

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

Parámetros fisicoquímicos de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) proveniente de la cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos, distrito de Tamburco, Apurímac

Presentado por:

Rudde Zevallos Espinoza

Para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC  
FACULTAD DE MEDICINA VETRRINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VCTERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

**“PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LA LECHE CRUDA BOVINA (*Bos taurus*)  
PROVENIENTE DE LA CUENCA LECHEERA DEL CENTRO POBLADO DE  
KERAPATA Y ANEXOS, DISTRITO DE TAMBURCO, APURIMAC”**

Presentado por **Rudde Zevallos Espinoza**, para optar el Título de:  
Médico Veterinario y Zootecnista

Sustentado y aprobado el 23 de diciembre de 2022, ante el jurado evaluador:

**Presidente:**

*MVZ. Martín Equicio Pineda Serruto*

**Primer Miembro:**

*MVZ. Víctor Raúl Cano Fuentes*

**Segundo Miembro:**

*Mtro. Gizely Alva Villavicencio*

**Asesor:**

*MSc. Liliam Rocío Bárcena Rodríguez*

## **Agradecimiento**

*Primeramente, a Dios, por darme valor. Salud, sabiduría, perseverancia guiándome en el trayecto de mi vida. Por su comprensión y su tiempo a mi asesora, MSc Lilíam Bárcena Rodríguez*



## **Dedicatoria**

*Este trabajo está dedicado a mi familia en especial a mi hijo quien fue la razón de culminar lo iniciado y a mis padres, sobre todo en especial a mi madre y hermana quienes, con su amor y esfuerzo, me apoyaron a llegar a cumplir un sueño más en mi vida.*



“Parámetros fisicoquímicos de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) proveniente de la cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos, distrito de Tamburco, Apurímac”

Línea de Investigación: Ciencias Veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>4</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>4</b>
1.1. Descripción del problema .....	4
1.2. Enunciado del Problema .....	5
1.2.1. Problema General.....	5
1.2.2. Problema específico .....	5
1.2.3. Justificación de la investigación.....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>7</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>7</b>
2.1. Objetivos de la investigación .....	7
2.1.1. Objetivo General .....	7
2.1.2. Objetivos Específicos .....	7
2.2. Operacionalización de variables .....	8
2.2.1. Definición de variables.....	8
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>9</b>
<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b> .....	<b>9</b>
3.1. Antecedentes .....	9
3.2. Marco teórico .....	12
3.2.1. Leche cruda bovina .....	12
3.2.2. Control de la calidad de leche .....	13
3.2.3. Características organolépticas de la leche bovina .....	13
3.2.4. Composición de la leche Cruda Bovina .....	14
3.2.5. Proteína .....	14

3.2.6.	Grasa .....	15
3.2.7.	Especificaciones técnicas Fisicoquímicas de la leche cruda.....	17
3.2.8.	Materia grasa láctea.....	18
3.2.9.	Métodos de ensayo para determinar las especificaciones técnicas fisicoquímicas de leche cruda .....	22
3.2.10.	LactoStar (equipo analizador de la leche).....	25
3.2.11.	Factores que afectan la calidad de la leche bovina.....	26
3.3.	Marco conceptual.....	30
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>31</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>		<b>31</b>
4.1.	Tipo y Nivel de Investigación.....	31
4.2.	Diseño de investigación .....	31
4.2.1.	Población y muestra .....	31
4.3.	Procedimiento de la investigación .....	31
4.3.1.	Lugar de Estudio .....	31
4.3.2.	Materiales y Equipos .....	32
4.3.3.	Obtención de la muestra.....	34
4.3.4.	Proceso de la muestra.....	34
4.4.	Técnicas e instrumentos.....	36
4.5.	Análisis Estadístico.....	37
<b>CAPÍTULO V.....</b>		<b>38</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>		<b>38</b>
5.1.	Análisis de Resultados .....	38
5.1.1.	Determinación de los parámetros físicos de leche cruda bovina en la cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos.....	38
5.1.2.	Parámetros químicos de la leche en el Centro Poblado de Kerapata y anexos. 41	41
5.1.3.	Comparación de las especificaciones mínimas y máximas de los parámetros fisicoquímicos en leche cruda bovina entre anexos del Centro Poblado de Kerapata....	42
5.2.	Discusión .....	44
<b>CAPÍTULO VI .....</b>		<b>49</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>49</b>



6.1. Conclusiones .....	49
6.2. Recomendaciones .....	50
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>58</b>





## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables de estudio.....	8
<b>Tabla 2.</b> Composición lipídica de la leche de vaca.....	15
<b>Tabla 3.</b> Composición nutricional del mineral .....	17
<b>Tabla 4.</b> Composición de la leche de las razas bovinas lecheras que se explotan en nuestro país .....	17
<b>Tabla 5.</b> Equivalencias aproximadas entre valores de pH y grados Dornic .....	21
<b>Tabla 6.</b> Concentración de proteínas más abundantes de la leche .....	22
<b>Tabla 7.</b> Clasificación de la calidad de la leche en función del tiempo de decoloración del azul de metileno .....	24
<b>Tabla 8.</b> Analizador de LactoStar .....	25
<b>Tabla 9.</b> Estándares de la calidad nutricional Según NTP de la leche cruda .....	26
<b>Tabla 10.</b> Porcentaje nutricional de la leche fresca según razas .....	27
<b>Tabla 11.</b> Porcentaje de grasa, proteína y lactosa en la leche de la raza Holstein .....	27
<b>Tabla 12.</b> Variación de los componentes de la leche debido a mastitis subclínica, según el grado de calificación de 1+ a > 2 .....	29
<b>Tabla 13.</b> Intervalo de confianza para pH, acidez titulable y densidad de leche cruda bovina	38
<b>Tabla 14.</b> Frecuencias relativas y absolutas a la prueba de alcohol en leche cruda bovina.....	39
<b>Tabla 15.</b> Frecuencias absolutas y relativas del tiempo de reacción de azul de metileno en leche cruda bovina.....	40
<b>Tabla 16.</b> Intervalo de confianza para grasa, extracto seco magro, proteína, lactosa, minerales en leche cruda bovina .....	41
<b>Tabla 17.</b> Especificaciones mínimas y máximas de los parámetros químicos en leche cruda bovina entre anexos.....	42



