Unión-Dignidad y Mercado Central). El ANOVA de una vía es una prueba estadística que permite determinar si existen diferencias significativas entre las medias de tres o más grupos independientes.



Para realizar un análisis más detallado de las diferencias entre los grupos, se utilizó la prueba de Tukey como prueba post-hoc. Esta prueba compara las medias de cada par de grupos y permite identificar cuáles de estos grupos presentan diferencias significativas.

Antes de realizar el ANOVA, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Para comprobar la normalidad de los datos, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk, que evalúa si los datos siguen una distribución normal. En cuanto a la homogeneidad de varianzas, se empleó la prueba de Levene, que verificó si las varianzas de los diferentes grupos son iguales.

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software SPSS versión 26 y el Programa R versión 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves", que permite realizar estas pruebas de manera precisa y eficiente, brindando una base sólida para la interpretación de los resultados.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL QUESO Y LECHE FRESCA EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE PUNO

##### 4.1.1 Queso fresco

##### 4.1.1.1 Cenizas

**Tabla 6**

*Concentración de cenizas (%) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno - 2022*

Repeticiones	Mercados		
	Laykakota	Unión Dignidad	Central
1	0,94	0,84	1,00
2	0,98	1,06	1,00
3	1,02	0,88	0,90
4	0,98	0,86	0,88
5	1,14	1,08	0,84
6	1,00	0,98	0,98
<b>Promedio</b>	1,01 <sup>a</sup>	0,95 <sup>a</sup>	0,93 <sup>a</sup>
<b>CV</b>	6,83	11,04	7,38

*Nota:* Valor normal mínimo NMX-F-092-1970: Hasta 0.5 %.

Superíndices (a) distintos indican grupos estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ )

F = 1,43; Valor de p = 0,27

CV: Coeficiente de variación

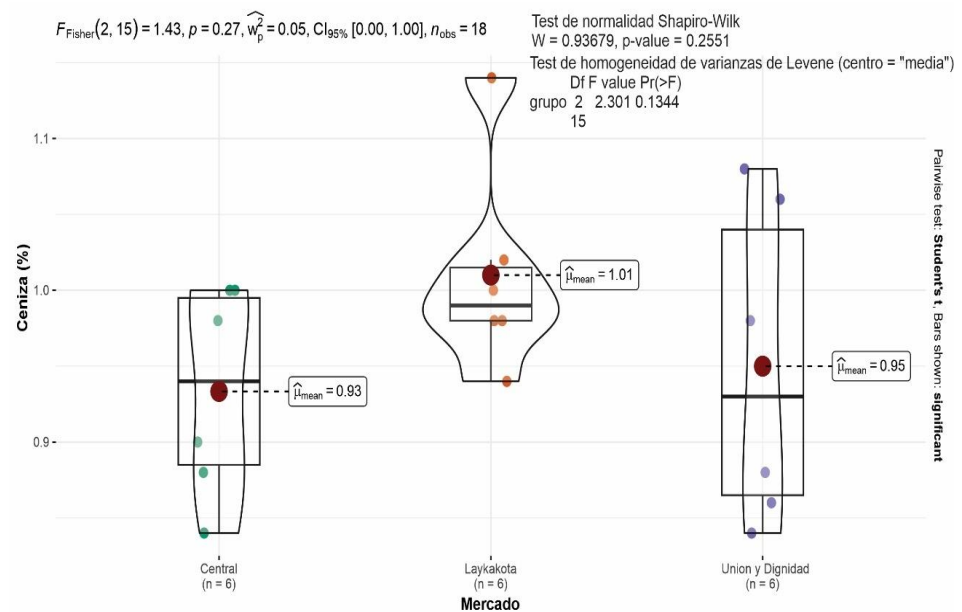
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6 y Figura 3 se presentan los porcentajes de cenizas en el queso fresco analizado en tres mercados de Puno. Las concentraciones promedio fueron de 1,01 % en Laykakota, 0,95 % en Unión-Dignidad y 0,93 % en Central. El coeficiente de variación, de 6,83

% en Laykakota y 11,04 % en Unión-Dignidad, refleja una baja dispersión de los datos, lo que sugiere uniformidad en las prácticas de elaboración. Además, la similitud en las concentraciones de cenizas de los quesos entre los mercados ( $F = 1,43$ ; valor de  $p = 0,27$ ) indica la ausencia de diferencias significativas estadísticamente. Según la Norma técnica mexicana NMX-F-092-1970 considera como valor mínimo hasta 0.5 % de cenizas en el queso procesado (Norma mexicana, 1970).

### Figura 3

Concentración de cenizas (%) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022



Nota:  $\hat{\mu}_{\text{mean}}$  = estimador de la media,  $n$  = número de unidades experimentales,  $F_{\text{Fisher}}$  = estadístico F de Fisher,  $\hat{\omega}_p^2$  = omega parcial al cuadrado,  $p$  = probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera siendo el nivel de significancia de 0.05 (significativo), % = porcentaje,  $CI_{95\%}$  = Intervalo de Confianza al 95%  
Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves".

Estudios similares han informado resultados consistentes. Bardalas (2019a) reportó en Piura un porcentaje de cenizas del 0,91 % en quesos elaborados a partir de leche fresca. De manera comparable, Rosado et al.



(2010) documentaron un contenido de cenizas del 0,5 %. En Puno, Rodríguez y Quispe (2021) llevaron a cabo un estudio sobre la maduración del Queso Andino, obteniendo contenidos de cenizas de 0,57 %, 0,58 % y 0,59 % en los tres tratamientos evaluados.

De manera notablemente distinta, diversos investigadores han reportado variaciones significativas en el contenido de cenizas en diferentes tipos de queso. Ballesta (2014) informó valores que oscilaron entre 4,484 % y 5,125 % en queso costeño, mientras que García (2006), en su análisis de quesos típicos mexicanos, registró un rango más bajo, de 2,5 % a 3,73 %. Por otro lado, Alayo (2018), en muestras de queso mantecoso de Cajamarca, encontró un promedio de 5,25 %, excediendo el límite de 4,66 % establecido por la norma ITINTEC (2005). En contraste, Cabanillas (2018) reportó valores más bajos, entre 2,23 % y 2,74 %, en quesos mantecosos de San Miguel.

En relación con la modificación del proceso de elaboración del queso, Aranda (2021) reportó que, después de un mes de maduración, el contenido de cenizas en el queso no pasteurizado (4,025 %) fue ligeramente inferior al registrado en el queso pasteurizado (4,25 %). Por su parte, el INCAP (2012) observó un contenido de cenizas del 3,64 % en quesos frescos elaborados con leche semidesnatada.

Respecto al tipo de cuajo utilizado en la elaboración de queso fresco, Faya y Cabrera (2018) reportaron un contenido de cenizas de 4,2 % en quesos elaborados con cuajo de cuy y de 3,7 % con cuajo industrial. En contraste, Talledo (2020) encontró un promedio de 3,94 % de cenizas



en quesos elaborados con leche de vaca y cuajo artificial, mientras que los quesos elaborados con cuajo natural presentaron un menor contenido de cenizas, con un promedio de 2,57 %.

Las variaciones en el porcentaje de cenizas en los quesos frescos se deben a factores como la composición de la leche, que varía según la especie, raza y alimentación del ganado; el tipo de cuajo utilizado (natural, artificial o animal); el proceso de pasteurización, que afecta la retención de minerales; las condiciones de elaboración (temperatura, pH y tiempo de maduración); la adición de sales; y las prácticas de almacenamiento. Además, las diferencias en normativas y métodos tradicionales entre regiones también contribuyen a estas discrepancias (Rosado et al., 2013).

El análisis de cenizas en los quesos, como destaca Westenbrink et al. (2009), es crucial desde un enfoque analítico, ya que permite calcular los carbohidratos por diferencia y proporciona información detallada sobre la composición mineral del queso. Aunque el contenido de cenizas no tiene una relevancia nutricional directa significativa, ya que los minerales que contiene son esenciales para la salud ósea y metabólica, su valor radica en la investigación de oligoelementos y en la evaluación de la autenticidad del producto. Además, el análisis de cenizas facilita la detección de adulteraciones al identificar la presencia de minerales no deseados, contribuyendo a garantizar la seguridad alimentaria.

Desde una perspectiva nutricional, el contenido de cenizas tiene una importancia limitada. Sin embargo, en el ámbito analítico, su determinación es crucial, ya que permite calcular los carbohidratos por



diferencia, ofrece información detallada sobre la composición de la muestra, facilita la detección de posibles adulteraciones en los alimentos y contribuye a la investigación cuantitativa de oligoelementos específicos (Westenbrink et al., 2009).

Diversos estudios han resaltado la importancia del contenido de cenizas en el queso fresco, ya que refleja la cantidad de minerales esenciales, como calcio y fósforo, que afectan la textura como la estabilidad del producto; en este sentido, Carrascosa et al. (2015) indican que un equilibrio adecuado de estos minerales es crucial para la coagulación y la formación de la estructura proteica, mientras que Albillos et al. (2007) advierten que un exceso de sal puede alterar negativamente la microflora láctica, comprometiendo el proceso de fermentación.

Por otro lado, Giambra et al. (2010) sugieren que un contenido equilibrado de cenizas favorece la actividad antimicrobiana, inhibiendo patógenos, aunque Lamichhane et al. (2018) apuntan que la presencia de cenizas no necesariamente se correlaciona con la proliferación de microorganismos patógenos, ya que factores como la higiene y la temperatura de almacenamiento son determinantes en la calidad microbiológica. Así, el control adecuado del contenido mineral y las condiciones de fabricación son esenciales para garantizar un queso fresco seguro y de alta calidad.

Los elevados porcentajes de cenizas en el queso fresco de los mercados de Puno, que superan el límite mínimo establecido por la Norma Técnica Mexicana NMX-F-092-1970, sugieren prácticas de elaboración





que contribuyen a un mayor contenido mineral en el producto. Aunque los coeficientes de variación bajos indican uniformidad en la producción, los altos valores de cenizas podrían explicarse por el uso de ingredientes con alto contenido mineral, como sal o aditivos, y el uso excesivo de suero o técnicas de deshidratación que concentran minerales. Estos factores resaltan la necesidad de revisar y ajustar las prácticas de elaboración para garantizar la calidad del producto y cumplir con las normativas vigentes

#### 4.1.1.2 Humedad

**Tabla 7**

*Concentración de humedad (%) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022*

Repeticiones	Mercados		
	Laykakota	Unión Dignidad	Central
1	53,80	52,00	48,60
2	54,00	53,00	55,00
3	54,40	52,80	52,00
4	52,40	52,20	53,80
5	54,40	57,00	52,40
6	51,40	49,20	51,20
Promedio	53,40 <sup>a</sup>	52,70 <sup>a</sup>	52,17 <sup>a</sup>
CV	2,30	4,77	4,24

*Nota:* Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI:  $\geq 46$  g/100 g

F = 0,54; Valor de p = 0,59

Superíndices (a) distintos indican grupos estadísticamente diferentes (P<0,05)

CV: Coeficiente de variación

Fuente: Elaboración propia.

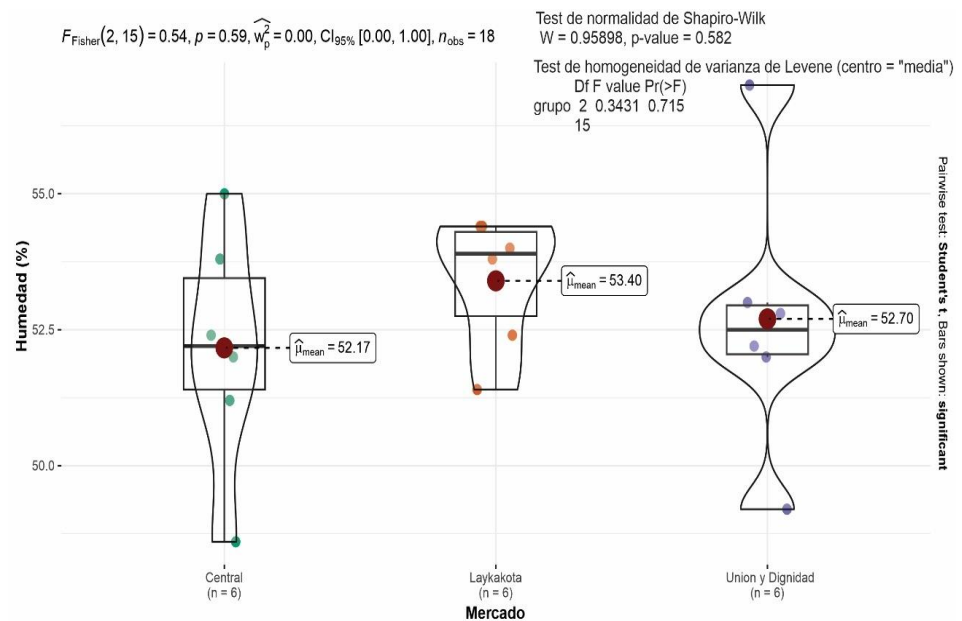
En la Tabla 7 y la Figura 4 se muestra el análisis que corresponde a la humedad del queso. Los valores promedio obtenidos en los mercados Laykakota, Unión Dignidad y Central (53,40 %, 52,70 % y 52,17 %, respectivamente) reflejan una distribución uniforme en el contenido de humedad. El coeficiente de variación más bajo en Laykakota (2,30 %) indica mayor consistencia en los datos, mientras que los valores más altos en Unión Dignidad (4,77 %) y Central (4,24 %) evidencian mayor dispersión. El ANOVA (F = 0,54; valor de p = 0,59) confirma que no hay diferencias significativas estadísticamente entre los mercados en cuanto a

la humedad del queso, lo que sugiere uniformidad en este aspecto entre las muestras analizadas.

Las concentraciones de humedad del queso oscilan entre 48.60% y 57,00%, todas por encima del valor mínimo requerido de 46 % /100g según el Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI y la NTP 202.195. Esto indica que los quesos frescos comercializados en los mercados de Puno cumplen con las normativas vigentes de calidad.

#### Figura 4

Concentración de humedad (%) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022



Nota:  $\hat{\mu}_{\text{mean}}$  = estimador de la media, n = número de unidades experimentales,  $F_{\text{Fisher}}$  = estadístico F de Fisher,  $\hat{\omega}_p^2$  = omega parcial al cuadrado, p = probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera siendo el nivel de significancia de 0.05 (significativo), % = porcentaje,  $CI_{95\%}$  = Intervalo de Confianza al 95%,

Nota: Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI:  $\geq 46$  g/100 g

Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves".

Estudios similares presentan resultados comparables. Por ejemplo, Calampa et al (2018) analizaron quesos de las regiones de Pomacochas y



Molinopampa, reportando concentraciones de humedad del 54,6 % y 50,78 %, respectivamente. Sin embargo, Condori (2023) observó rangos de humedad variables en quesos procedentes de diferentes localidades: Azángaro ( $39,42 \pm 0,5$  %), Puno ( $44,71 \pm 0,9$  %), Lampa ( $24,56 \pm 0,5$  %) y Melgar ( $48,12 \pm 0,03$  %). Por otro lado, los valores reportados por Cabanillas (2018), entre 36,71 % y 60 %, son consistentes con estos hallazgos, mostrando una amplia variabilidad en el contenido de humedad en quesos de diferentes orígenes.

Los resultados de estudios sobre quesos con grasa adicional muestran variaciones significativas en el contenido de humedad. Alayo (2018) reportó un 71,60 % de humedad en quesos mantecosos. Por su parte, Aranda (2021) determinó que los quesos mantecosos presentan un 56,84 % de humedad cuando se elaboran con leche fresca y un 48,94 % cuando se utiliza leche pasteurizada. En un estudio realizado en Puno, Solorzano (2017) evaluó quesos tipo paria con diferentes concentraciones de aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L), encontrando un 49,22 % de humedad con una adición del 0,5 % de aceite, un 45,20 % con un 0,3 % de aceite y un 42,08 % en quesos sin adición de este aceite. Estos resultados evidencian cómo las características del proceso y los ingredientes afectan la humedad de los quesos.

Otras investigaciones sobre diferentes tipos de quesos han reportado variaciones en el contenido de humedad. Guzmán et al. (2015), al analizar queso semiduro de la región Junín, encontraron un contenido de humedad del 43,48 %. Por su parte, Hernández y Díaz (2002) evaluaron queso mozzarella en Iquitos, reportando un 41,78 % de humedad, valores



que se encuentran dentro de los rangos permisibles establecidos por la norma NTP 202.195.