<b>Tabla 18.</b> Especificaciones mínimas y máximas de los parámetros físicos en leche cruda bovinaentre anexos.....	43
<b>Tabla 19.</b> Matriz de los resultados de los parámetros químicos de la Cuenca lechera del CentroPoblado de Kerapata y anexos .....	61
<b>Tabla 20.</b> Matriz de resultados de los parámetros físicos pH y acidez titulable de la Cuencalechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos .....	63
<b>Tabla 21.</b> Matriz de resultados del parámetro físico prueba de alcohol al 74 % de la Cuencalechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos .....	65
<b>Tabla 22.</b> Matriz de resultados del parámetro físico de tiempo de reacción de azul de metileno(TRAM) de la Cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos	66



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Ubicación del distrito de Tamburco.....	32
<b>Figura 2.</b> Acopio de leche.....	67
<b>Figura 3.</b> Colección de muestra de leche cruda.....	67
<b>Figura 4.</b> Conservación de muestra en cadena de frío.....	68
<b>Figura 5.</b> Análisis químico de leche cruda con el equipo LactoStar .....	68
<b>Figura 6.</b> Determinación de pH con el Potenciómetro .....	69
<b>Figura 7.</b> Prueba de la acidez titulable, titulación con fenolftaleína 1% .....	69
<b>Figura 8.</b> Titulación con hidróxido de sodio 0.1N.....	70
<b>Figura 9.</b> Solución madre de azul de metileno 2% .....	70
<b>Figura 10.</b> Adición 1 ml de azul de metileno a muestras de leche cruda .....	71
<b>Figura 11.</b> Muestras con azul de metileno y control sin azul metileno .....	71
<b>Figura 12.</b> Inmersión de muestras de leche cruda con azul de metileno .....	72
<b>Figura 13.</b> Incubación de muestras en baño maría, a 37 <sup>0</sup> c .....	72
<b>Figura 14.</b> Cambio de coloración de la muestra de leche a temperatura 37 grados .....	73
<b>Figura 15.</b> Prueba de alcohol al 74% .....	73
<b>Figura 16.</b> Homogenización para observar la reacción a la prueba de alcohol 74% .....	74
<b>Figura 17.</b> Reacción negativa a la prueba de alcohol al 74% .....	74
<b>Figura 18.</b> Muestra positiva a prueba de alcohol al 74%, formación de coagulo.....	75



## INTRODUCCIÓN

En el Perú existe aproximadamente 5 535 569 unidades de ganado bovino, de este grupo el 13% está orientada a la producción de leche; donde el 15% están criados con un sistema familiar, el 72% con sistema semi-intensiva y el 13% criados con un sistema intensivo. La región de la costa está representada en su mayoría por la crianza de vacas Holstein con un 40.6%. La producción total de leche fresca alcanzó los 1.8 millones de toneladas, del cual casi el 81% es utilizada por la industria para la fabricación de productos lácteos y derivados (1). En la región Apurímac se crían aproximadamente 298 214 bovinos y en la provincia de Abancay, 42 679 (2).

La calidad de la leche se clasifica en dos grandes referentes, composicional y el higiénico-sanitario. La calidad composicional está referida a los requisitos de “composición fisicoquímica” que debe cumplir la leche y se evalúa mediante la medición del contenido de sólidos totales, grasa y proteína, parámetros que determinan su valor nutricional y su aptitud como materia prima para el procesamiento de derivados lácteos (3). La leche es rica en materias útiles y pobre en agentes contaminantes, siendo un producto completo no alterado ni adulterado y sin calostro que procede de ordeños higiénicos y vacas sanas, por lo que los componentes naturales de la leche se encuentran en porcentajes normales (4).

La composición nutricional de la leche cruda puede tener variaciones de acuerdo a los siguientes factores: especie, raza, alimentación entre otros aspectos (5). La leche cruda comprende entre sus componentes más abundante el agua representando el 88 % del total, las grasas constituyen alrededor del 3.4 % del contenido sólidos (6) a 4 % (5), el contenido en proteína es de 3.2 % (6) a 3.6 % (5), siendo la más importante la caseína (75 %) (6), 5% de lactosa y menos de 0.2 % de sales minerales (5).

En la investigación se planteó como objetivo general describir los parámetros fisicoquímicos de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) proveniente de la cuenca lechera del centro poblado de Kerapata y sus anexos, Tamburco, Apurímac, y como objetivos específicos determinar los parámetros químicos: Grasa, Lactosa, Minerales, Proteína, Extracto seco magro y parámetros físicos: Acidez titulable, densidad de leche cruda, tiempo de reacción de azul de metileno, prueba de alcohol y pH, de esta forma conocer si la leche cruda cumple con lo establecido por el reglamento de la leche y productos lácteos y dispuesto por la norma técnica peruana.



## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo determinar los parámetros físicos y químicos de la leche cruda bovina (*Bos Taurus*) en la cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y Anexos, Tamburco, Apurímac, muestreando a 51 vacas en producción a partir de 2 años y medio de edad de un total de 9 anexos. Los parámetros físicos: pH, acidez titulable, densidad, prueba de alcohol, tiempo de reacción de azul de metileno se determinaron con la metodología establecida por la Norma Técnica Peruana 202.116 – 2008, actualizada en el año 2017 y los parámetros químicos: grasa, extracto seco magro, proteína, lactosa y minerales se determinaron mediante el analizador ultrasónico LactoStar Funke Gerber, las ondas de ultrasonido identifica la sustancia lo cual se acontece la reflexión o rebote los haces ultrasónicos hacia un transductor. Los resultados hallados para los parámetros físicos fueron en promedio, para pH 6,92, acidez titulable 0.18 g/100, densidad 1.026 g/ml, prueba de alcohol (74%) 47% positivos, el tiempo de reacción de azul de metileno (TRAM) de una hora como mínimo fue hallado en el anexo San Jorge Chillihua y como máximo fue 3 horas en el anexo Ccorhuani. Resultados obtenidos para los parámetros químicos fueron, para extracto seco magro en promedio fue 8.58 %, minerales 0.74 %, proteína 3.16 %, grasa 2.70 % y lactosa 4.62 %. Se concluye que los parámetros fisicoquímicos: extracto seco magro, minerales y densidad se encuentran dentro de lo establecido por el Reglamento de la leche y productos lácteos. Estos resultados se deben a factores como, buenas prácticas de higiene, raza y manejo alimenticio.

**Palabras claves:** *Parámetros físico-químicos, Norma Técnica Peruana, Leche cruda, Bovino, LactoStar Funke Gerber.*

## ABSTRACT

The objective of the study was to determine the physical and chemical parameters of raw bovine milk (*Bos Taurus*) in the dairy basin of the Populated Center of Kerapata and Annexes, Tamburco, Apurímac, sampling 51 cows in production from 2 and a half years of age. age of a total of 9 annexes. The physical parameters: pH, titratable acidity, density, alcohol test, methylene blue reaction time were determined with the methodology established by the Peruvian Technical Standard 202.116 - 2008, updated in 2017 and the chemical parameters: fat, extract dry lean, protein, lactose and minerals were determined using the LactoStar Funke Gerber ultrasonic analyzer, the ultrasound waves identify the substance which occurs by reflection or rebound of the ultrasonic beams towards a transducer. The results found for the physical parameters were on average, for pH 6.92, titratable acidity 0.18 g/100, density 1.026 g/ml, alcohol test (74%) 47% positive, the reaction time of methylene blue (TRAM) of at least one hour was found in the San Jorge Chillihua annex and a maximum of 3 hours in the Ccorhuani annex. Results obtained for the chemical parameters were, for lean dry extract on average it was 8.58%, minerals 0.74%, protein 3.16%, fat 2.70% and lactose 4.62%. It is concluded that the physicochemical parameters: lean dry extract, minerals and density are within the provisions of the Regulation of milk and dairy products. These results are due to factors such as good hygiene practices, breed and food management.

**Keywords:** *Physical-chemical parameters, Peruvian Technical Standard, Raw milk, Bovine, LactoStar Funke Gerber.*



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción del problema

Leche “es la secreción mamaria normal de animales lecheros, obtenida mediante uno o más ordeños, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración derivados” (7) Altamente perecedera y muy sensible a la contaminación, debido a que es un sustrato idóneo para el desarrollo de ciertos microorganismos, como los coliformes y mesófilos que pueden deteriorar su calidad (8).

Debe cumplir con especificaciones técnicas y sanitarias establecidas, siendo las autoridades competentes las encargadas de velar por el cumplimiento, dentro de ellas se tiene al Ministerio de Agricultura y Riego, Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA, Ministerio de Salud, Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria - DIGESA y el Instituto Nacional de Salud, a través del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición – CENAN, Presidencia del Consejo de Ministros, Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, Gobiernos Regionales así como los Gobiernos Locales, La determinación de los parámetros físicos y químicos de la leche cruda de bovino se realizan por métodos de ensayo que están normalizados, validados y reconocidos internacionalmente, en las denominadas Normas Técnicas Peruanas para cada una de las especificaciones técnicas (7)

Los cuales están influenciados por factores genéticos y ambientales, dentro de los que cobra importancia son: la alimentación, número de lactación, condición corporal al parto, época de parto, condiciones climáticas y duración del periodo seco (9) además de principios generales de higiene en la producción, recolección, transporte hacia las plantas de enfriamiento o plantas de procesamiento, así como Buenas Prácticas en el acopio de leche y controles respectivos. Por otro lado, el control tanto sanitario como el de calidad son indispensables, puesto que existen estándares que determinan la aptitud de la leche (7).



## 1.2. Enunciado del Problema

### 1.2.1. Problema General

¿Los parámetros físico químicos de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) proveniente de la cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y sus Anexos, Tamburco, Apurímac se encuentran dentro de las especificaciones establecidas como mínimo y máximo?