La calidad de la leche fresca utilizada desempeña un papel fundamental en el contenido de humedad y proteínas del queso, subrayando la importancia de mantener estándares adecuados en su producción. Según las indicaciones, la humedad en quesos frescos debe situarse entre el 46 % y el 57 %. Los quesos elaborados con leche fresca, debido a su mayor contenido proteico, tienden a retener más humedad, lo que contribuye a una mejor textura y sabor. Estos factores explican el contenido de humedad de los quesos analizados en los mercados de Laykakota, Unión Dignidad y Central (Badui, 2015; Van Hekken & Farkye, 2003).

Diversos estudios subrayan la importancia del control de la humedad en la calidad y seguridad de los quesos frescos, ya que influye en sus propiedades sensoriales y microbiológicas (Cañar et al., 2024) indican que la humedad regula la actividad de bacterias lácticas y enzimas, afectando la textura, sabor y fermentación. Arce et al. (2015) destacan que la humedad impacta la formación de la red proteica de las caseínas, esencial para la estabilidad y retención de agua del queso.

Sin embargo, García (2006) advierte que el exceso de humedad favorece la proliferación de patógenos, como *E. coli* y coliformes, comprometiendo la seguridad. Flores et al. (2020) afirman que una gestión inadecuada de la humedad durante la maduración y almacenamiento reduce la vida útil del queso, favoreciendo el crecimiento microbiano. Así,



un control adecuado de la humedad es esencial para garantizar tanto la calidad como la seguridad microbiológica del queso fresco.

Los valores de humedad en el queso fresco de los mercados de Puno se mantienen dentro de los estándares requeridos, Aunque presentan una variabilidad mínima, lo que podría atribuirse a diferencias en las prácticas de manejo de la leche, las técnicas de coagulación o las condiciones de almacenamiento, factores que inciden directamente en la consistencia y calidad final del producto. A pesar de estas diferencias, todos los quesos cumplen con el requisito mínimo de humedad establecido por la normativa vigente, garantizando así una adecuada textura y sabor característicos del queso fresco. Esta variabilidad refleja cómo factores como el control en el proceso de coagulación y la manipulación de la leche influyen en las propiedades.

#### 4.1.2. Leche fresca

##### 4.1.2.1. Densidad

**Tabla 8**

*Valores de densidad (g/ml) en muestras de leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022*

Repeticiones	Mercados		
	Laykakota	Unión Dignidad	Central
1	1,0315	1,0274	1,0287
2	1,0269	2,2277	1,0297
3	1,0268	3,2277	1,0282
4	1,0264	4,2277	1,0271
5	1,0280	5,2277	1,0256
6	1,0273	6,2277	1,0278
Promedio	1,0278 <sup>a</sup>	3,6943 <sup>ab</sup>	1,0279 <sup>c</sup>
CV	0,1833	52,1166	0,1369

Nota: Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI: 1.0296 – 1.0340 g/ml (15°C)

$\chi^2_{Kruskal-Wallis}=8,19$ ; Valor de  $p = 0.02$

Superíndices (a,b) distintos indican grupos estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ )

CV: Coeficiente de variación

Fuente: Elaboración propia

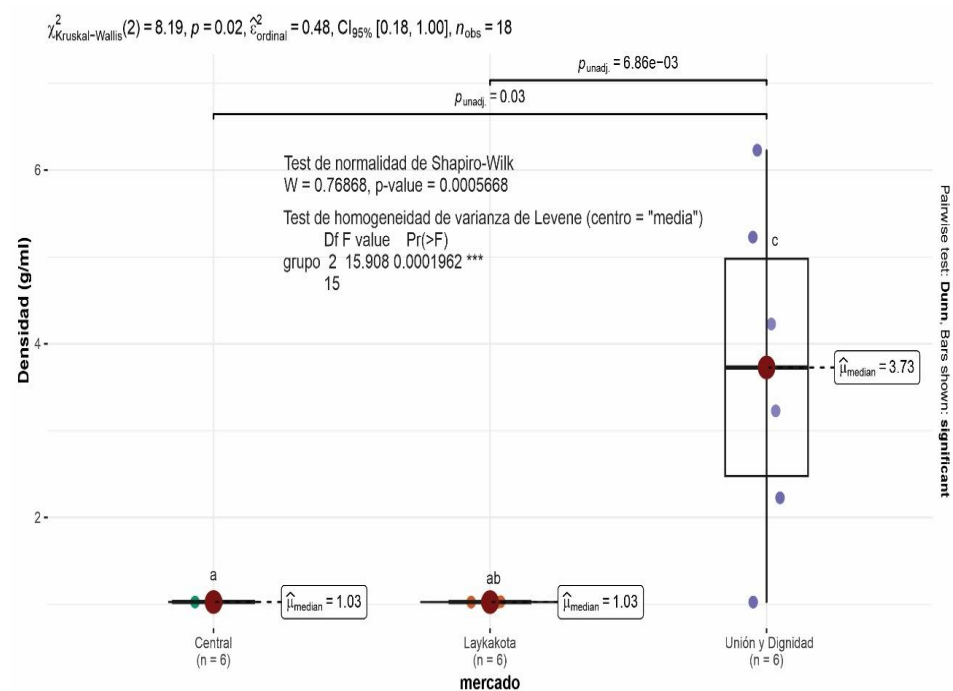
En la Tabla 8 y Figura 5 se muestran los resultados de la densidad de la leche fresca, donde los promedios fueron de 1,0278 g/ml en el mercado Laykakota, 3,6943 g/ml en Unión Dignidad y 1,0279 g/ml en Central. Mientras que Laykakota y Central registraron sus coeficientes de variación con los rangos normales de densidad de la leche fresca, pero el mercado Unión Dignidad mostró valores más elevados.

El análisis de varianza muestra diferencias significativas entre los mercados evaluados ( $\chi^2_{Kruskal-Wallis}=8,19$ ;  $p = 0.02$ ). De las muestras

analizadas, solo el 11 % cumple con los valores permisibles establecidos por el D.S. N° 007-2017-MINAGRI, que define un rango normal de densidad para la leche fresca entre 1,0296 y 1,0340 g/ml. Esto implica que el 89 % de las muestras no cumplen con los requisitos de densidad. Estas variaciones podrían estar relacionadas con factores como adulteraciones o cambios en la composición de la leche comercializada, lo que indica posibles problemas de calidad, particularmente en el mercado Unión Dignidad.

**Figura 5**

*Densidad (g/ml) de la leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022*



$\hat{\mu}_{\text{median}}$  = estimador de la mediana, n = número de unidades experimentales,  $\chi^2_{\text{Kruskal Wallis}}$  = estadístico de Kruskal Wallis,  $\hat{\epsilon}^2_{\text{ordinal}}$  = rango épsilon al cuadrado, p = probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera siendo el nivel de significancia igual a 0.05 (significativo),  $\mu\text{l/ml}$  = microlitros por ml,  $\text{CI}_{95\%}$  = Intervalo de Confianza al 95%, a,b,c = letras de significancia que indican la importancia del tratamiento con un nivel de significancia de 5%, Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI: 1.0296 – 1.0340 g/ml (15°C)

Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves"





Investigaciones similares han reportado resultados preocupantes en cuanto a la densidad de la leche fresca. En un estudio realizado por Fora (2015) en Tacna, se encontró que el 80 % de las muestras analizadas no cumplían con los parámetros de densidad. De manera similar, un estudio llevado a cabo por Roque (2024) en leche fresca provenientes de seis provincias de la región Puno (Melgar, Huancané, Azángaro, Puno, Lampa y San Román) entre noviembre de 2021 y junio de 2022, reveló que el 59,61 % de las muestras no cumplían con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana 202.001-2003. Solo el 37,84 % (193/510) de las muestras se encontraban dentro del rango normal y cumplían con los estándares nacionales de densidad. Según otra investigación de Inga (2017) en Ecuador, los resultados de densidad fueron de 1,028 g/ml, 1,028 g/ml y 1,029 g/ml, concluyendo que las diferentes muestras no se encuentran dentro de lo que establece la normativa ecuatoriana NTE INEN 9:2015.

Un estudio que cumple con los parámetros de calidad aceptables en la Región Puno, Larico (2024) reportó en su investigación sobre densidades de 1,0286 para el mercado Bellavista, 1,02961 para el mercado Central y 1,029 para Unión Dignidad, observando que el 100 % de las muestras analizadas se encontraban dentro del rango mínimo permisible.

En otros países, varios estudios han reportado valores de densidad dentro del rango permisible. Abril y Pillco (2013) evaluaron en Ecuador la calidad fisicoquímica de la leche, obteniendo densidades entre 1,029 y 1,034 g/ml. En un estudio de Revilla (2019), se presentó la distribución de los valores de densidad promedio de leche fresca en varios centros de



acopio y procesadoras lácteas, con los siguientes resultados: EMACSA (1,0299 g/mL), APEGASO (1,0305 g/mL), SAN MARCOS (1,0317 g/mL) y AGASARS (1,0305 g/mL). Por su parte, Frau et al., (2013) en Argentina reportaron una densidad de 1,031 g/ml, indicando que el producto es apto para consumo. Asimismo, Vásquez (2018), en Nicaragua, encontró que la densidad de la leche entera ultra pasteurizada variaba entre 1,029 y 1,033 g/ml, ubicándose también dentro del rango permitido.

Diversos estudios han abordado la relación entre la densidad de la leche y la detección de adulteraciones, coincidiendo en que esta propiedad es un buen indicador de calidad y composición. Según, Bustamante et al. (2023) es útil para detectar adulteraciones, ya que las variaciones en su valor pueden indicar la adición de agua o sólidos no lácteos. Sin embargo, Poonia et al. (2017) advierten que, aunque la densidad refleja la cantidad de sólidos, no está directamente relacionada con el crecimiento microbiano, siendo factores como la temperatura y el manejo los que influyen más en la proliferación bacteriana.

Ceniti et al. (2023) señala la importancia de controlar las condiciones de higiene y almacenamiento, mientras que Revilla (2019) menciona que algunas adulteraciones no afectan significativamente la densidad. Finalmente, Huayhua (2018) resaltan que la falta de regulaciones uniformes en mercados locales, como en Puno, requiere controles más estrictos para asegurar la calidad y seguridad del producto.

#### 4.1.2.2. Acidez titulable

**Tabla 9**

*La acidez titulable (g/100 g) en muestras de leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022*

Repeticiones	Mercados		
	Laykakota	Unión Dignidad	Central
1	0,166	0,156	0,152
2	0,168	0,150	0,162
3	0,152	0,152	0,146
4	0,144	0,146	0,148
5	0,146	0,160	0,15
6	0,146	0,146	0,144
<b>Promedio</b>	0,154 <sup>a</sup>	0,152 <sup>a</sup>	0,150 <sup>a</sup>
<b>CV</b>	6,956	3,675	4,242

Nota: Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI: 0.13 – 0.17 g/100 g,  $F = 0.27$ ; Valor de  $p = 0.765$ , Superíndices (a) distintos indican grupos estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ ), CV: Coeficiente de variación

Fuente: Elaboración propia

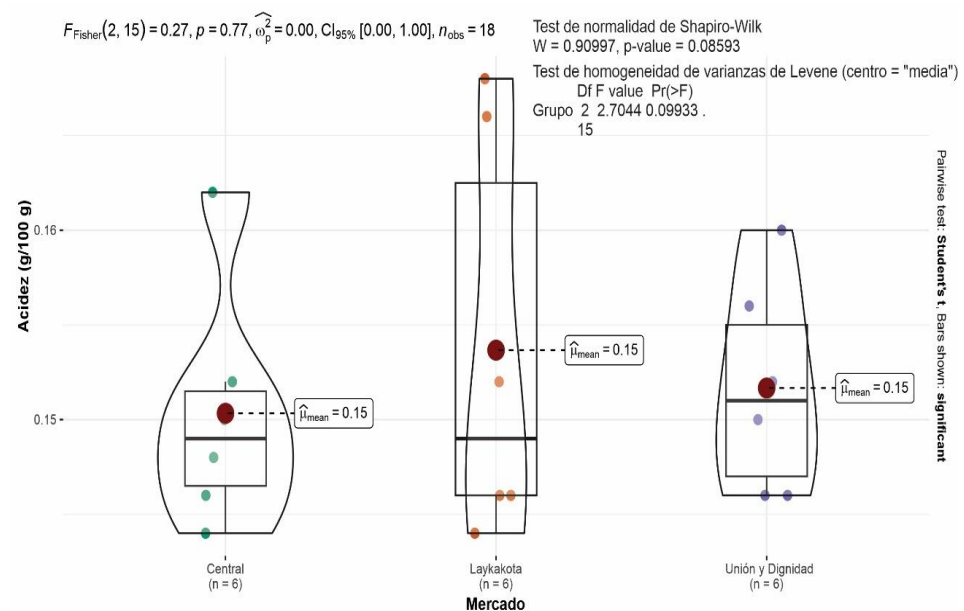
En la Tabla 9 y la Figura 6 se visualiza los resultados de la acidez titulable en muestras de leche fresca procedentes de tres mercados de Puno, muestran que los valores promedio para los mercados Laykakota, Unión Dignidad y Central fueron 0.154, 0.152 y 0.150, respectivamente. De las muestras analizadas, el 100% cumple con los valores permisibles establecidos por el D.S. N° 007-2017-MINAGRI, que es de 0,13 a 0,17 g/100 g.

El coeficiente de variación (CV) más alto se observa en el mercado Laykakota (6,956), lo que indica mayor dispersión en las muestras, mientras que Unión Dignidad y Central presentan menor variabilidad

(3,675 y 4,242, respectivamente). En el análisis de varianza (ANOVA) muestra que no existen diferencias significativas estadísticamente entre los mercados ( $F = 0,27$ ; valor de  $p = 0,765$ ), lo que sugiere que la acidez titulable de la leche en estos mercados es similar y cumple con los estándares establecidos.

### Figura 6

La acidez titulable (g/100 g) en muestras de leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022



Nota:  $\hat{\mu}_{\text{mean}}$  = estimador de la media,  $n$  = número de unidades experimentales,  $F_{\text{Fisher}}$  = estadístico F de Fisher,  $\hat{\omega}_p^2$  = omega parcial al cuadrado,  $p$  = probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera siendo el nivel de significancia de 0.05 (significativo), % = porcentaje,  $CI_{95\%}$  = Intervalo de Confianza al 95%, Nota: Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI: 0.13 – 0.17 g/100 g  
Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves".

En comparación con estudios similares, Bustamante et al. (2023) reportaron rangos de acidez titulable similares en Ecuador, Perú, Colombia y México (0,13–0,18 %), aunque países como Argentina y Venezuela presentaron valores ligeramente superiores (0,14–0,19 %), lo que podría



estar relacionado con diferencias en prácticas de manejo, alimentación del ganado y normativas locales. Larico (2024) obtuvo valores de acidez dentro del rango permitido en mercados de Puno, excepto en Unión y Dignidad, donde se observó un nivel fuera de norma (1,155 g/100 g), indicando adulteración o contaminación. En contraste, Abril y Pillco (2013) en Ecuador reportaron un 50,53 % de muestras fuera de norma, evidenciando problemas de calidad en un número significativo de casos.

Por otro lado, investigaciones como en Chulucanas detectaron valores de acidez superiores al rango permitido atribuidos a deficiencias en el manejo y calidad de la leche (Aponte, 2017). Se observaron que factores como el uso de pasto fermentado incrementan la acidez de la leche bovina, mientras que la leche de alpaca muestra niveles más altos (0,279 %) debido a particularidades en el ordeño y manejo higiénico (Jahaira et al., 2024; Cañar et al., 2024).

La acidez titulable de la leche es un indicador crucial de su calidad, ya que refleja el grado de fermentación bacteriana, principalmente por la producción de ácido láctico, lo que puede alterar su frescura y seguridad. Diversos estudios coinciden en que factores como la dieta del ganado, las condiciones de ordeño, el almacenamiento y la higiene influyen significativamente en la acidez. Así, investigaciones como las de Lázaro et al. (2015) sugieren que una dieta rica en pastos reduce la acidez, mientras que Johnson et al. (2009) advierten que prácticas de ordeño y almacenamiento inadecuadas incrementan la proliferación bacteriana, elevando los niveles de acidez. Además, en mercados como los de Puno, las condiciones locales y la posible adulteración de la leche pueden



explicar variaciones en la acidez, lo que compromete su calidad y seguridad, tal como indican Frau et al. (2013). En definitiva, la acidez titulable no solo refleja factores microbiológicos, sino también las prácticas de manejo y control de calidad, esenciales para garantizar un producto seguro y nutritivo.

Aunque los valores de acidez titulable en los mercados de la ciudad de Puno de leche fresca cumplen con los estándares establecidos, la variabilidad observada entre los mercados sugiere que factores como el manejo diferenciado de la leche, el tiempo de recolección, las condiciones de almacenamiento y el transporte pueden influir en la consistencia del producto. Las diferencias en la dispersión de los datos, en mercado Laykakota, podrían estar asociadas a prácticas locales de ordeño, higiene, método de transporte del producto y control de temperatura, lo que subraya la importancia de implementar un control de calidad más riguroso que garantice la uniformidad y seguridad de la leche comercializada, asegurando que cumpla consistentemente con los requisitos normativos.

## 4.2. CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS DEL QUESO Y LECHE FRESCA EN MERCADOS DE LA CIUDAD DE PUNO - 2022

### 4.2.1. Queso fresco

#### 4.2.2.1. Coliformes

**Tabla 10**

*Recuentos de coliformes (UFC/g) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022*

Repeticiones	Mercados		
	Laykakota	Unión Dignidad	Central
1	457,00	436,00	506,60
2	489,00	475,00	451,00
3	456,40	443,80	469,40
4	559,60	487,20	537,20
5	453,80	393,40	529,00
6	413,00	381,00	418,80
<b>Promedio</b>	471,47 <sup>a</sup>	436,07 <sup>a</sup>	485,33 <sup>a</sup>
<b>CV</b>	10,50	9,75	9,62

Nota: Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI:  $5 \times 10^2 - 10^3$  UFC/g, F = 1.80; Valor de p = 0.1985, Superíndices (a) distintos indican grupos estadísticamente diferentes (P<0,05), CV: Coeficiente de variación.

Fuente: Elaboración propia

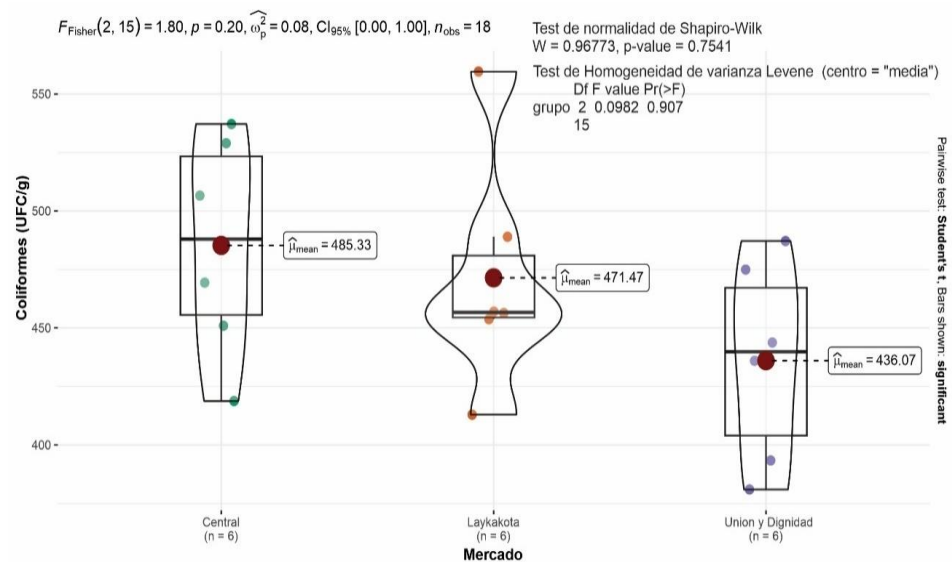
La Tabla 10 y Figura 7 muestra los niveles de coliformes encontrados en queso fresco procedente de tres mercados de Puno: Laykakota, Unión Dignidad y Central. Los promedios de coliformes para estos mercados fueron 471,47, 436,07 y 485,33 UFC/ml, respectivamente. Según el análisis estadístico (ANOVA), no se encontraron diferencias significativas entre los mercados (F = 1,80; valor de p = 0,1985), lo que

indica que los niveles de coliformes en el queso fresco son estadísticamente similares en las tres localidades.

El coeficiente de variación fue más alto en Laykakota (10,50%), seguido por Unión Dignidad (9,75%) y Central (9,62%), lo que refleja una dispersión moderada en los datos. Según el D.S. N° 007-2017-MINAGRI, el rango permisible de coliformes en queso fresco es de  $5 \times 10^2 - 10^3$  UFC/g. Todos los promedios obtenidos están dentro del rango aceptable, lo que sugiere que el queso fresco vendido en estos mercados cumple con los estándares microbiológicos establecidos.

### Figura 7

Recuentos de coliformes (UFC/g) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022



Nota:  $\hat{\mu}_{\text{mean}}$  = estimador de la media, n = número de unidades experimentales,  $F_{\text{Fisher}}$  = estadístico F de Fisher,  $\hat{\omega}_p^2$  = omega parcial al cuadrado, p = probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera siendo el nivel de significancia de 0.05 (significativo), % = porcentaje,  $CI_{95\%}$  = Intervalo de Confianza al 95%, Nota: Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI:  $5 \times 10^2 - 10^3$  UFC/g

Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves"





En una investigación similar en la región Puno, Chambi (2022) reportó que la carga microbiana de coliformes totales en el mercado Santa Bárbara fue de  $40 \times 10^3$  UFC/ml, mientras que en el mercado Cerro Colorado alcanzó  $13 \times 10^4$  UFC/ml, siendo este último significativamente mayor. Estos valores reflejan diferencias en las condiciones de higiene y manipulación entre ambos mercados.

Flores et al. (2020) encontraron en 50 productores de Mayabeque valores de coliformes totales de  $4,7 \times 10^1$  UFC/g, cifras menores a las reportadas por Benítez et al. (2019) en Puebla, México, donde los niveles alcanzaron  $3,8 \times 10^1$  UFC/g, ambos dentro de límites aceptables. Sin embargo, en otras investigaciones, se han reportado valores que exceden los límites permitidos. Por ejemplo, Martínez et al. (2016) indicaron que el 83,3% de las muestras de quesos artesanales en Cuba, presentaron coliformes totales superiores a  $1 \times 10^4$  UFC/g. De manera similar, Aranda (2021) reportó recuentos entre  $17 \times 10^3$  y  $72 \times 10^3$  UFC/g, y Cristóbal y Maurtua (2003) encontraron que el 74,2% de las muestras analizadas sobrepasaron el límite permitido, alcanzando hasta  $7,1 \times 10^6$  UFC/g.

La presencia de coliformes en los quesos de los mercados de Puno puede atribuirse a diversas causas relacionadas con la producción y manipulación del producto. Rodríguez et al. (2015) señalan que la calidad de la leche cruda es un factor crucial, ya que la leche no pasteurizada puede contener coliformes que se transfieren al queso. Además, Chambi, (2022) y Flores et al., (2020) destacan que las diferencias en las condiciones de higiene y manipulación entre mercados, como la falta de refrigeración y la limpieza deficiente, contribuyen a la contaminación microbiana. Benítez



et al. (2019) también indican que la exposición de los quesos a temperaturas inadecuadas durante su venta favorece la proliferación de coliformes.

Los estudios coinciden en la importancia de los coliformes totales como indicadores de la calidad microbiológica y las condiciones higiénicas en la producción de queso fresco. Según la (OMS), la presencia de coliformes refleja contaminación fecal, lo que puede facilitar la proliferación de patógenos como *Escherichia coli* y *Salmonella*, aumentando los riesgos para la salud pública. Así mismo Aslam et al. (2024) destacan que los coliformes, al ser bacterias gramnegativas, pueden crecer en condiciones favorables como el pH y temperatura de los quesos frescos, y portar genes de resistencia a antibióticos, lo que representa un riesgo adicional. Estos hallazgos subrayan la necesidad de mejorar el control de higiene y cumplir con las normativas del D.S. N° 007-2017-MINAGRI, para garantizar la seguridad alimentaria y prevenir la contaminación por patógenos peligrosos en los productos lácteos

#### 4.2.2.2. *Escherichia coli*

**Tabla 11**

*Recuento de Escherichia coli (NMP/g) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022*

Repeticiones	Mercados		
	Laykakota	Unión Dignidad	Central
1	8,00	7,40	7,40
2	6,40	7,60	7,20
3	7,40	7,80	6,60
4	8,40	7,60	5,80
5	7,20	7,80	8,60
6	7,60	6,60	7,20
<b>Promedio</b>	7,50 <sup>a</sup>	7,47 <sup>a</sup>	7,13 <sup>a</sup>
<b>CV</b>	9,20	6,03	12,99

Nota: Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI: 3 -10 NMP/g, F = 0,481; Valor de p = 0,6272, Superíndices (a) distintos indican grupos estadísticamente diferentes (P<0,05), CV: Coeficiente de variación.

Fuente: Elaboración propia.

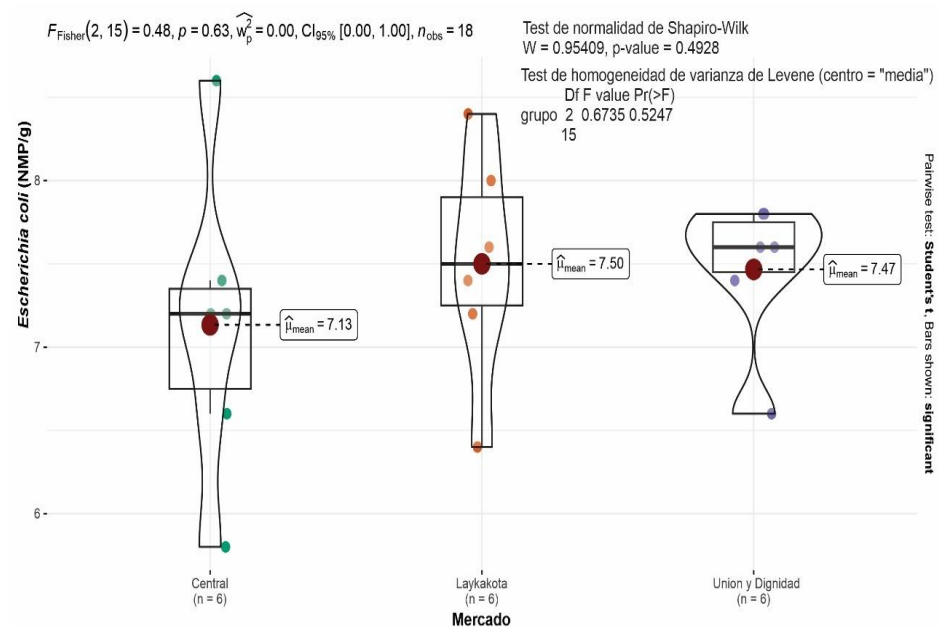
La Tabla 11 y Figura 8 presenta los recuentos promedio de *Escherichia coli* en muestras de queso fresco de varios mercados de Puno, revelando que los promedios oscilan entre 7,13 y 7,50 NMP/g, dentro del rango recomendado por el Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, que establece límites entre 3 y 10 NMP/g, encontrándose en el 100% de las muestras estudiados. Este hallazgo es positivo, indicando que, en términos generales, los quesos analizados cumplen con los estándares normativos en cuanto a este indicador de calidad microbiológica.

Los coeficientes de variación, que van del 6,03% al 12,99%, sugieren una baja dispersión en los datos, lo que implica consistencia en

los niveles de *Escherichia coli* entre las muestras de los diferentes mercados. La ausencia de diferencias estadísticamente significativas ( $F = 0,48$ ; valor de  $p = 0,6272$ ) sugiere que no hay un mercado que se destaque significativamente en términos de calidad microbiológica respecto a este patógeno.

### Figura 8

Recuento de *Escherichia coli* (NMP/g) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022



Nota:  $\hat{u}_{\text{mean}}$  = estimador de la media,  $n$  = número de unidades experimentales,  $F_{\text{Fisher}}$  = estadístico F de Fisher,  $\hat{\omega}_p^2$  = omega parcial al cuadrado,  $p$  = probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera siendo el nivel de significancia de 0.05 (significativo), % = porcentaje,  $CI_{95\%}$  = Intervalo de Confianza al 95%, Nota: Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI: 3 -10 NMP/g  
Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves"

En la región Puno, estudios realizados por Cano & Laura (2017) analizaron 45 muestras en Juliaca, Puno, y encontraron que el 55,56% contenía *Escherichia coli*, con un 86,67% de las muestras superando los límites de calidad sanitaria establecidos por las normas peruanas (NTP).



Ttito (2024) reportó que el 40,74% de las muestras de *Escherichia coli* se encontraban dentro del límite mínimo permisible (4 NMP/g), mientras que el 59,26% superaba el límite máximo permisible, con un promedio de  $7 \times 10^2$  NMP/g en el Centro Poblado Progreso, región Puno.

Estos resultados se pueden comparar con otros estudios que reportan datos elevados de *Escherichia coli*. Flores et al. (2020) reportaron un recuento promedio de 268 NMP/g. Cristóbal y Maurtua (2003) encontraron que el 97,4% de las muestras de queso en Lima superaban los límites permitidos para *Escherichia coli*. Condo (2016) examinó 40 muestras de quesos en Arequipa y encontró una concentración de *Escherichia coli* de  $3,69 \times 10^2$  NMP/10g. Holguín (2019) evaluó 75 muestras de queso fresco artesanal en 5 mercados de Trujillo, Perú, encontrando un valor promedio de  $31,51 \times 10^3$  NMP/g de *Escherichia coli*. Asimismo, Vásquez et al. (2018) en Cajamarca determinaron una carga microbiana de *Escherichia coli* de  $4,75 \times 10^3$  NMP/g en 30 quesos frescos con 5 repeticiones, significativamente más alta que la observada en el presente estudio.

Trujillo (2016) evaluó el análisis microbiológico de queso fresco en Riobamba, Ecuador, y encontró  $7 \times 10^5$  UFC/g de *Escherichia coli*. Según la investigación de Moreano et al. (2024), el 75% de las muestras analizadas superaban los límites permisibles de *Escherichia coli*.

La presencia de *Escherichia coli* en los quesos frescos de la ciudad de Puno se debe principalmente a la falta de pasteurización de la leche, lo que permite la supervivencia de microorganismos patógenos, como indica.



Silva et al. (2006), quienes destacan que la pasteurización es crucial para eliminar estas bacterias. Además, las prácticas inadecuadas de manejo y almacenamiento, como el ordeño en condiciones no higiénicas y la falta de refrigeración adecuada, son factores que favorecen la contaminación, como lo reporta Moreano et al. (2024), quienes subrayan la importancia de mantener condiciones sanitarias estrictas en la producción de queso.

En este contexto, Cárdenas & Murillo, (2018) y Cansaya, (2018) también señala que las temperaturas inapropiadas en el almacenamiento facilitan el crecimiento bacteriano. Además, la variabilidad en la calidad de la leche, influenciada por la dieta del ganado y las condiciones locales de Puno, contribuye a la presencia de *Escherichia coli* en el queso, lo cual ha sido documentado por Vega et al. (2021), quienes señalan que las características de la leche en áreas rurales pueden aumentar la carga bacteriana

#### 4.2.2.3. *Staphylococcus aureus*

**Tabla 12**

*Recuentos de Staphylococcus aureus (UFC/g) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022*

Repeticiones	Mercados		
	Laykakota	Unión Dignidad	Central
1	541,20	417,80	379,20
2	692,80	339,40	578,00
3	589,60	517,00	434,40
4	388,80	412,60	486,00
5	461,40	464,40	484,40
6	404,60	560,20	418,40
<b>Promedio</b>	513,07	451,90	463,40
<b>CV</b>	22.87	17.56	14.96

Nota: Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI:  $10 - 10^2$  UFC/g,  $F = 0.76$ ; valor de  $p = 0.4828$ , Superíndices (a) distintos indican grupos estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ ), CV: Coeficiente de variación.

Fuente: Elaboración propia.