### 1.2.2. Problema específico

- ¿Cuáles son las especificaciones mínimo y máximo establecidas en los parámetros químicos: grasa, lactosa, minerales, proteína, ¿extracto seco magro de la leche cruda bovina (*Bos Taurus*) proveniente de la cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos, Tamburco, Apurímac?
- ¿Cuáles son las especificaciones mínimo y máximo establecidas en los parámetros físicos: Acidez titulable, densidad, pH, prueba de alcohol 74% (prueba de estabilidad térmica), prueba de tiempo de reacción azul de metileno (TRAM) de la leche cruda bovina proveniente de la cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos, Tamburco, Apurímac?
- ¿Existe variación en las especificaciones mínimas y máximas de los parámetros físico químicos de leche cruda bovina (*Bos taurus*) que proviene de los diferentes anexos?

### 1.2.3. Justificación de la investigación

Se ha establecido requisitos para la leche de bovino destinada al consumo humano, de utilidad para generar productos inocuos, de esta forma se garantiza la vida y la salud de las personas y permite además prevenir prácticas que puedan inducir a error (7)

La leche producida en los hatos ubicados en el Centro Poblado de Kerapata y anexos se comercializa de manera directa a empresa Tambo grande y a los diferentes mercados, tiendas de la ciudad de Abancay y la información es nula respecto al cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos establecidos ya sea para la comercialización o proceso tecnológico.





Los resultados obtenidos permitirán a los productores de leche cruda bovina del Centro Poblado de Kerapata y anexos tomar decisiones y planificar los procesos productivos que involucran la cadena de valor de la leche y como consecuencia de ello obtener mejoras económicas para el productor.



## CAPÍTULO II

### OBJETIVOS

#### 2.1. Objetivos de la investigación

##### 2.1.1. Objetivo General

Describir los parámetros fisicoquímicos de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) proveniente de la cuenca lechera del centro poblado de Kerapata y anexos, Tamburco, Apurímac.

##### 2.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros físicos: acidez titulable, densidad, el pH, Prueba de estabilidad térmica de la leche, Prueba de Tiempo de Reacción Azul de metileno o prueba de reductasa, de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) proveniente de la cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos, Tamburco, Apurímac.
- Determinar los parámetros químicos: grasa, Lactosa, Minerales, Proteína, Extracto seco magro, de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) proveniente de la cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos, Tamburco, Apurímac.
- Comparar las especificaciones mínimas y máximas de los parámetros físico químicos de leche cruda bovina (*Bos taurus*) que proviene de los diferentes anexos de la cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata, Tamburco, Apurímac.



## 2.2. Operacionalización de variables

### 2.2.1. Definición de variables

**Tabla 1.** Operacionalización de variables de estudio

<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ÍNDICE/ESCALA MÍNIMO/MÁXIMO</b>
<b>Independiente</b>		
<b>Parámetros Químicos</b>		
Grasa	Gramos/100 mL	3.2
Extracto Seco Magro	Gramos/100 mL	8.2
Proteína	Gramos/ 100 mL	3.4
Lactosa	Gramos/ 100 mL	4.3
Minerales	Gramos/ 100 mL	0.70
<b>Parámetros Físicos</b>		
Acidez titulable	Gramos/100 mL	0.13 – 0.17
Potencial de hidrogeniones	pH	6.6 – 6.8
Prueba de Alcohol 74%	V/V	No coagulable
Prueba de la reductasa	Horas	Mini. 4 horas
Densidad 15 <sup>0</sup> c(Gramos/ml)	g/mL	1.02 – 1.03
<b>Dependiente</b>		
Leche	Kilogramos	

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 3.1. Antecedentes

- a) Con el objetivo de analizar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche de vacuno acopiada en la planta quesera de “Túpac Amaru”, distrito de Túpac Amaru - provincia Canas - región Cusco, se obtuvo 92 muestras de leche cruda de las comunidades de Tungasuca, Jilayhua, Ccolliri y Machacoyo B en el momento del acopio. Determinaron cuantitativamente las características físicas (Acidez y pH) y componentes químicos (Grasa, Proteína, Lactosa, Sólidos no grasos y Agua añadida) mediante el Analizador ultrasónico “Lacti-check” y para la identificación cualitativa, presencia y/o ausencia, de “*Staphylococcus spp* y *Echerichia coli*, por aislamiento de bacterias en cultivos microbiológicos agar respectivamente. Para las características físicas de la leche cruda se hallaron valores medios: densidad 1.029 g/ml; acidez 0.16%; punto de congelación  $-0.568^{\circ}\text{C}$ ; pH 6.51. Los valores para composición química fueron: proteína 3.24%; sólidos no grasos 8.73%; grasa 3.65%; lactosa 4.84 %; dichos valores obtenidos se califican como aceptables por la (NTP - 2017) y agua añadida en un 4.67%. Las muestras fueron positivas a: *Staphylococcus spp* en un 67% y *Echerichia coli* en un 26.09%. Concluye en la existencia deficiente de prácticas de ordeño, conservación y traslado de la leche, existen proveedores que proveen leche adulterada con agua, ello implica bajos rendimientos en la producción de quesos además de afectar la calidad e inocuidad de la leche cruda. (10)
- b) Evaluaron la calidad física, química y bacteriológica de las leches crudas acopiadas en cuatro empresas procesadoras de queso de la ciudad de Montería, Colombia. Los resultados obtenidos fueron: proteína 3.6% con un valor máximo de 6% y mínimo de 2,6%; la densidad fue de 1030 g/ml encontrándose en el rango de 1.030 a 1.033 g/ml el 77.9% de las muestras; en promedio de los sólidos totales 12.06%, con un valor máximo de 14.65% y mínimo de 9.10%; grasa del 3.70%, con un valor máximo de



7% y mínimo de 2.10%. Llegaron a la conclusión, que la mayoría de muestras de leche acopiadas cumplieron con lo establecido en el decreto 616 del 2006. (11)