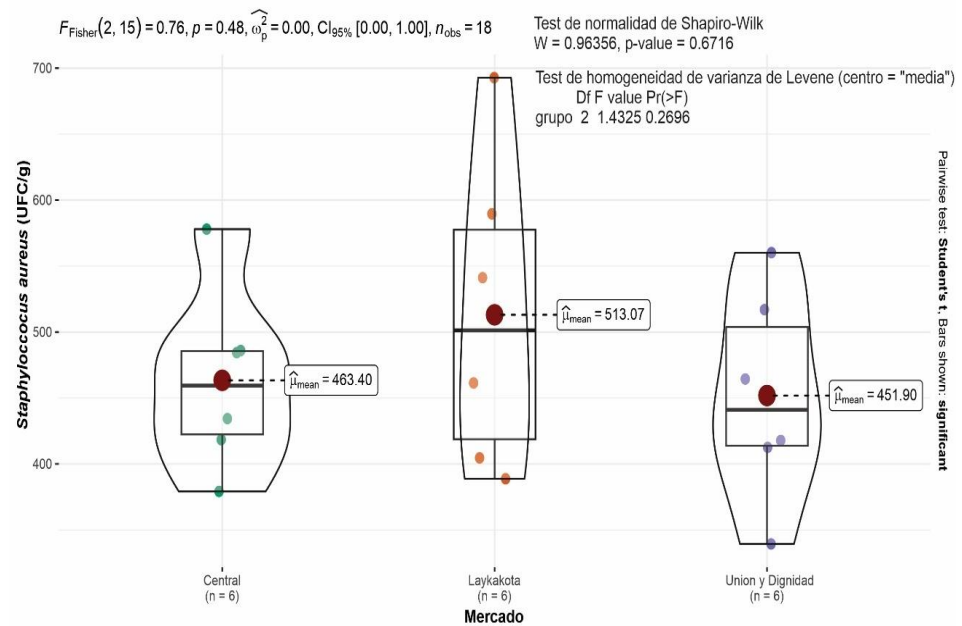
Los recuentos de *Staphylococcus aureus* en quesos frescos de los mercados de Puno, presentados en la Tabla 12 y Figura 9, indican un promedio alarmante que oscila entre 451,90 y 513,07 UFC/g, superando significativamente los límites establecidos por el Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, que recomienda valores entre 10 y  $10^2$  UFC/g. Este hallazgo plantea serias preocupaciones sobre la calidad microbiológica de los quesos en esta región, sugiriendo un riesgo potencial para la salud pública.

La baja dispersión en los coeficientes de variación (entre 14.96 % y 22.87 %) sugiere que, a pesar de las diferencias en los promedios, los

recuentos de *S. aureus* son relativamente consistentes entre las muestras analizadas. Además, la ausencia de diferencias estadísticamente significativas ( $F = 0.76$ ;  $P = 0.48$ ) entre los mercados.

### Figura 9

Recuento de *Staphylococcus aureus* (UFC/g) en muestras de queso fresco procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022



Nota:  $\hat{\mu}_{\text{mean}}$  = estimador de la media, n = número de unidades experimentales,  $F_{\text{Fisher}}$  = estadístico F de Fisher,  $\hat{\omega}_p^2$  = omega parcial al cuadrado, p = probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera siendo el nivel de significancia de 0.05 (significativo), % = porcentaje,  $CI_{95\%}$  = Intervalo de Confianza al 95%,  
 Nota: Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI:  $10 - 10^2$  UFC/g  
 Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves".

En importante contrastar con estudios similares realizados en la región de Puno, Ccaso & Huallpa (2020) evaluaron quesos frescos de los mercados de la ciudad de Juliaca en 2020, y encontraron que los recuentos promedio de *Staphylococcus aureus* excedieron el límite establecido por las Normas Técnicas Peruanas (NTP), con el 96% de las muestras presentando niveles elevados de esta bacteria.





Otras investigaciones, son consistentes con los reportes, como el de Luján et al., (2006), quienes determinaron que, de 30 muestras analizadas, 24 (80%) presentaban niveles de *Staphylococcus aureus* superiores a  $10^2$  UFC/g, superando así el límite establecido para quesos frescos artesanales. De manera similar, Bustamante et al. (2024) reportaron que el 30% de las 40 muestras analizadas contenían *S. aureus*.

Cristóbal y Maurtua (2003) encontraron que el 87,2% de las muestras excedían el límite permitido, con recuentos de hasta  $1,3 \times 10^6$  UFC/g de prevalencia de *S. aureus* en quesos artesanales. Curacachi (2020) también destacó que el 100% de las muestras de queso analizadas en su estudio presentaron recuentos superiores a los límites establecidos, con un promedio de  $6,23 \times 10^3$  UFC/g de *S. aureus*. Por otro lado, (Ccahuana, 2024) observó que en el mercado central de San Pedro en Cusco, el promedio de *S. aureus* en quesos frescos artesanales fue de  $60,9 \times 10^3$  UFC/g.

La presencia de *Staphylococcus aureus* en los quesos frescos es particularmente preocupante, ya que esta bacteria puede generar toxinas responsables de intoxicaciones alimentarias, entre 2007 y 2016, el 43,71% de los casos de enfermedades transmitidas por alimentos en las Américas fueron causados por *S. aureus*, lo que resalta la relación entre la mala manipulación y la deficiente calidad sanitaria en la producción de queso fresco (Merchán et al., 2019).

La prevalencia de *Staphylococcus aureus* en los quesos frescos artesanales de Puno está vinculada principalmente a prácticas inadecuadas



de higiene, manejo y almacenamiento durante su producción y comercialización en los mercados de Puno. Las tasas de contaminación observadas reflejan un patrón común de manipulación inadecuada durante la producción de quesos artesanales en diversas regiones (Márquez, 2012; Macías et al., 2020).

El resultado obtenido sobre los altos recuentos de *Staphylococcus aureus* en los quesos frescos de los mercados de Puno es preocupante, ya que excede considerablemente los límites establecidos por las normativas de calidad. Esto pone de manifiesto deficiencias en las prácticas de manejo, higiene y control sanitario durante la producción y comercialización del queso, lo que podría comprometer la seguridad alimentaria y representar un riesgo para la salud pública. Aunque los recuentos muestran consistencia entre los diferentes mercados

Diversos estudios coinciden en que *Staphylococcus aureus* es una bacteria que prospera en el queso fresco debido a sus condiciones de humedad, pH ligeramente ácido y temperatura, lo que favorece tanto su crecimiento como la producción de enterotoxinas. Investigaciones como las de Arafa et al. (2019) señalan que una manipulación inapropiada y almacenamiento inadecuado incrementan este riesgo, mientras que Cabanillas, (2018) defienden la pasteurización y el uso de cultivos lácticos para controlar su proliferación. Sin embargo, Porada et al. (2022) recalcan que, más allá de la pasteurización, la higiene en todas las etapas de producción sigue siendo crucial para evitar la contaminación y la persistencia de la bacteria, sugiriendo un enfoque multifacético para garantizar la seguridad del producto.



El alto recuento de *Staphylococcus aureus* en los quesos frescos de los mercados de Puno es alarmante, ya que supera ampliamente los límites establecidos por las normativas de calidad. Este resultado evidencia deficiencias en las prácticas de manejo, higiene y control sanitario durante la producción y comercialización del queso, atribuibles a factores como el uso de utensilios y superficies mal desinfectadas, temperaturas inadecuadas en almacenamiento y transporte, y la manipulación incorrecta por parte de las vendedoras, quienes pueden no seguir los protocolos de higiene adecuados. Además, el ambiente de venta, sin controles estrictos, favorece la persistencia de la bacteria, lo que resalta la urgente necesidad de mejorar las condiciones sanitarias y de monitoreo a lo largo de toda la cadena productiva para prevenir riesgos a la salud pública.

## 4.2.2. Leche fresca

### 4.2.3.1. Coliformes

**Tabla 13**

*Recuento de coliformes (UFC/ml) en muestras de leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno - 2022*

Repeticiones	Mercados		
	Laykakota	Unión Dignidad	Central
1	467,40	436,00	510,60
2	536,40	472,80	443,20
3	489,20	445,00	506,00
4	521,00	482,60	444,80
5	393,80	409,60	467,60
6	415,0	384,80	421,80
<b>Promedio</b>	470,47 <sup>a</sup>	438,47 <sup>a</sup>	465,67 <sup>a</sup>
<b>CV</b>	12,10	8,47	7,75

Nota: Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI:  $10^2 - 10^3$  UFC/ml,  $F = 0.905$ ; valor de  $p = 0.4255$ , Superíndices (a) distintos indican grupos estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ ), CV: Coeficiente de variación

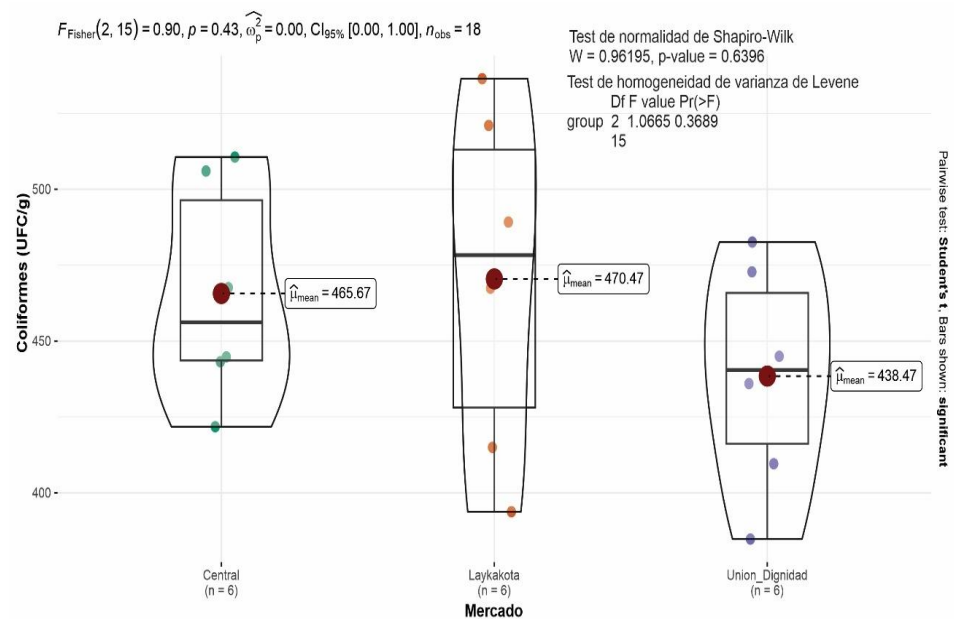
Fuente: Elaboración propia

Los recuentos de coliformes en la leche fresca de los mercados de Puno, según se muestra en la Tabla 13 y Figura 10, reflejan una situación de preocupación moderada. A pesar de que los promedios de 470,47 UFC/ml en Laykakota, 438,47 UFC/ml en Unión-Dignidad y 465,67 UFC/ml en el mercado Central se encuentran dentro de los límites permitidos por el Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, estos valores son relativamente altos y sugieren una potencial contaminación que podría poner en riesgo la salud pública.

Los coeficientes de variación (8.47% a 12.10%) indican que la variabilidad de los datos es baja, lo que sugiere que las condiciones de manejo de la leche son consistentes entre los mercados. Sin embargo, la falta de diferencias significativas ( $F = 0.90$ ; valor de  $p = 0.4255$ ) indica que todos los mercados enfrentan un problema común de contaminación, probablemente vinculado a prácticas inadecuadas en la recolección, transporte o almacenamiento de la leche.

### Figura 10

Recuento de coliformes (UFC/ml) en muestras de leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno - 2022



Nota:  $\hat{\mu}_{\text{mean}}$  = estimador de la media,  $n$  = número de unidades experimentales,  $F_{\text{Fisher}}$  = estadístico F de Fisher,  $\hat{\omega}_p^2$  = omega parcial al cuadrado,  $p$  = probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera siendo el nivel de significancia de 0.05 (significativo), % = porcentaje,  $CI_{95\%}$  = Intervalo de Confianza al 95%, Nota: Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI:  $10^2 - 10^3$  UFC/ml.

Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves".

En necesario comparar con estudios en la región de Puno, Santi (2024) respecto al recuento de coliformes totales en cuatro mercados de Puno, obtiene promedios que oscilan desde  $0.4 \times 10^3$  UFC/ml hasta 110.0



$\times 10^3$  UFC/ml, los cuatro mercados mostraron altos porcentajes de calidad microbiológica defectuosa, destacando el Mercado Central con un 83% de muestras no aptas. Por otro lado, Brousett et al. (2015) identificaron que dos de las ocho cuencas productoras de leche cruda no cumplían con los estándares de la Norma Técnica Peruana (NTP). Ambos estudios evidencian deficiencias en la calidad microbiológica de los productos lácteos, atribuyéndolas a prácticas inadecuadas tanto en la producción primaria como en la manipulación y distribución.

En otras regiones del Perú, diversos estudios han reportado preocupantes niveles de coliformes en productos lácteos. , Lopez y Pérez (2019) analizaron 180 muestras en Chiclayo, Lambayeque, encontrando un promedio de  $1,33 \times 10^3$  UFC/ml de coliformes, de las cuales el 62,8% superaron los límites permisibles. De manera similar, en Tacna, Figueroa (2012) evaluó más de 75 muestras de leche cruda y determinó que el 91,25% excedía los parámetros permitidos para coliformes totales. Cohaila (2013) también en Tacna, examinó 64 muestras de leche cruda, reportando que el 97% sobrepasaba los  $11 \times 10^4$  UFC/ml.

Por otro lado, Acaro (2019) evaluó la calidad microbiológica de leche cruda en Chulucanas, Piura, en seis puntos de venta, donde todas las muestras analizadas incumplían los estándares establecidos en la Norma Técnica Peruana (NTP 202.001:2016) para coliformes totales.

Mariscal et al. (2013) reportaron en Bolivia un promedio de 78.576 UFC/ml de coliformes en muestras analizadas. De manera similar, Alfaro et al. (2014) en El Salvador encontraron que el 100% de las muestras de



leche de expendio resultaron positivas para coliformes totales. Por su parte, Cárdenas y Murillo (2018) evaluaron 45 establos ganaderos en Azuay, Ecuador, determinando un promedio de 5.129,55 UFC/ml de coliformes totales.

La presencia de coliformes en la leche fresca ha sido ampliamente discutida en la literatura como un indicador crucial de contaminación microbiológica, especialmente fecal. Según Murray e Steward, (2012), los coliformes reflejan fallas en las prácticas de higiene durante la ordeña y almacenamiento, lo que aumenta el riesgo de patógenos más peligrosos. destaca que el clima cálido y la falta de pasteurización en países como Perú favorecen el crecimiento bacteriano, lo que agrava el problema. En este contexto, Arafa et al. (2019) resalta que la pasteurización es esencial para eliminar coliformes y otros microorganismos patógenos, pero Tamime, (2002) argumentan que las prácticas de manejo higiénico, como la refrigeración adecuada, son igualmente necesarias para prevenir la contaminación inicial. Así, un enfoque multifacético que combine medidas de higiene, refrigeración y pasteurización es clave para asegurar la seguridad de la leche fresca.

La presencia de coliformes en la leche es un indicador de contaminación fecal que refleja las condiciones higiénicas durante su producción y comercialización. A pesar de que los recuentos obtenidos en este estudio cumplen con las normativas, la consistencia de los resultados y su comparación con estudios previos evidencian la necesidad de implementar medidas correctivas para optimizar las prácticas de manejo, reducir los riesgos de contaminación y asegurar la calidad e inocuidad del

producto. Este patrón sugiere un problema sistémico en el proceso de manejo de la leche, posiblemente relacionado con la falta de controles rigurosos en las etapas de higiene y transporte. Por lo tanto, es crucial revisar y fortalecer las prácticas de manejo, transporte y almacenamiento de la leche para prevenir riesgos a la salud pública.

#### 4.2.2.4. Mesófilos aerobios

**Tabla 14**

*Recuento de mesófilos aerobios (UFC/ml) en muestras de leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno- 2022*

Repeticiones	Mercados		
	Laykakota	Unión Dignidad	Central
1	9030,40	12756,40	17403,20
2	11734,40	10032,60	10428,20
3	8715,20	6829,20	13532,00
4	9002,00	10000,20	10113,80
5	10975,60	14361,40	14081,80
6	7927,20	14714,40	15141,00
<b>Promedio</b>	9564,13 <sup>a</sup>	11449,03 <sup>a</sup>	13450,00 <sup>a</sup>
<b>CV</b>	15,30	26,58	20,81

Nota: cada dato representa la media de los resultados de 2 unidades de análisis, Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI:  $5 \times 10^5 - 10^6$  UFC/ml,  $F = 3.53$ ;  $P = 0.0553$ , Superíndices (a) distintos indican grupos estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ ), CV: Coeficiente de variación

Fuente: Elaboración propia.