- c) En su investigación determinación de la calidad físico - química de la leche cruda del Centro Poblado Urinsaya Ccollana – Layo en época de lluvia, con el objetivo de comparar los resultados hallados con los estándares de MINAGRI, utilizó el equipo Lactoscan para determinar acidez, densidad, grasa, porcentaje de proteína, ceniza, lactosa, sólidos totales, sólidos no grasos y agua adicionada. Empleó 162 muestras de leche cruda y los resultados en promedio fueron: sólidos no grasos 8.01 %; grasa 3.58 %; proteína total 2.89 %; sólidos totales 11.59 %; pH 6.65; densidad 1.029 g/ml; cenizas 0.56 %. Al comparar con los estándares exigidos por el MINAGRI el 80 % cumple con 6 parámetros exigidos: grasa, sólidos totales, densidad, proteína, pH, ceniza y el 20 % que corresponde a 2 parámetros no cumple: lactosa y sólidos no grasos. (12)
- d) Con el objetivo de evaluar los parámetros de control de calidad de la leche fresca del distrito de Santa Rosa – Jaén recogieron muestras de ganado Brown Swiss. El estudio de los parámetros de control de calidad de leche fresca se realizó por características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas según el Reglamento de leche y productos lácteos, Decreto Supremo N°007-2017-MINAGRI. Obtuvieron valores medios. grasa (3.65%), solidos no grasos (8.12 %), acidez (0.13%), pH (6.9 %), sólidos totales (11.77 %), densidad (1.030 g/ml), aéreos mesófilos ( $1.1 \times 10^4$ ), coliformes ( $3.08 \times 10^2$ ), almidón (negativo). Llegaron a la conclusión que la leche fresca del distrito Santa Rosa cumple con las especificaciones de calidad establecidos según el Reglamento de leche y productos lácteos. (13)
- e) Evaluó la calidad sanitaria de leche en ASOPROLACH Centro de acopio, antes y después de aplicar las buenas prácticas de ordeño en tres comunidades Pules Grande, Galte Bisniag y Chacaza San Antonio, utilizando pruebas de colorimetría, periodo de tiempo y por óxido reducción prueba conocida como Tiempo de reducción del azul de metileno (TRAM). Utilizó 80 muestras con 36845,80 litros de leche, previa organización en una base de datos de producción. Los valores registrados de decoloración para reductasa fueron: Galte Bisniag de 3:28:03 h a 5:40:39, Chacaza San Antonio de 3:53:04 h a 5:50:50, pules Grande de 4:17:26 h a 5:34:26 los cuales se encontraron dentro de los parámetros establecidos por la norma INEN 18 (2014).



Los resultados demostraron que la capacitación a los productores sobre buenas prácticas de ordeño fue importante para lograr reducir la carga microbiana. (14)

- f) Determinó la calidad físico-química de la leche cruda en época seca, la misma que se expende en el sector Urinsaya–Collana en el distrito de Langui, provincia Canas, Región Cusco. Analizó 81 muestras provenientes de vacas predominantemente de la raza Brown Swiss. Los resultados revelaron densidad de 1.0277g/cm<sup>3</sup>, sólidos no grasos 7.86%, materia grasa 3.12%, sólidos totales 10.44%, lactosa 4.33%, pH 6.8 y proteína 2.99%. Estos resultados permitieron concluir que la leche analizada no cumple con los parámetros de calidad exigidos por DGPA, por ende, se podría decir que el 37.04% cumple con 4 de 8, el 14.81% cumple con 5 de los 8 y el 3% de los productores cumple con 6 de los 8 parámetros técnicos exigidos. (8)
- g) Evaluaron la calidad fisicoquímica y sanitaria de leche cruda bovina de la asociación ASOPROLEA M.C de la Comunidad Maso Cruz del Municipio de Viacha de la Provincia Ingavi del Departamento de La Paz-Bolivia, las cuales se procesaron con el equipo LactoStar (c) 2008 Funke Gerber, los resultados encontrados fueron: densidad 1.025±0.002 y 1.030-1.034 g/cm<sup>3</sup>, acidez Dornic 17.44±2.06 y 16.22±4.22, pH 6.55±0.55 y 6.71±0.36, grasa 3.65±0.56 y 3.55±0.60 %, sólidos totales 10.25±0.3 y 9.80±0.54 %, proteína 2.82±0.11 y 2.66±0.21%, minerales 0.75±0.05 y 0.73±0.15%, lactosa 4.05±0.4 y 3.90±0.35%, para tacho y tanque respectivamente. En cuanto al TRAM el 51.8 % es leche que reduce el azul de metileno después de 3 o más horas y 48.2 % de las muestras colectadas se reduce en menos de 2 horas. La calidad de la leche cruda depende del manejo, alimentación y sanidad prioritariamente, la mayor fuente de problemas pareciera ser la contaminación microbiana en la leche entregada por los productores de la comunidad Maso Cruz y sería necesario hacer un seguimiento más cercano al tanque de enfriamiento. (15)
- h) Evaluaron la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda y pasteurizada proveniente de diversas zonas del estado Carabobo, Venezuela. Analizaron 40 muestras de leche cruda y 100 de leche pasteurizada. En leche cruda realizaron prueba del tiempo de reducción del azul de metileno (TRAM) y recuento de bacterias aerobias mesófilas. Los resultados del TRAM en relación a leche cruda indican que sólo 30% de las muestras incumplían la norma, de forma contraria el 72,5% de las muestras



presentaron recuentos de bacterias aerobias mesófilas por encima de los límites establecidos. (16)

- i) Determinaron la aptitud a la coagulación por cuajo de leches inestables a la prueba del alcohol 72° y 80° con valores de pH, acidez, recuento de bacterias totales y de células somáticas correspondientes a leches de buena calidad higiénico-sanitarias. Analizaron 30 muestras de leche cruda de animales sanos (Holando), determinaron la aptitud a la coagulación por medio de la estabilidad al alcohol de 72° y 80°, del tiempo de coagulación de la leche a 140°C, perfil mineral y perfil nitrogenado. Los resultados a la prueba de alcohol de 80° y 72° fueron positivas las que menor pH mostraron, así como el menor tiempo de coagulación después de adicionar el cuajo que aquellas que no cortaron a la misma graduación alcohólica. Las de corte positivo al alcohol de 80° tuvieron mayor acidez y alcanzaron la mayor firmeza de la cuajada de forma más rápida en relación que aquellas con corte negativo. (17)
- j) Determinaron la confiabilidad de la prueba de alcohol como indicador de la estabilidad proteica de la leche, a muestras obtenidas de vacas Holstein en producción en el Estado Aragua. Consideraron muestra positiva, al mezclar leche en proporciones iguales con solución etanol, si se observaba la formación de grumos en la leche. Sometiendo una alícuota de cada muestra de leche a calentamiento en baño de agua hirviendo por diez minutos determinaron la estabilidad proteica de la leche, la muestra positiva fue la que mostró coágulo. Adicionalmente se evaluó pH, acidez, cloruros, densidad, crioscopia, caseína, contenido en calcio, fósforo y prueba de mastitis (WMT). El análisis estadístico reveló que la concentración de calcio y la crioscopia se asociaron con la prueba de alcohol. (18)

## 3.2. Marco teórico

### 3.2.1. Leche cruda bovina

Las concepciones sobre la leche cruda son variantes y contextualizadas a la situación, sin embargo, la leche viene hacer el resultado de la secreción de la glándula mamaria de un mamífero, y químicamente es un alimento líquido con grasa emulsionada, dentro de la estructura del glóbulo graso y proteínas en forma micelar (19). Asimismo, es un alimento esencial en la nutrición segregado por las glándulas mamarias de los mamíferos con la finalidad de nutrir las crías en su



primera fase de vida (20). Además, es el producto íntegro del ordeño completo e ininterrumpido de una hembra lechera sana, bien alimentada y no fatigada, que debe ser recogida higiénicamente y que no debe contener calostro (21). Es la mezcla de agua, grasas, proteínas, azúcares y sales inorgánicas en proporciones que varían según la especie, raza, tipo de alimentación, etapa de la lactancia, edad, intervalo de los ordeños y salud del animal (22).

### **3.2.2. Control de la calidad de leche**

Implica realizar un examen organoléptico, físico – químico, ya que es un alimento de consumo masivo y clasificado por las normas alimentarias como de alto riesgo por lo que es fundamental conocer su aplicación, los factores que determinan la calidad de la leche en el establo o hatu ganadero son los siguientes: salud animal, alojamiento de las vacas, nutrición, prácticas de ordeño, manejo de la leche después del ordeño, y debido al olor, sabor, color y aspecto la leche puede ser rechazado por el consumidor (23).

### **3.2.3. Características organolépticas de la leche bovina**

#### **3.2.3.1. Aspecto**

Una leche cruda deber ser homogénea, libre de sustancias extrañas, como restos de pelos, hierba, heces u otras que puedan dañar el aspecto de la leche cruda de los bovinos (24). Las alteraciones del aspecto: grumos, pus, color amarillo o textura acuosa, puede ser una señal de procesos inflamatorios clínicos (mastitis clínica) (25).

#### **3.2.3.2. Color**

El tamaño de los glóbulos de la grasa influye en el color de la leche, por esta razón, cuando se deja la leche en reposo en la parte superficial aparece el cuello de nata de color amarillento (24). Se diferencian de la leche descremada y leche aguada porque presentan el color azulado (26).

#### **3.2.3.3. Sabor**

El sabor normal de la leche es ligeramente dulce, pero a veces suele encontrarse otros sabores debido al cambio brusco, utensilios sucios, temperatura alimentación del animal. El gusto se puede diferenciar en



forma cualitativa sobre la composición de la leche tales como: sales, lactosa, acidez, cantidad de grasa; y el sabor agrio debido a las (bacterias), material metálico, óxidos, podrido y jabonoso (bacterias que crecen en las camas de los animales) (24).

#### **3.2.3.4. Olor**

La leche adquiere con mucha facilidad los olores del ambiente que le rodea o de los recipientes donde es almacenada o transportada. El olor como el sabor están estrechamente relacionados, el olor pútrido puede deberse a medicamentos, de acuerdo al alimento (leguminosas, olor a vaca y forraje); los bulbos (acre o nauseabundo); remolachas (olor a pescado); el almacenado (productos detergentes, desinfectantes, abonos medicamentos, combustibles), (24).

#### **3.2.4. Composición de la leche Cruda Bovina**

Depende de diferentes factores como la raza del animal, la alimentación y el estado de lactancia. Los componentes más importantes son: agua el 88 % del volumen total, el resto está constituida por 3.4 % de grasa, 4.5 % de lactosa, proteínas y 0.72 % de vitaminas y minerales (6). Las moléculas menores representadas por las sales, lactosa y vitaminas hidrosolubles, se presentan en un estado de solución verdadera y las moléculas mayores lípidos, proteínas y enzimas, aparecen en estado coloidal (20).