Los recuentos de mesófilos aerobios en leche fresca de los mercados de Puno, presentados en la Tabla 14 y Figura 11, muestran promedios de 9564,13 UFC/ml en Laykakota, 11449,03 UFC/ml en Unión-Dignidad y 13450,00 UFC/ml en el mercado Central. De las muestras analizadas, el 100% de los valores están significativamente por

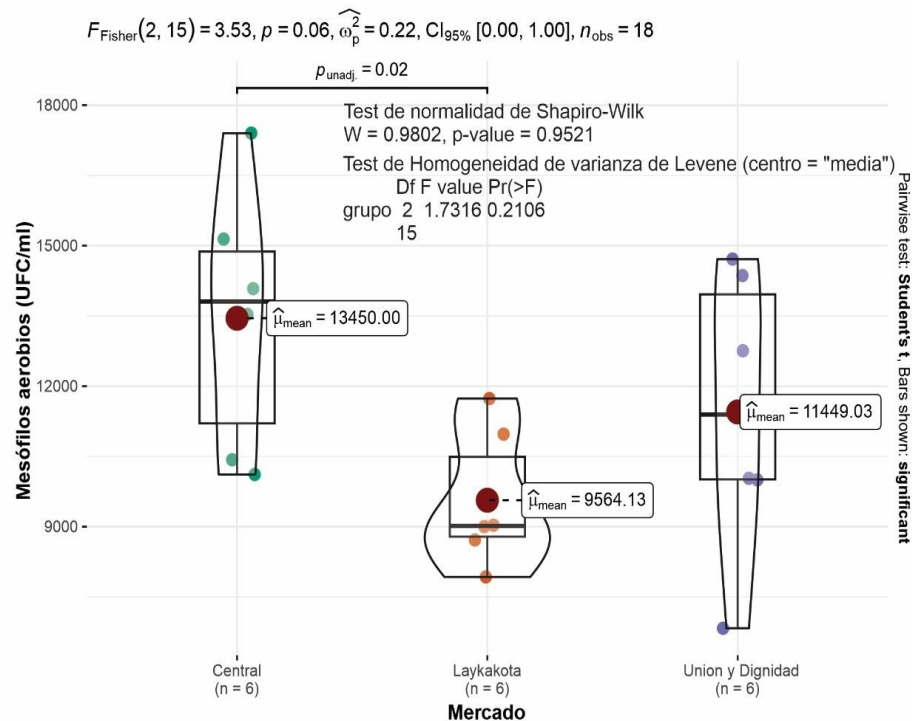


debajo de los límites establecidos por el Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, que establece un rango de  $5 \times 10^5$  a  $10^6$  UFC/ml.

Los coeficientes de variación (15,30% a 26,58%) indican una dispersión leve en los recuentos, lo que sugiere una consistencia relativa entre los mercados, aunque existen diferencias en el manejo que podrían influir en los niveles de contaminación. La falta de diferencias estadísticamente significativas ( $F = 3.53$ ;  $P = 0.06$ ) entre los recuentos de mesófilos aerobios en los tres mercados sugiere que las prácticas de manejo de la leche son relativamente uniformes en la región.

### Figura 11

Recuento de mesófilos aerobios (UFC/ml) en muestras de leche fresca procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno- 2022



Nota:  $\hat{\mu}_{\text{mean}}$  = estimador de la media,  $n$  = número de unidades experimentales,  $F_{\text{Fisher}}$  = estadístico F de Fisher,  $\hat{\omega}_p^2$  = omega parcial al cuadrado,  $p$  = probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera siendo el nivel de significancia de 0.05 (significativo), % = porcentaje,  $CI_{95\%}$  = Intervalo de Confianza al 95%, Valor normal D. S. N° 007-2017-MINAGRI:  $5 \times 10^5 - 10^6$  UFC/ml  
Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves"



Investigaciones realizadas en la región de Puno evidencian contrastes significativos. Larico (2024) reportó que, en el mercado Bellavista, el 100% de las muestras analizadas para recuento de mesófilos viables se encontraban dentro del mínimo permisible, indicando una buena calidad higiénico-sanitaria. Sin embargo, estudios como los de Brousett et al. (2015) identificaron recuentos elevados de mesófilos viables, con valores de  $2,15 \times 10^7$  y  $1,43 \times 10^7$  UFC/ml en diversas cuencas de Puno, clasificando la leche como de mala calidad sanitaria.

Por su parte, Santi (2024) analizó 48 muestras de leche expendida en los mercados Bellavista, Central, Unión y Dignidad, y Laykakota, encontrando promedios que oscilaron entre  $1,5 \times 10^5$  y  $52,0 \times 10^6$  UFC/ml. Donde el 63% de las muestras superó el límite establecido ( $10^6$  UFC/ml), clasificándose como no aptas para el consumo, mientras que el 38% cumplió con los estándares de calidad permitidos. En otras regiones del Perú, investigaciones como la de Elcorrobarrutia et al. (2014) analizaron 12 muestras de leche cruda en Lima, arrojaron un recuento promedio de  $3,21 \times 10^3$  UFC/ml para microorganismos aerobios mesófilos.

Al comparar los resultados con estudios previos de otras regiones del Perú, se observa una variación significativa en los niveles de contaminación microbiológica en leche cruda. Fora (2015), en Tacna, reportó recuentos de mesófilos aerobios que oscilaron entre  $10,4 \times 10^4$  y  $20,6 \times 10^5$  UFC/ml. En contraste, Obregón y Zambrano (2017)



documentaron un recuento medio de  $43 \times 10^7$  UFC/ml en Lima, con el 95% de las muestras superando los límites establecidos por la NTP.

Figuroa (2012) analizó 80 muestras de leche cruda comercializada en puestos ambulatorios de Tacna y encontró que solo el 12,50% sobrepasó los parámetros permitidos, con recuentos entre  $10 \times 10^5$  y  $20 \times 10^5$  UFC/ml. De manera similar, Canches (2017), en Huánuco, evaluó 30 muestras y halló que el 23% cumplía con los estándares, el 30% presentó niveles regulares y el 47% sobrepasó los límites permisibles para mesófilos aerobios. Por su parte, López y Pérez (2019) analizaron 180 muestras de leche cruda en Lambayeque, encontrando que el 73,3% superaba los límites establecidos para bacterias aerobias mesófilas viables.

Un estudio más alarmante fue realizado por Cohaila (2013) en mercados de Tacna, donde se evaluaron 64 muestras provenientes de 32 puestos de venta. Los resultados mostraron que el 92,19% de las muestras excedía los valores límite de  $1 \times 10^6$  UFC/ml para microorganismos aerobios mesófilos viables.

Aunque los recuentos de mesófilos aerobios en Puno son favorables en comparación con otras regiones, para la variabilidad observada considerar los factores locales que influyen en la calidad. Factores como las condiciones ambientales, las precipitaciones y las prácticas de manejo pueden afectar significativamente los recuentos de mesófilos en la leche cruda (Quispe, 2014; Acaro, 2019).

La presencia de mesófilos aerobios en la leche fresca ha sido ampliamente estudiada por diversos autores, quienes coinciden en que su



proliferación está asociada a la calidad de las prácticas de manejo y almacenamiento. Licón et al.(2012) destacan que estos microorganismos son indicadores de higiene deficiente en la cadena de producción, mientras que Smith et al. (2016) señalan que pueden afectar la calidad de la leche, produciendo alteraciones en el sabor y olor debido a la fermentación. Sin embargo, Tamime, (2002) argumentan que no todos los mesófilos son peligrosos para la salud, siempre que se tomen las medidas adecuadas de manejo. En el contexto peruano,(Zamora et al., 2013) enfatizan que el clima cálido y la infraestructura deficiente de refrigeración en áreas rurales favorecen su crecimiento, un punto que también es respaldado por Albuja et al. (2021) quienes afirman que mejorar la cadena de frío y las condiciones higiénicas podría reducir significativamente la carga bacteriana en la leche fresca.

Los recuentos de mesófilos aerobios en la leche fresca de los mercados de Puno cumplen en general con los límites establecidos por la normativa, lo que sugiere niveles de contaminación aceptables. Sin embargo, pequeñas variaciones en las prácticas de manejo, como el transporte, la temperatura de almacenamiento, el ambiente de venta y las prácticas de las vendedoras, podrían influir en los niveles de contaminación, aunque no representan un riesgo significativo para la salud pública. Estos hallazgos destacan la necesidad de mantener estándares consistentes de higiene y monitoreo en todos los mercados para garantizar la calidad microbiológica de la leche y prevenir posibles riesgos a largo plazo.



## V. CONCLUSIONES

- Los parámetros fisicoquímicos de la leche fresca y los quesos frescos en los mercados de Puno (Laykakota [LK], Unión y Dignidad [UD], y Central [MC]) muestran contrastes en calidad. La densidad de la leche fresca en UD fue anómala con 3,6943 g/ml, fuera del rango normativo de 1,0296-1,0340 g/ml, mientras que en LK y MC fue adecuada (1,0278 g/ml y 1,0279 g/ml). La acidez titulable fue similar en todos los mercados (LK 0,154, UD 0,152, MC 0,150), dentro del rango de 0,13-0,17 g/100 g. En los quesos frescos, las concentraciones de cenizas superaron el límite de 0,5% (LK 1,01%, UD 0,95%, MC 0,93%), pero la humedad fue adecuada (LK 53,40%, UD 52,70%, MC 52,17%). Así, los quesos frescos cumplen con los estándares de calidad, pero la leche fresca en UD presenta problemas de densidad que deben ser abordados.
- Los análisis microbiológicos de los quesos frescos comercializados en los mercados de Puno (Laykakota [LK], Unión Dignidad [UD] y Central [MC]) revelaron niveles de coliformes dentro del rango permitido (471,47 UFC/ml en LK, 436,07 UFC/ml en UD, 485,33 UFC/ml en MC) y recuentos de *E. coli* dentro del rango normativo de 3-10 NMP/g (7,13 NMP/g en LK, 7,50 NMP/g en UD, 7,43 NMP/g en MC). Sin embargo, los niveles de *S. aureus* fueron elevados, superando el límite de 102 UFC/g, con 451,90 UFC/g en LK, 513,07 UFC/g en UD y 485,33 UFC/g en MC, lo que indica problemas de higiene en el manejo. En la leche fresca, los recuentos de coliformes fueron 470,47 UFC/ml (LK), 438,47 UFC/ml (UD) y 465,67 UFC/ml (MC), y los mesófilos aerobios también fueron elevados: 9564,13 UFC/ml (LK), 11449,03 UFC/ml (UD) y 13450,00 UFC/ml (MC). Estos resultados subrayan la necesidad urgente de mejorar las prácticas de higiene y control en la producción y manejo de estos productos para asegurar su seguridad microbiológica.



## VI. RECOMENDACIONES

- Estudios moleculares para identificación precisa de microorganismos, incorporando técnicas moleculares como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y la secuenciación del ADN para una identificación más precisa de los microorganismos patógenos presentes en el queso y la leche
- Análisis de genes de virulencia en *Staphylococcus aureus*, debido a su capacidad para producir toxinas responsables de intoxicaciones alimentarias, como los genes que codifican para la enterotoxina.
- Evaluación farmacológica de antimicrobianos utilizados en productos lácteos para controlar las contaminaciones bacterianas.
- Estudios moleculares para identificar los genes de resistencia en los microorganismos aislados de la leche y el queso, especialmente en *E. coli* y *Staphylococcus aureus*.
- Llevar a cabo investigaciones sobre la calidad fisicoquímica y bacteriológica de la leche y el queso fresco en todas las fases de producción y comercialización, distinguiendo entre las ciudades, zonas de origen y así identificar los elementos que influyen en la calidad de estos productos.
- Desarrollo de biomarcadores que permitan una evaluación rápida y precisa de la calidad microbiológica de la leche y el queso.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, A., & Pillco, V. (2013). *Calidad fisicoquímica de la leche cruda que ingresa a la ciudad de Cuenca, para su comercialización*. [Tesis profesional, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4825/1/TESIS.pdf>
- Acaro, S. (2019). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú* [Tesis profesional, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. <https://hdl.handle.net/20.500.14095/705>
- Alayo, G. (2018). *Caracterización del queso mantecoso que se comercializa a nivel industrial en la ciudad de Cajamarca* [Tesis profesional, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2509>
- Albillos, S., Busto, M., Perez, M., & Ortega, N. (2007). Analysis by capillary electrophoresis of the proteolytic activity of a *Bacillus subtilis* neutral protease on bovine caseins. *International Dairy Journal*, 17(10), 1195–1200. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.02.003>
- Albuja, A., Escobar, S., & Andueza, F. (2021). Calidad bacteriológica de la leche cruda bovina almacenada en el centro de acopio Mocha. Tungurahua. Ecuador. *Siembra*, 8(2), e3176. <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.3176>
- Alfaro, M., Hurtarte, A., & Valle, R. (2014). *Implementación de un manual de ordeño higiénico en dos establecimientos lecheros y evaluación de su efectividad mediante análisis microbiológico en el departamento de Sonsonate, El Salvador*. [Tesis profesional, Universidad de El Salvador]. <https://hdl.handle.net/20.500.14492/2751>
- Aponte, D. (2017). *Evaluación de la calidad fisicoquímica e higiénica de la leche fresca expandida en la Ciudad de Chulucanas*. Universidad Católica Sedes Sapientiae. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23030.65601>
- Arafa, M., Gamal, H., Emad, R., & Walaa, A. (2019). Studies on enterotoxigenic staphylococcus aureus in milk and some dairy products. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 65(163), 87–97. <https://doi.org/10.21608/avmj.2019.169195>
- Aranceta, J., & Serra, L. (2004). *Leche, Lácteos y Salud*. Editorial Medica Panamericana.



- Aranda, N. (2021). *Evaluación de las características fisicoquímicas del queso mantecoso a base de leche cruda y pasteurizada en el ISTP CEFO Cajamarca en la provincia de San Miguel* [Tesis profesional. Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4538>
- Arce, J., Thompson, E., & Calderón, S. (2015). Incorporación de la proteína del suero lácteo en un queso fresco. *Agronomía Mesoamericana*, 27(1), 61. <https://doi.org/10.15517/am.v27i1.21878>
- Armstrong, G. L., Hollingsworth, J., & Morris, J. G. (2012). Emerging Foodborne Pathogens: Escherichia coli O157:H7 as a Model of Entry of a New Pathogen into the Food Supply of the Developed World. *Epidemiologic Reviews*, 18(1), 29–51. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.epirev.a017914>
- Ashbolt, N., Grabow, W., & Snozzi, M. (2015). Indicators of microbial water quality. In J. Bartram (Ed.), *Water Quality: Guidelines, Standards and Health* (pp. 289–316). Routledge. [https://www.researchgate.net/publication/252756462\\_Indicators\\_of\\_microbial\\_water\\_quality](https://www.researchgate.net/publication/252756462_Indicators_of_microbial_water_quality)
- Aslam, A., Qazi, J. I., Hasan, A., & Raza, M. (2024). Detection of Coliform Bacteria in Raw Milk Samples Collected from Industrial Cities of Pakistan. *Futuristic Biotechnology*, 19–27. <https://doi.org/10.54393/fbt.v4i01.90>
- Austin, J., Rodriguez, S., Sung, P. F., & Harris, M. (2013). Utilizing microwaves for the determination of moisture content independent of density. *Powder Technology*, 236, 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2012.06.039>
- Badui, S. (2015). *La ciencia de los alimentos en la practica* (2nd ed.). Pearson.
- Ballesta, I. (2014). *Evaluación de la calidad del queso costeño elaborado con diferentes tipos de cuajo (animal y microbiano) y la adición o no de cultivos lácticos (lactococcus lactis subps. lactis y lactococcus lactis subps. cremoris)* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75111>
- Baque, E., & Chugchilán, K. (2019). *Evaluación de la calidad microbiológica de quesos frescos comercializados en un mercado de la provincia de Guayas y producidos*





- en una quesera artesanal de la provincia de Chimborazo* [Tesis profesional, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9716/1/56T00850.pdf>
- Bardalas, Y. (2019). *Determinación del periodo de vida útil en queso crema elaborado a partir de leche de cabra por el método de pruebas aceleradas* [Tesis profesional, Universidad Nacional de Piura]. <https://core.ac.uk/reader/250078040>
- Barrientos, E. (2015). *Calidad higiénico – Sanitaria del queso fresco comercializado en la Provincia del Callao – Cercado durante el período otoño e invierno del 2014*. <https://hdl.handle.net/20.500.12952/999>
- Benítez, A., Delgado, R., Amador, G., Eustaquio, E., & Martínez, Y. (2019). Evaluation of Microbiological and Toxicological Quality (Heavy Metals) in Fresh Artisan Cheese Commercialized in Puebla City, Mexico. *ETP International Journal of Food Engineering*, 5, 276–281. <https://doi.org/10.18178/ijfe.5.4.276-281>
- Brousett, M., Torres, A., Chambi, A., Mamani, B., & Gutiérrez, H. (2015). Calidad fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno - Perú. *Scientia Agropecuaria*, 4(2), 165–176. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.03>
- Bustamante, J., Vintimilla, A., Andrade, O., Abad, V., Agurto, D., López, M., Macancela, D., & Lupercio, R. (2023). Calidad inocuidad de la leche cruda de vaca que ingresa a centros de acopio de la provincia Cañar Ecuador, en el contexto de las normativas Latinoamericanas. *Revista Científica de La Facultad de Ciencias Veterinarias*, XXXIII(1), 1–8. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e33183>
- Cabanillas, N. (2018). *Caracterización del Queso Mantecoso producido en los centros de producción de la provincia de San Miguel - Cajamarca* [Tesis profesional, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2826>
- Calampa, L., Fernández, A., & Bernal, W. (2018). Physicochemical and microbiological evaluation quality of fresh cheese in the dairy basins of the Amazon Region, Peru. *Agroindustrial Science*, 8(2), 117–121. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2018.02.06>
- Cañar, S., García, Y., Aldas, J., Revilla, K., Caicedo, E., & Arguello, J. (2024).



- Determinación de la calidad fisicoquímica e higiénico sanitaria de leche cruda considerando distintos sistemas de ordeño y tipos de alimentación. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*, 3(1), 53. <https://doi.org/10.56926/repia.v3i1.53>
- Cano, E., & Laura, E. (2017). Calidad bacteriana y su relación con la acidez total del queso fresco artesanal, expandido en los mercados de Túpac Amaru, Santa Bárbara y Dominical de la ciudad de Juliaca. *Revista de Investigaciones de La Escuela de Posgrado*, 6(2), 118–124. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26788/riepg.2017.33>
- Cansaya, N. (2018). *Estudio del Proceso de Estandarización del Queso Tipo Paria Pasteurizado de la Cooperativa Agraria San Pedro de Huacullani, Comunidad Campesina de Aurincota (CASP Huacullani-CC- Aurincota)* [Tesis profesional, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/11662>
- Cárdenas, C., & Murillo, M. (2018). *Calidad Bacteriológica de la leche cruda en ganaderías de la provincia del Azuay* [Tesis profesional, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31455>
- Carrascosa, C., Millán, R., Jaber, J. R., Lupiola, P., Rosario, C., Mauricio, C., & Sanjuán, E. (2015). Blue pigment in fresh cheese produced by *Pseudomonas fluorescens*. *Food Control*, 54, 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.12.039>
- Carrillo, E., & Lozano, A. (2008). *Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando agar Chromocult* [Tesis profesional, Pontificia Universidad Javeriana]. <http://hdl.handle.net/10554/8205>
- Castro, G., Valbuena, E., Bríñez, W., Sánchez, E., Vera, H., & Tovar, A. (2009). Comparación del empleo de nisina y cultivos de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* para la biopreservación de queso blanco. *Revista Científica*, 2(19), 201–223.
- Ccahuana, F. (2024). *Evaluación microbiológica de E. coli, Salmonella y Staphylococcus aureus en quesos frescos artesanales que se expenden en el Mercado Central San Pedro-Cusco*. [Tesis profesional, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].



<http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/8568>

- Cedeño, M. (2015). *Calidad del queso fresco en diferentes lugares de procedencias y comercialización en Quevedo* [Tesis profesional, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/342>
- Ceniti, C., Spina, A. A., Piras, C., Oppedisano, F., Tilocca, B., Roncada, P., Britti, D., & Morittu, V. M. (2023). Recent Advances in the Determination of Milk Adulterants and Contaminants by Mid-Infrared Spectroscopy. *Foods*, 12(15), 2917. <https://doi.org/10.3390/foods12152917>
- Chambi, A. (2022). Evaluación de la calidad microbiana de los quesos frescos de los mercados de Juliaca – Perú. *UNACIENCIA*, 15(28), 25–29. <https://doi.org/10.35997/unaciencia.v15i28.668>
- Churqui, J. (2020). *Bacterias ácido lácticas aisladas con capacidad antagónica de cepas de Escherichia coli y Staphylococcus aureus de quesos frescos expendidos en tres mercados de la ciudad de Puno - 2017* [Tesis profesional, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/13606>
- Codex Alimentarius. (2011). *Leche y productos lácteos. Organización Mundial de la Salud (OMS)-Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)*.
- Cohaila, A. (2013). *Calidad microbiológica de la leche cruda expendida a los alrededores de los mercados del Distrito de Tacna, Provincia de Tacna* [Tesis profesional, Universidad nacional Jorge Basadre Grohmann]. <https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/3264>
- Condo, D. (2016). *Determinación de la calidad bacteriológica en quesos frescos artesanales que se expenden en el mercado Andrés Avelino Cáceres en la ciudad de Arequipa, Mayo – Agosto 2015* [Tesis profesional, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1865>
- Condori, M. (2023). *Características fisicoquímicas y aceptabilidad de quesos tipo paria de la Región de Puno* [Tesis profesional, Universidad Peruana Union]. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/6682>



- Cristóbal, R., & Maurtua, D. (2003). Evaluación bacteriológica de quesos frescos artesanales comercializados en Lima, Perú, y la supuesta acción bactericida de *Lactobacillus* spp. *Revista Panamericana de Salud Pública/Pan American Journal of Public Health*, 14(3), 158–164.
- Curacachi, N. (2020). *Frecuencia de staphylococcus aureus en quesos de elaboración artesanal, comercializados en chupaca – 2020* [Tesis profesional, Universidad Peruana Los Andes].  
<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2321?show=full>
- Díaz, C., & González, B. (2001). Staphylococcus aureus en queso blanco fresco y su relación con diferentes microorganismos indicadores de calidad sanitaria. *RESPYN Revista Salud Pública Y Nutrición*, 9.
- Edwards, P., & Ewing, H. (1972). *Identifcation of enterobacteriaceae*. Burgess Publ. Co, Minneapolis.
- Elcorrobarrutia, K., & Espejo, M. (2014). *Determinación de la calidad sanitaria de la leche cruda que se comercializa en la ciudad de Huacho* [Tesis profesional, Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion - Huacho].  
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/231>
- FAO. (2018). *Alimentos para las ciudades*.
- Faya, E., & Cabrera, M. (2018). *Evaluación de las características Fisicoquímicas y Sensoriales del Queso Fresco Elaborado con Diferentes Concentraciones de Cuaajo de Cuy ( Cavia porcellus )*. [Tesis profesional, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/4319>
- FDA. (2003). *Bacteriological Analytical Manual (BAM)* (9th ed.). ed. Arlington, VA: AOAC.
- Flores, Y., Armenteros, M., Riverón, Y., Remón, D., & Martínez, A. (2020). Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de los quesos frescos artesanales de la provincia Mayabeque, Cuba. In *Revista de Salud Animal* (Vol. 42, Issue 2).  
<https://eqrcode.co/a/boy8DV>
- Flüeler, O., & Marbach, C. (2021). Guía para la elaboración de quesos. In *Cedepas*



- (Primera ed).  
[https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/guia\\_para\\_la\\_elaboracion\\_de\\_que\\_sos.pdf](https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/guia_para_la_elaboracion_de_que_sos.pdf)
- Fora, G. (2015). *Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche cruda del ganado vacuno del distrito de Sama Inclán – Tacna, 2015* [Tesis profesional, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann].  
<http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1923>
- Fotou, K., Rozos, G., Zaralis, K., Dadamoglia, A., Stavropoulou, E., Demertzis, P., Akrida-Demertzi, K., Tzora, A., & Voidarou, C. (2024). Pathogens in the Food Chain: Escherichia coli Strains in Raw Milk Originating from Ewes Treated for Mastitis with Various Therapeutic Protocols. *Applied Sciences*, *14*(13), 5383.  
<https://doi.org/10.3390/app14135383>
- Frau, F., Valdez, G., Paz, R., & Pece, N. (2013). Composición fisicoquímica y calidad microbiológica de leche de cabra producida en la provincia de Santiago del Estero ( Argentina ) Physicochemical composition and microbiological quality of goat milk produced in Santiago del Estero Province ( Argentine ). *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, *21*, 1–13.
- García, B. (2006). *Caracterización Físico-química de diversos tipos de quesos elaborados en el valle de Tulancingo, Hidalgo con el fin de proponer normas de calidad. Trabajo de titulación (Ingeniero Agroindustrial)* [Tesis profesional, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo].  
<https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/handle/123456789/10865>
- García, T. (2023). Microbiological quality of fresh cheeses that are sold in the markets of chachapoyas, peru, 2023. *Revista de Investigación Científica REBIOL REBIOL*, *43*(2), 9–19. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2023.43.02.02>
- Giambra, I., Chianese, L., Ferranti, P., & Erhardt, G. (2010). Genomics and proteomics of deleted ovine CSN1S1 I. *International Dairy Journal*, *20*(3), 195–202.  
<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2009.09.005>
- González, T., & Rojas, R. (2018). Enfermedades transmitidas por alimentos y PCR: prevención y diagnóstico. *Salud Pública de México*, *4*.



- Gunasekaran, S. (2016). Cheese Quality Evaluation. In *Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation: Second Edition* (pp. 487–524). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802232-0.00020-7>
- Guzmán, L., Mayorga, N., & Mejía, C. (2015). Evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos del queso fresco prensado producido en la región Junín. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 05(02). <https://doi.org/10.18259/acs.2015039>
- Hernández, C., & Ayala, E. (2018). *Elaboración de queso fresco a base de leche con adición de aceituna verde (Olea europea L.)* [Tesis profesional, Universidad Nacional del Callao]. <https://hdl.handle.net/20.500.12952/3778>
- Hernández, P., & Díaz, E. (2002). Elaboración de queso mozzarella a partir de leche de *Bubalus bubalis* (ganado bubalino). *Revista Amazónica de Investigación*, 2(2), 19–30. <https://enlinea.unapiquitos.edu.pe/pregrado/facultades/alimentarias/descargas/vol13/2.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.).
- Holguín, J. (2019). *Calidad bacteriológica de queso fresco artesanal comercializado en mercados del distrito de Trujillo - La Libertad, Perú - 2019* [Tesis profesional, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/14607>
- Huayhua, E. (2018). *Determinación de la carga microbiológica y análisis bromatológico de la leche comercializada en piso en los mercados de la ciudad de Cajamarca* [Tesis profesional, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2848>
- INCAP. (2012). *Instituto de nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Organización panamericana de la salud (OPS)*.
- INEN. (2006). *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos Aerobios mesófilos*.
- Inga, L. (2017). *Control de Calidad en la Densidad de la Leche* [Tesis profesional,



Universidad Técnica de Machala].  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11461>

ITINTEC. (2005). *Instituto de investigación tecnológica industrial y de normas técnicas En queso mantecoso tipo Cajamarca.*

Jahaira, F., Condori, L., Oros, O., Galindo, W., & Ramos, D. (2024). Elaboración de yogurt batido artesanal con leche de alpaca y vaca. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 26(2), 94–104.  
<https://doi.org/10.18271/ria.2020.609>

Johnson, M., Kapoor, R., McMahon, D., McCoy, D., & Narasimmon, R. (2009). Reduction of Sodium and Fat Levels in Natural and Processed Cheeses: Scientific and Technological Aspects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8(3), 252–268. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00080.x>

Jurado, H., & Insuasty, E. (2021). *Procedimiento de Tecnología de leche* (1st ed.). Editorial Universidad de Nariño. [https://sired.udenar.edu.co/7321/1/libro leche digital.pdf](https://sired.udenar.edu.co/7321/1/libro%20leche%20digital.pdf)

Kuroda, M., Ohta, T., Uchiyama, I., Baba, T., Yuzawa, H., Kobayashi, I., Cui, L., Oguchi, A., Aoki, K., Nagai, Y., Lian, J., Ito, T., Kanamori, M., Matsumaru, H., Maruyama, A., Murakami, H., Hosoyama, A., Mizutani-Ui, Y., Takahashi, N., ... Hiramatsu, K. (2001). Whole genome sequencing of meticillin resistant *Staphylococcus aureus*. *The Lancet*, 357(9264), 1225–1240.  
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)04403-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)04403-2)

Lamichhane, P., Kelly, A., & Sheehan, J. (2018). Symposium review: Structure-function relationships in cheese. *Journal of Dairy Science*, 101(3), 2692–2709.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2017-13386>

Larico, K. (2024). *Calidad Microbiológica Y Fisicoquímica De La Leche Cruda De Vaca Expendidos En Los Mercados De La Ciudad De Puno* [Tesis profesional, Universidad Nacional del Altiplano].  
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/21315>

Laura, E. (2017). *Métodos de análisis microbiológico de los alimentos* (1st ed.).



- Lázaro, M., Vásquez, V., Aredo, V., & Velásquez, L. (2015). Physicochemical properties and sensory acceptability of goat's milk fruit yogurts with mango and banana using accelerated testing. *Scientia Agropecuaria*, 177–189. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.04>
- Licón, C. C., Hurtado, J., Maggi, L., Berruga, M., Aranda, R., & Carmona, M. (2012). Optimization of headspace sorptive extraction for the analysis of volatiles in pressed ewes' milk cheese. *International Dairy Journal*, 23(1), 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.09.003>
- Lopez, N., & Pérez, N. (2019). *Numeración de bacterias aerobias mesófilas viables y coliformes en leche cruda acopiada para el programa Vaso de Leche en el distrito de Chiclayo. Mayo – Octubre 2018*. [Tesis profesional, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/5014>
- Luigi, T., Rojas, L., & Valbuena, O. (2017). Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda y pasteurizada. *Salus : Revista de La Facultad de Ciencias de La Salud, Universidad de Carabobo.*, 21(1), 9.
- Luján, D., Valentín, M., & Molina, M. (2006). Evaluación de la presencia de *Staphylococcus aureus* en quesos frescos artesanales en tres distritos de Lima-Perú. *RESPYN*, 7(2), 1–6. <https://respyn.uanl.ms/index.php/respyn/article/view/166/148>
- Magari, H. (2006). *Producción*. 217–279. <https://doi.org/10.18356/265282ef-es>
- Marcos, A., & Meurer, B. (2005). Application of molecular techniques in the study of *Staphylococcus aureus* clonal evolution - A Review. *Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 100(7), 693–698. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762005000700001>
- Mariscal, P., Ibáñez, R., & Gutiérrez, M. (2013). Características microbiológicas de leche cruda de vaca en mercados de abasto de Trinidad, Bolivia. *Agrociencias Amazonia*, 1(2), 18–24. <http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rcaa/v1n2/v1n2a02.pdf>
- Martínez, A., Montes De Oca, N., & Villoch, A. (2016). Determinación de indicadores sanitarios en quesos artesanales Determination of hygienic quality indicators of





- cheeses made from unpasteurized milk. *Rev. Salud Anim*, 38(1), 64–66.
- Martinez, A., & Pedron, C. (2016). *Conceptos básicos en alimentos* (1st ed.). Nutricia. <https://www.seghnp.org/sites/default/files/2017-06/conceptos-alimentacion.pdf>
- Martinez, M., Remón, D., Ribot, A., Riverón, Y., Zenón, J., Hernández, A., Peña, G., & Martínez, A. (2020). Evaluación de coagulante lácteo porcino en la elaboración de queso fresco artesanal. *Revista de Salud Animal*, 42(2), 3. <https://eqrcode.co/a/UyEMrZ>
- Midagri. (2021). Anuario Estadístico de la Producción Ganadera y Avícola 2020. *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - Midagri*, 1–163.
- MINAGRI. (2017, June). Decreto Supremo N° 007-2017/MINAGRI. Reglamento de la leche y productos lácteos. *El Peruano*, 12.
- Minsa. (2021). *Centro nacional de epidemiología*.
- Moreano, N., Arias, G., Martínez, E., & Cevallos, E. (2024). Evaluación de la calidad microbiológica en quesos frescos de producción artesanal: un enfoque en la seguridad alimentaria y la preservación de métodos tradicionales. *Reincisol*, 3(6), 2443–2468. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)2443-2468](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)2443-2468)
- Moreno, F., Mancera, V., Ávila, L., & Vargas, M. (2007). Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*, 14(14), 61–83. <https://www.redalyc.org/pdf/951/95101406.pdf>
- Murray, J., & Stewart, D. (2012). Advances in the microbiology of milk and dairy products. *International Journal of Dairy Technology*, 31(1), 28–35. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.1978.tb02121.x>
- Nollet, L. (1996). *Handbook of Food Analysis* (Dekker (ed.); 1st ed.). CRC Press.
- NORMA MEXICANA NMXF-092-1970. (1970). Calidad Para “ Queso De Puerco .” In *DIRECCION GENERAL DE NORMAS*.
- Olea, A., Díaz, J., Fuentes, R., Vaquero, A., & García, M. (2012). Vigilancia de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos en Chile. *Revista Chilena de*