La composición de la leche es una herramienta de amplio valor biológico y económico tanto para las explotaciones ganaderas como la industria láctea (27).

#### **3.2.5. Proteína**

Los componentes proteicos juegan un papel importante en la industria láctea debido a que intervienen sobre el rendimiento y los procesos tecnológicos de la leche, en productos finales como yogurt, queso, quesillo. Asimismo, las proteínas lácteas están consideradas en 3 grupos: proteínas del lacto suero, caseínas, proteínas del glóbulo graso (28). La leche de la vaca contiene de 3-4% de proteínas (19) de las cuales el 75% corresponde a caseínas considerada la más importante y abundante, además contiene 11% globulinas y albuminas 5%, contienen un grupo

fosfato que se esterifican, contienen grandes cantidades de ácido aspártico y ácido glutámico (19).

### 3.2.6. Grasa

Es una fuente importante de energía y transporte de vitaminas liposolubles A, D, E y K. Está conformada por lípidos, se encuentran empaquetados dentro de glóbulos grasos. Su origen inicia con la síntesis de triglicéridos en el retículo endoplásmico liso seguida por su agregación en el retículo endoplásmico rugoso, conformando lo que se conoce como núcleo del glóbulo de grasa (NGG) que se encuentra exclusivamente compuesto por triglicéridos (99,8 %) con pequeñas cantidades de colesterol, vitaminas y otros compuestos (29)

La materia grasa está constituida por 97.0 a 98.0 % de triglicéridos, 0.8 a 1.0 % de fosfolípidos, 1.0 % son sustancias no saponificables, di glicéridos, ácidos grasos libres, etc. Estos valores pueden verse afectados conforme se altera la cantidad de los demás componentes. La grasa de la leche oscila entre 3.2 y 6 % siendo este el elemento que más varía (30) desde un 3% - 6% pero en promedio general es de 3.5% - 4.7% (31), se deben principalmente al sistema de producción y a las distintas razas de vacunos (30), estado nutricional y edad (31), factores secundarios como: ambiente ecológico, época del año, momento del ordeño, periodo de lactancia, influyen también en calidad y cantidad de materia grasa (32)

**Tabla 2.** Composición lipídica de la leche de vaca

Lípido	Porcentaje en peso de 100 g de la fracción etérea
Triglicéridos	97- 98
Di glicéridos	0.03 - 0.06
Mono glicéridos	0.02 - 0.04
Ácidos libres y no graso	0.1- 0.4
esteroles libres	0.2- 0.4
fosfolípidos	0.8- 1-0

*Nota:* (33)



### 3.2.6.1. Lactosa

Es el azúcar e hidrato de carbono más representativo y predominante en la leche, disacárido formado por residuos de galactosa y glucosa que son sintetizadas por los mamíferos a nivel de las glándulas mamarias. De todos los componentes de la leche, la lactosa se encuentra entre 4.7 y 5.2 %, siendo el que se encuentra en mayor porcentaje, además se caracteriza por ser el menos variable (34). Por otro lado Se encuentra en valores de 4.1 a 5% (35) y 4.16 a 4.42% (36).

### 3.2.6.2. Solidos no Grasos

Representan en promedio 8.7% (37), puede variar en función del tipo de alimentación suministrada a los animales relacionada con el nivel de energía, una vez que se aumenta este valor en la dieta, sobre todo en vacas de alta producción, puede producir un incremento 0.2% en el porcentaje de SNG. Es importante destacar que la variación de solidos no grasos es cíclica, sobre todo, por la variación del nivel de proteína de la leche, lo que es importante al momento de evaluar el producto utilizado como materia prima (38). El peso específico de la leche aumenta proporcionalmente al porcentaje de sólidos no grasos y disminuye a medida que aumenta el contenido de grasa, este componente disminuye al adicionar agua y crema, mientras que la separación de la grasa láctea la aumenta, la leche tiene mayor densidad (37).

### 3.2.6.3. Minerales

Representa entre 0.70 a 0.90 % en la leche, los principales minerales o denominados también mayores son el calcio, fósforo, magnesio y cloro, sodio, potasio (39) citrato de calcio, cloruros y bicarbonatos (35), y en pequeñas concentraciones o elementos traza incluyen 25 como el yodo, hierro, cobre, manganeso, zinc, aluminio, boro, bromo, silicio, flúor, estaño, arsénico los que se absorben de la sangre (39). Los minerales presentes en el suelo también se encuentran en la leche, su concentración puede variar por diferentes factores endógenos o exógenos, y se determinan en las fracciones de cenizas (6).



**Tabla 3.** Composición nutricional del mineral

Nutrientes	Aporte por cada 100 gr
Calorías	59 – 65 Kcal
Agua	87% - 89%
Carbohidratos	4.8 – 5 gr
Proteínas	3 – 3.1 gr
Grasas	3 – 3.1 gr
Sodio	30 mg
Fosforo	90 mg
Potasio	142 mg
Cloro	105 mg
Magnesio	8 mg
Calcio	125 mg
Hierro	0.2 mg
Azufre	30 mg
Cobre	0.03 mg

*Nota:* (40)

**Tabla 4.** Composición de la leche de las razas bovinas lecheras que se explotan en nuestro país

Razas	Agua	Grasa	Proteína	Lactosa	Cenizas
Jersey	85.47	5.05%	3.78%	5.00%	0.70%
Brown Swiss	86.87	3.85%	3.48%	5.08%	0.72%
Holstein	87.72	3.41%	3.32%	4.87%	0.68%

*Nota:* (41)