- Infectología*, 29(5), 504–510. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182012000600004>
- Poonia, A., Jha, A., Sharma, R., Singh, H., Rai, A., & Sharma, N. (2017). Detection of adulteration in milk: A review. *International Journal of Dairy Technology*, 70(1), 23–42. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12274>
- Porada, K., Szczuka, E., Wesołowska, M., & Leska, B. (2022). Occurrence and Characteristics of *Staphylococcus aureus* Isolated from Dairy Products. *Molecules*, 27(14), 4649. <https://doi.org/10.3390/molecules27144649>
- Quispe, J. (2014). *Evaluación de la calidad de leche bovina para la época seca y húmeda, en el altiplano norte de la provincia Omasuyos del departamento de La Paz* [Tesis profesional, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5599>
- Revilla, T. (2019). *Evaluación de la calidad de leche fresca en cuatro procesadoras lácteas en la zona del Alto Mayo, región San Martín* [Tesis profesional, Universidad Nacional de San Martín]. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/4882?mode=full>
- Rodiles, J., Ochoa, G., & Zamora, R. (2023). El queso y sus variedades. *Milenaria, Ciencia y Arte*, 21, 19–23. <https://doi.org/10.35830/mcya.vi21.355>
- Rodríguez, H., Barreto, G., Sedrés, M., Bertot, J., Martínez, S., & Guevara, G. (2015). The foodborne diseases, a health problem inherited and increased in the new millennium. *Revista Electronica de Veterinaria*, 16(8), 27. [https://www.researchgate.net/publication/282709672\\_The\\_foodborne\\_diseases\\_a\\_health\\_problem\\_inherited\\_and\\_increased\\_in\\_the\\_new\\_millennium](https://www.researchgate.net/publication/282709672_The_foodborne_diseases_a_health_problem_inherited_and_increased_in_the_new_millennium)
- Rodríguez, J., & Quispe, J. (2021). *Construcción de un prototipo de cámara de maduración de quesos y optimización de parámetros para su evaluación en queso andino* [Tesis profesional, Universidad Nacional del Altiplano]. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/15584>
- Roque, L. (2024). *Estudio de la calidad de leche de vaca producida en las provincias de Azángaro, Melgar, Huancané, Puno, Lampa y San Román de la región de Puno* [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Altiplano].



<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/21795>

- Rosado, T., Morales, S., Velázquez, A., Wong, A., & Corzo, H. (2013). Caracterización fisicoquímica de quesos étnicos del estado de Chiapas. *CienciaUAT*, 8(1), 06. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v8i1.5>
- Rosario, L., & Turpo, L. (2014). *Características bromatológicas del queso fresco comercializado en los mercados del distrito de Trujillo, marzo - abril del 2014* [Tesis profesional, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/1603>
- Ruíz, R., Menco, N., & Chams, L. (2017). Valoración microbiológica de queso costeño artesanal y evaluación higiénico-locativa de expendios en Córdoba, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 19(3), 311–317. <https://doi.org/10.15446/rsap.v19n3.54853>
- Santi, K. (2024). *Calidad microbiológica de leche entera cruda de vaca expendida en los mercados de la ciudad de Puno, 2024* [Tesis profesional, Universidad Nacional del Altiplano]. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/23170>
- Silva, M. P., Cavalli, D. R., & Oliveira, T. C. R. M. (2006). Avaliação do padrão coliformes a 45°C e comparação da eficiência das técnicas dos tubos múltiplos e Petrifilm EC na detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* em alimentos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(2), 352–359. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000200018>
- Skoog, D., West, D., Holler, J., & Crouch, S. (2015). *Fundamentos de química analítica* (9th ed.). Cengage Learning Editores. [https://www.surcosistemas.com.ar/virtual/ebooks/QUIMICA\\_ANALITICA\\_No\\_vena\\_edicion.pdf](https://www.surcosistemas.com.ar/virtual/ebooks/QUIMICA_ANALITICA_No_vena_edicion.pdf)
- Smith, T., Campbell, R., Jo, Y., & Drake, M. (2016). Flavor and stability of milk proteins. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4325–4346. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10847>
- Solorzano, E. (2017). *Evaluación de la calidad físico – químico y sensorial del Queso tipo paria con adición de aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L)* [Tesis profesional, Universidad Nacional del Altiplano].



<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/5306>

Soria, K. (2014). *Ceniza*.

Talledo, L. (2020). *Evaluación de la calidad y rendimiento del queso fresco elaborado con leche de vaca utilizando dos tipos de cuajo: natural y artificial* [Tesis profesional, Universidad Nacional de Piura].  
<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2457>

Tamime, A. (2002). Fermented milks: a historical food with modern applications a review. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56(S4), S2–S15.  
<https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601657>

Ttito, Y. (2024). *Calidad bacteriológica y resistencia antimicrobiana de Escherichia coli y Salmonella spp aislados en quesos frescos artesanales de la plaza del Centro Poblado de Progreso, región Puno-2023* [Universidad Nacional Del Altiplano].  
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/22631>

Van Hekken, D., & Farkye, N. (2003). Hispanic cheeses: The quest for queso. In *Food Technology* (Vol. 57, Issue 1, pp. 32–38). [https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2003/january/features/developing-foods\\_hispanic-cheeses-the-quest-for-queso](https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2003/january/features/developing-foods_hispanic-cheeses-the-quest-for-queso)

Vásquez, A. (2015). *Competitividad del sistema agroalimentario localizado productor de quesos de la ciudad de Cajamarca-Perú* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1426>

Vásquez, K. (2018). *Caracterización Físicoquímica y Organoléptica de leche entera ultrapasteurizada (UHT) procesadas en las empresas lácteas establecidas en Nicaragua*. [Tesis profesional, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/10759/>

Vásquez, N., Duran, L., Sánchez, C., & Acevedo, I. (2012). Evaluación de las características físicoquímicas y microbiológicas del queso blanco a nivel de distribuidores, estado Lara, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 30(3), 217–223.  
<https://ve.scielo.org/pdf/zt/v30n3/art01.pdf>



- Vásquez, V., Salhuana, J. G., Jimenez, L., & Abanto, L. (2018). Evaluación de la calidad bacteriológica de quesos frescos en Cajamarca. *Ecología Aplicada*, 17(1), 45. <https://doi.org/10.21704/rea.v17i1.1172>
- Vega, J. (2015). *Efecto de la adición de leche de cabra (Capra hircus) y cloruro de calcio sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del queso fresco* [Tesis profesional, Universidad Jose Carlos Mariategui]. <https://hdl.handle.net/20.500.12819/1041>
- Westenbrink, S., Oseredczuk, M., Castanheira, I., & Roe, M. (2009). Food composition databases: The EuroFIR approach to develop tools to assure the quality of the data compilation process. *Food Chemistry*, 113(3), 759–767. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.112>
- Zamora, R., Martínez, H., Montañez, J., Huerta, U., & Pérez, R. (2013). Estudio microbiológico de queso fresco adicionado con el probiótico *Saccharomyces boulardii*. *Biológicas Revista de La DES Ciencias Biológico Agropecuarias Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, 14(2), 37–41. <https://biologicas.umich.mx/index.php/biologicas/article/view/135>
- Zumbado, H. (2002). *Análisis químico de los alimentos. Métodos clásicos*.
- Zúñiga, I., & Caro, J. (2017). Enfermedades transmitidas por los alimentos: Una mirada puntual para el personal de salud. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología*, 37(3), 95–104.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Mercados expendedores de leche y queso fresco de la ciudad de Puno



A. Mercado central, B. Mercado Laykakota, C. Mercado unión y dignidad.

### ANEXO 2. Muestras de quesos frescos y expendedores de la ciudad de Puno



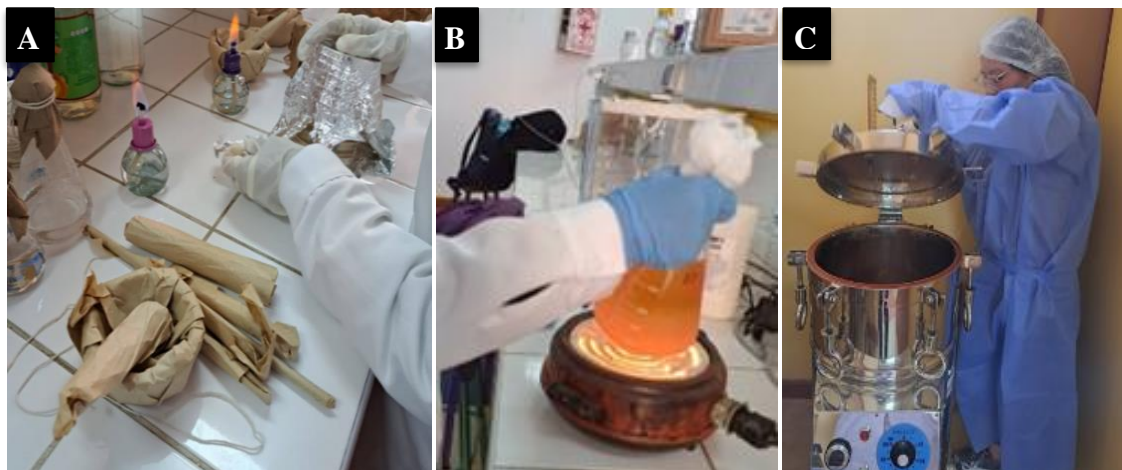
A. Expendedora de queso fresco del Mercado Laykakota, B. Expendedora de queso fresco del Mercado unión y dignidad, C. Expendedora de queso fresco del Mercado Central de Puno.

### ANEXO 3. Muestra de la leche cruda de vaca y expendedores de la ciudad de Puno



**A.** Expendedora de leche fresca del mercado Laykakota, **B.** Expendedora de leche fresca del Mercado Central, **C.** Expendedora de leche fresca del Mercado Unión y Dignidad de Puno.

### ANEXO 4. Preparación de medios de cultivo en el laboratorio de microbiología clínica de la Universidad Nacional del Altiplano – Facultad de Ciencias Biológicas Puno



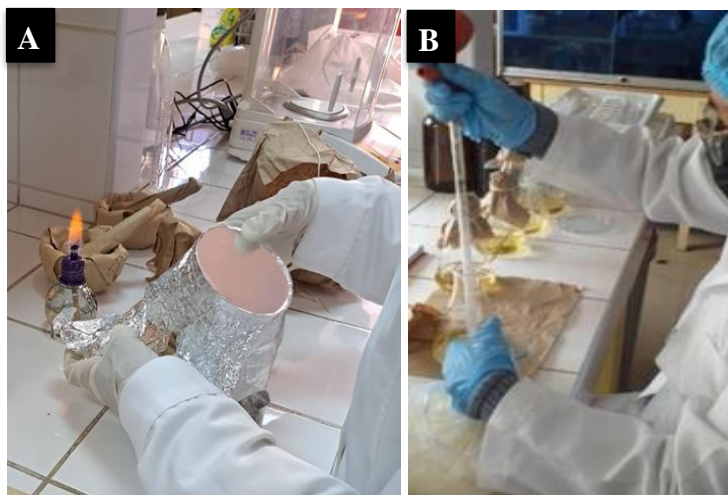
**A.** Esterilización de los materiales que se utilizaron para los medios de cultivos **B.** Preparación de los medios de cultivos que utilizamos, **C.** Autoclavado los medios de cultivos.

## ANEXO 5. Preparación de la muestra de queso fresco para sembrar en los medios de cultivo



**A.** Pesamos la cantidad de muestra de queso fresco, **B.** utilizamos el mortero las diluciones del queso fresco y la siembra en los medios de cultivos.

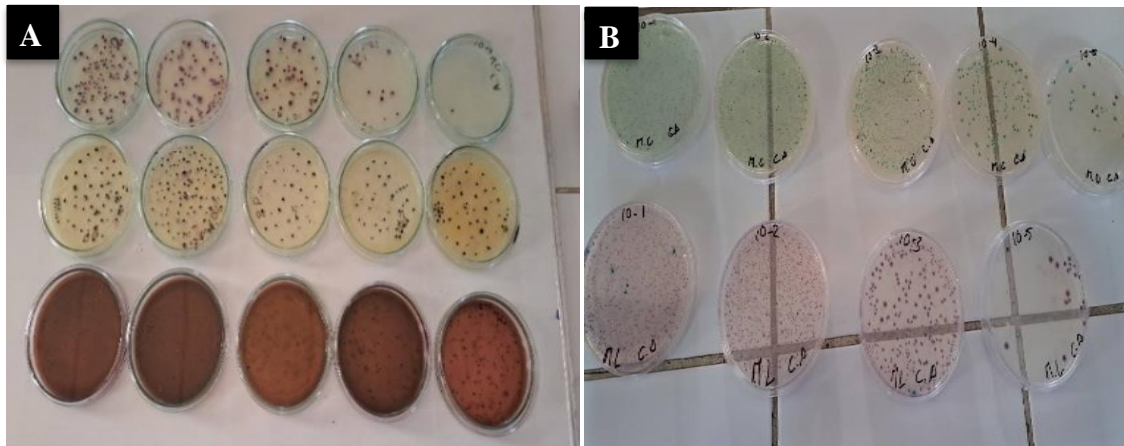
## ANEXO 6. Procedimiento de plaqueo de muestras de leche fresca en los medios de cultivo



**A.** Medios de cultivos para la siembra de la muestra de leche, **B.** Siembra de la muestra de leche fresca.



## ANEXO 7 Crecimiento de colonias en los medios de cultivo



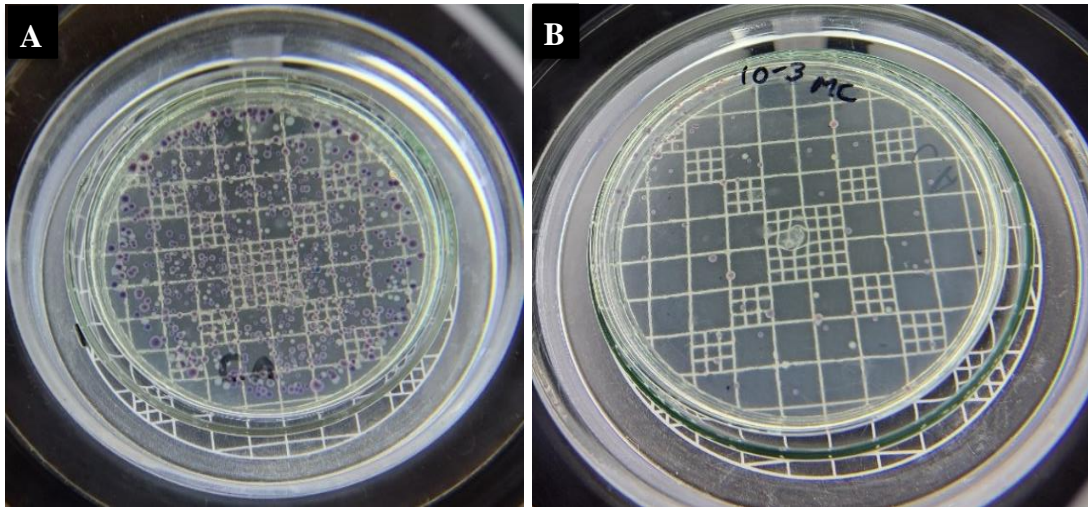
**A.** Crecimiento de colinas en el agar selectivo Agar Chromocult, agar (PCA) y el agar (EMB), **B.** Crecimiento de colinas en agar selectivo Baird Parker y agar chromocult.