### 3.2.7. Especificaciones técnicas Fisicoquímicas de la leche cruda

#### 3.2.7.1. Densidad

Es la relación que hay entre la masa y el volumen de una sustancia en este caso de la leche cruda bovina (42), varía entre 1,028 a 1,033 g/cm<sup>3</sup>



a temperatura de 15°C, según sea la composición de la leche; su variación con la temperatura es 0.0002 g/cm<sup>3</sup> por cada grado de temperatura, y por lo tanto depende de la combinación de densidades de sus componentes (43). Esta constante es afectada por la temperatura, de allí que su lectura se refiere siempre a una temperatura fija, normalmente de 15 °C por lo que no habrá variación (44), a temperatura de 15 °C, la densidad puede oscilar entre 1.0296 a 1.0340 g/cm<sup>3</sup>, además por cada grado de temperatura su variación es de 0,0002 g/cm<sup>3</sup> (45).

Es una de las constantes físicas que sirve para comparar las masas de diferentes sustancias o de una misma bajo diferentes condiciones de temperatura (44), donde advierte en forma probable el posible agregado de agua (disminución de la densidad) y una adulteración por remoción del contenido graso (aumento de la densidad) (45), no solo depende de la temperatura, sino también de su composición química, el tiempo transcurrido después del ordeño y otras operaciones tecnológicas; y está estrechamente relacionada con la materia grasa, sólidos no grasos y agua que contenga (46), disminuye o aumenta en relación directa con la concentración de la grasa y el agua que compone la leche bovina (42).

### 3.2.8. Materia grasa láctea

Es el determinante principal de sus propiedades físicas y organolépticas (47), se encuentra emulsificada en forma de glóbulos grasos de un tamaño de 0.1 a 6 micras (48), La zona que está en contacto con el agua se denomina membrana, está constituida por muchos componentes y su estructura es de gran complejidad. Esta membrana representa solo el 2 % del total de grasa, a su vez, no toda la materia grasa organizada en estos glóbulos tiene el mismo punto de fusión y por tanto podemos encontrar diferentes estados físicos en el mismo (49), la estabilidad de la emulsión se rompe con el batido, la congelación o la acción de agentes químicos (ácidos, detergentes, etc.), y es aumentada por la homogeneización que reduce el tamaño de los glóbulos a 2 micras o menos de diámetro, Estos glóbulos se encuentran rodeados de una membrana de fosfolípidos y proteínas que le imparten estabilidad y evitan su coalescencia (48). La composición de la grasa láctea es un 97-98% triacilglicéridos (una molécula de glicerol y tres ácidos

grasos), el porcentaje restante se constituye de esteroides esterificados y no esterificados de fosfolípidos, y otros componentes (49)

Contiene ácidos grasos de cadena corta y media, que son fácilmente absorbibles y constituyen una fuente de energía inmediata, además de tener una baja tendencia de ser almacenados en el tejido adiposo y no tienen efecto en la concentración del colesterol sanguíneo (47). Más de 400 AG han sido identificados en la grasa láctea, la mayoría de estos se encuentran en cantidades mínimas y solo el 15% de ellos se encuentran en cantidades superiores al 1%. Generalizando, los AG mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y oleico (C:18:1cis) son los de mayor cuantía en la leche bovina. Existen distintas formas de clasificar los AG. De acuerdo al largo de la cadena carbonada, se clasifican en: cadena corta (4-12 átomos de carbono), media (14-16 átomos de carbono) o larga (18 a 22 átomos de carbono), destacan además los ácidos grasos insaturados, como el ácido oleico (monoinsaturado) o los ácidos linolénico y linoleico (poliinsaturados), y ácidos grasos trans, como el ácido linoleico conjugado (CLA) (49), el ácido butírico es de especial atención por encontrarse exclusivamente en la grasa láctea. Según el grado de saturación de los mismos pueden clasificarse en saturados (SAT; sin enlace doble) e insaturados (INSAT: 1 a 4 enlaces dobles) (47). Los ácidos grasos de cadena corta y media son ensamblados dentro de la misma glándula mamaria a partir del butirato y acetato que son compuestos de 4 y 2 carbonos respectivamente, producidos en el rumen y llevados por la sangre hacia la glándula mamaria. En cambio, los ácidos grasos de cadena larga son llevados directamente por la sangre a la glándula mamaria, desde el hígado, el tejido adiposo o el intestino de la vaca cuando son absorbidos después de la digestión de los alimentos (50). Según su origen, encontramos en la secreción láctea aquellos sintetizados en el propio tejido mamario denominados AG, tomados desde lipoproteínas y AG no esterificados (NEFA) circulantes en el torrente sanguíneo que llega a la glándula mamaria y se denominan, siendo su origen la absorción de lípidos a nivel del tracto digestivo y de la movilización de grasa de reservas corporales del animal. (49)

Por otra parte, la disminución de la grasa de leche de la dieta, puede dar lugar a una reducción en la ingesta de compuestos bioactivos de interés para la salud, presentes en la fracción lipídica de la leche (47). La nutrición es el factor no genético más importante que afecta la producción de grasa láctea y representa una



herramienta práctica para alterar la producción y la composición de los ácidos grasos de la leche (50)

### **3.2.8.1. pH de la leche**

Es una medición que nos indica de manera inmediata la condición de la leche, representa la acidez real o natural de la leche fresca, en la leche normal varía entre 6.2 y 6.8 (51), pero la mayoría de las veces, la leche en la industria láctea tiene un pH comprendido entre 6.4 y 6.6 rango muy cercano al neutro (52), del mismo modo 6.