## ANEXO 8. Procedimiento para el recuento de *Escherichia coli* de la muestra de queso fresca



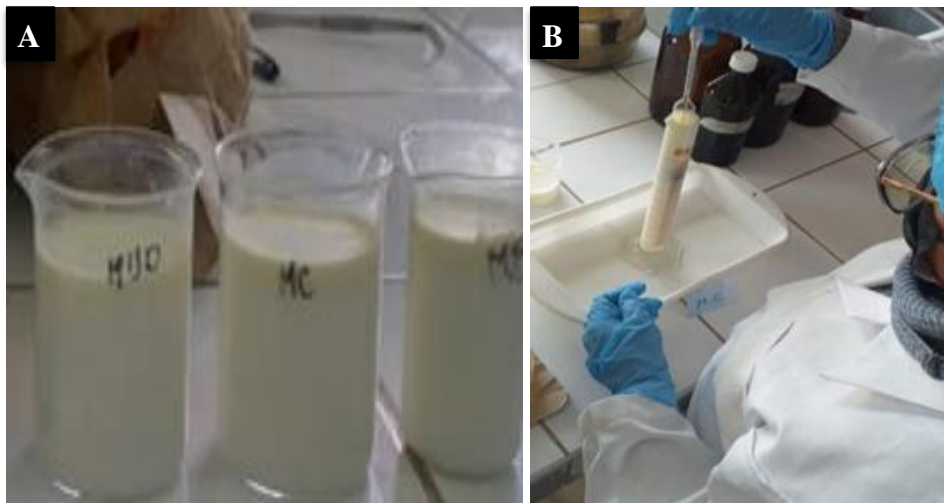
**A.** *Escherichia coli* en agar selectivo Eosina Azul de Metileno, **B.** Preparación de confirmación de *Escherichia coli* en caldo verde brillante bilis.

### ANEXO 9. Recuento de colonias



**A.** Recuento de colonias del mercado Laykakota, **B.** Recuento de colinas del mercado Central.

### ANEXO 10. Determinación de densidad de leche fresca.



**A.** Muestra de leches frescas de los 3 mercados de la ciudad de Puno, **B.** Medida de la densidad de las leches frescas con el lactodensímetro.

## ANEXO 11. Determinación de acidez titulable de leche fresca



**A.** muestra de leche fresca con fenolftaleína, **B.** Mezcla de la muestra con una gota de hidróxido de sodio para determinar la acidez.

**ANEXO 12.** Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de la concentración de la ceniza en los quesos procedentes de tres mercados de Puno

**Descriptivos**

	N	Medi a	Desv. .	Desv. Erro r	95% IC para la media		Mínim o	Máxim o
					Límite inferio r	Límite superio r		
<b>Laykakota</b>	1 2	1,010 0	,0689 9	,0281 7	,9376	1,0824	,94	1,14
<b>Unión dignidad</b>	1 2	,9500	,1048 8	,0428 2	,8399	1,0601	,84	1,08
<b>Central</b>	1 2	,9333	,0689 0	,0281 3	,8610	1,0056	,84	1,00
<b>Total</b>	3 6	,9644	,0847 3	,0199 7	,9223	1,0066	,84	1,14

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>% Ceniza</b>	Se basa en la media	2,301	2	15	,134
	Se basa en la mediana	1,926	2	15	,180
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,926	2	11,152	,191
	Se basa en la media recortada	2,317	2	15	,133

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig .
<b>Entre grupos</b>	,020	2	,010	1,42 7	,27 1
<b>Dentro de grupos</b>	,103	15	,007		
<b>Total</b>	,122	17			

**ANEXO 13.** Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de la concentración de la humedad en los quesos procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022

**Descriptivos**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
<b>Laykakota</b>	120	53,400	1,22638	,50067	52,1130	54,6870	51,40	54,40
<b>Unión dignidad</b>	120	52,700	2,51317	1,02600	50,0626	55,3374	49,20	57,00
<b>Central</b>	127	52,166	2,21058	,90247	49,8468	54,4865	48,60	55,00
<b>Total</b>	366	52,755	2,00183	,47184	51,7601	53,7510	48,60	57,00

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>Humedad</b>	Se basa en la media	,343	2	15	,715
	Se basa en la mediana	,469	2	15	,634
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,469	2	12,054	,636
	Se basa en la media recortada	,362	2	15	,702

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	4,591	2	2,296	,542	,593
<b>Dentro de grupos</b>	63,533	15	4,236		
<b>Total</b>	68,124	17			

**ANEXO 14.** Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de la densidad en la leche procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022.

### Descriptivos

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
<b>Laykakota</b>	12	1,0278	,00188	,00077	1,0258	1,0298	1,03	1,03
<b>Unión dignidad</b>	12	3,6943	1,92535	,78602	1,6738	5,7149	1,03	6,23
<b>Central</b>	12	1,0279	,00141	,00057	1,0264	1,0293	1,03	1,03
<b>Total</b>	36	1,9167	1,66231	,39181	1,0900	2,7433	1,03	6,23

### Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>Densidad</b>	Se basa en la media	15,908	2	15	,000
	Se basa en la mediana	15,886	2	15	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	15,886	2	5,000	,007
	Se basa en la media recortada	15,908	2	15	,000

### ANOVA

Rangos		
localidad	N	Rango promedio
Laykakota	6	6,17
Unión y Dignidad	6	14,50
Central	6	7,83
Total	18	

**ANEXO 15.** Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de la acidez titulable en la leche procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022.

### Descriptivos

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
<b>Laykakota</b>	12	,1537	,01069	,00436	,1424	,1649	,14	,17
<b>Unión dignidad</b>	12	,1517	,00557	,00228	,1458	,1575	,15	,16
<b>Central</b>	12	,1503	,00638	,00260	,1436	,1570	,14	,16
<b>Total</b>	36	,1519	,00753	,00177	,1481	,1556	,14	,17

### Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>Acidez</b>	Se basa en la media	2,704	2	15	,099
	Se basa en la mediana	1,111	2	15	,355
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,111	2	9,954	,367
	Se basa en la media recortada	2,488	2	15	,117

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	,000	2	,000	,272	,765
<b>Dentro de grupos</b>	,001	15	,000		
<b>Total</b>	,001	17			

**ANEXO 16.** Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de recuentos de coliformes (UFC/g) en leche procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022

**Descriptivos**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
<b>Laykakot</b>	1	471,466	49,48061	20,2003	419,540	523,393	413,00	559,60
	2	7		7	0	4		
<b>Unión dignidad</b>	1	436,066	42,52767	17,3618	391,436	480,696	381,00	487,20
	2	7		5	6	7		
<b>Central</b>	1	485,333	46,70874	19,0687	436,315	534,351	418,80	537,20
	2	3		6	5	2		
<b>Total</b>	3	464,288	48,46982	11,4244	440,185	488,392	381,00	559,60
	6	9		5	4	4		

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>Recuento</b>	Se basa en la media	,098	2	15	,907
	Se basa en la mediana	,140	2	15	,870
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,140	2	10,595	,871
	Se basa en la media recortada	,098	2	15	,907

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	7745,298	2	3872,649	1,804	,199
<b>Dentro de grupos</b>	32193,200	15	2146,213		
<b>Total</b>	39938,498	17			



**ANEXO 17.** Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de recuentos de *Escherichia coli* (UFC/g) en leche procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022

**Descriptivos**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
<b>Laykakota</b>	12	7,5000	,68993	,28166	6,7760	8,2240	6,40	8,40
<b>Unión dignidad</b>	12	7,4667	,45019	,18379	6,9942	7,9391	6,60	7,80
<b>Central</b>	12	7,1333	,92664	,37830	6,1609	8,1058	5,80	8,60
<b>Total</b>	36	7,3667	,69367	,16350	7,0217	7,7116	5,80	8,60

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<b><i>E. coli</i></b>	Se basa en la media	,674	2	15	,525
	Se basa en la mediana	,705	2	15	,510
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,705	2	11,770	,514
	Se basa en la media recortada	,724	2	15	,501

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	,493	2	,247	,481	,627
<b>Dentro de grupos</b>	7,687	15	,512		
<b>Total</b>	8,180	17			

**ANEXO 18.** Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de recuentos de *Staphylococcus aureus* (UFC/g) en queso procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022

**Descriptivos**

	N	Medi a	Desv. Desviació n	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínim o	Máxim o
					Límite inferior	Límite superior		
<b>Laykakota</b>	12	513,0 667	117,32823	47,8990 5	389,938 2	636,195 1	388,80	692,80
<b>Unión dignidad</b>	12	451,9 000	79,35578	32,3968 6	368,621 2	535,178 8	339,40	560,20
<b>Central</b>	12	463,4 000	69,34055	28,3081 6	390,631 6	536,168 4	379,20	578,00
<b>Total</b>	36	476,1 222	89,78327	21,1621 2	431,474 1	520,770 4	339,40	692,80

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl 1	gl2	Sig.
<i>Staphylococcus aureus</i>	Se basa en la media	1,433	2	15	,270
	Se basa en la mediana	1,360	2	15	,286
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,360	2	13,514	,290
	Se basa en la media recortada	1,429	2	15	,270

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	12680,778	2	6340,389	,765	,483
<b>Dentro de grupos</b>	124356,833	15	8290,456		
<b>Total</b>	137037,611	17			

**ANEXO 19.** Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de recuentos de coliformes (UFC/g) en leche procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022

**Descriptivos**

	N	Medi a	Desv. Desviació n	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínim o	Máxim o
					Límite inferior	Límite superior		
<b>Laykakota</b>	12	470,4 667	56,94821	23,2490 1	410,703 2	530,230 1	393,80	536,40
<b>Unión dignidad</b>	12	438,4 667	37,11790	15,1533 2	399,513 8	477,419 5	384,80	482,60
<b>Central</b>	12	465,6 667	36,09425	14,7354 1	427,788 1	503,545 3	421,80	510,60
<b>Total</b>	32	458,2 000	44,18672	10,4149 1	436,226 5	480,173 5	384,80	536,40

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>Coliformes</b>	Se basa en la media	1,067	2	15	,369
	Se basa en la mediana	,949	2	15	,409
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,949	2	12,987	,412
	Se basa en la media recortada	1,066	2	15	,369

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	3573,760	2	1786,880	,905	,426
<b>Dentro de grupos</b>	29618,160	15	1974,544		
<b>Total</b>	33191,920	17			

**ANEXO 20.** Exploración de datos y el análisis de varianza de un factor (ANOVA de un factor) de recuentos de mesófilos aerobios (UFC/g) en leche procedentes de tres mercados de la ciudad de Puno – 2022

**Descriptivos**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
<b>Laykakota</b>	1 2	9564,133	1463,106	597,310	8028,69	11099,56	7927,2	11734,4
<b>Unión dignidad</b>	1 2	11449,03	3043,089	1242,33	8255,50	14642,55	6829,2	14714,4
<b>Central</b>	1 2	13450,00	2798,380	1142,43	10513,2	16386,72	10113,8	17403,2
<b>Total</b>	3 6	11487,72	2884,781	679,949	10053,1	12922,29	6829,2	17403,2

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>Mesófilo</b>	Se basa en la media	1,732	2	15	,211
	Se basa en la mediana	1,818	2	15	,196
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,818	2	13,646	,200
	Se basa en la media recortada	1,776	2	15	,203

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	45313350,724	2	22656675,362	3,534	,055
<b>Dentro de grupos</b>	96160039,527	15	6410669,302		
<b>Total</b>	141473390,251	17			

## ANEXO 21. Matriz de recolección de datos

Mercado	Zona	Calidad fisicoquímica				Calidad bacteriológica				
		Queso		Leche		Queso		Leche		
		Cenizas (%)	Humedad g	Densidad g/ml	Acidez g/100g	Coliformes (UFC)	<i>E. coli</i> (NMP)	<i>S. aureus</i> (UFC)	Mesófilos (UFC)	Coliformes (UFC)
Laykakota	Interior	0,7	48	1.0252	0.17	1393	11	1734	14815	1443
Laykakota	Interior	1,1	57	1.0296	0.18	1342	12	2358	17585	1676
Laykakota	Interior	0,8	53	1.0278	0.17	1259	6	2092	17830	1387
Laykakota	Interior	1,4	46	1.0229	0.15	1593	9	1354	16860	1593
Laykakota	Interior	0,8	53	1.0259	0.14	1185	7	1567	15380	1185
Laykakota	Interior	1,5	53	1.0262	0.15	1328	8	1484	13452	1328
Laykakota	Exterior	1,2	63	1.0232	0.16	243	7	228	1275	245
Laykakota	Exterior	0,6	48	1.0243	0.15	263	5	273	1524	185
Laykakota	Exterior	1,2	46	1.0262	0.16	232	4	163	1738	229
Laykakota	Exterior	1,3	56	1.0252	0.15	295	7	189	892	295
Laykakota	Exterior	0,9	58	1.0263	0.18	198	7	201	538	198
Laykakota	Exterior	1,2	48	1.0259	0.13	134	8	137	784	134
Central	Interior	0,6	47	1.0303	0.17	1543	13	1349	1730	1543
Central	Interior	0,9	49	1.0282	0.15	1476	7	2220	2676	1376
Central	Interior	1,1	53	1.0286	0.17	1387	11	1720	1787	1587
Central	Interior	0,7	46	1.0263	0.16	1626	7	1849	1593	1226
Central	Interior	0,6	64	1.0288	0.13	1923	6	1646	2842	1623
Central	Interior	1,4	46	1.0252	0.16	1350	3	1583	1753	1350
Central	Exterior	0,9	52	1.0316	0.16	265	4	159	267	265
Central	Exterior	0,7	62	1.0301	0.12	143	6	132	189	204
Central	Exterior	1,3	52	1.0281	0.13	205	7	128	192	169
Central	Exterior	0,8	49	1.0249	0.12	176	3	129	183	153
Central	Exterior	1,2	52	1.0242	0.12	139	13	137	213	139
Central	Exterior	0,6	48	1.0315	0.17	128	11	129	238	128
Unión y Dignidad	Interior	1,2	63	1.0263	0.14	1328	6	1356	2730	1328
Unión y Dignidad	Interior	0,6	48	1.0272	0.12	1730	9	1240	1735	1730
Unión y Dignidad	Interior	1,1	54	2.0272	0.15	1735	7	1892	2329	1735
Unión y Dignidad	Interior	0,6	47	3.0272	0.13	1829	6	1546	2789	1829
Unión y Dignidad	Interior	1,3	46	4.0272	0.15	1203	13	1863	3850	1303
Unión y Dignidad	Interior	0,7	43	5.0272	0.18	1245	11	1929	2732	1245
Unión y Dignidad	Exterior	1,5	52	1.0301	0.15	234	4	342	258	234
Unión y Dignidad	Exterior	0,7	57	3.0272	0.15	184	7	285	184	184
Unión y Dignidad	Exterior	0,8	53	4.0272	0.12	104	9	443	269	104
Unión y Dignidad	Exterior	0,7	65	5.0272	0.13	227	9	303	196	227
Unión y Dignidad	Exterior	1,1	64	6.0272	0.17	182	4	241	273	182
Unión y Dignidad	Exterior	1,3	63	7.0272	0.17	202	6	693	176	202



## ANEXO 22. Constancia de ejecución de la tesis



*Universidad Nacional del Altiplano*  
**Facultad de Ciencias Biológicas**

Ciudad Universilana – Teléfono 36 6189 – Apartado Postal 291



### CONSTANCIA N° 031-2024-D-FCCBB-UNA

EL QUE SUSCRIBE, DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO.

HACE CONSTAR.

Que, la Bachiller SONALY JOHAIRA COYLA BARREDA, egresada de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, ha realizado su trabajo de investigación (tesis), titulado “CARACTERIZACION FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE QUESOS Y LECHE FRESCA EXPENDIDAS EN LOS MERCADOS DE LA CIUDAD DE PUNO - 2023”, en el Laboratorio de Microbiología Clínica, de la Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, en los meses de enero, febrero y marzo del 2023.

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada, para los fines que estime por conveniente.

Puno, 21 de junio del 2024



*[Firma manuscrita]*

HELISARIO MANTILLA MENDOZA  
DECANO

cc  
Archivo 2024  
61444444



**AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Por el presente documento, Yo Sonalý Johaira Coyla Barreda,  
identificado con DNI 71653096 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

BIOLOGÍA

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE QUESOS  
Y LECHE FRESCA EXPENDIDAS EN LOS MERCADOS DE LA CIUDAD  
DE PUNO - 2022”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 18 de DICIEMBRE del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Sonaly Johaira Coyla Barreda  
identificado con DNI 71653096 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Biología

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE QUESOS  
Y LECHE FRESCA EXPENDIDAS EN LOS MERCADOS DE LA CIUDAD  
DE PUNO - 2022 ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 18 de DICIEMBRE del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella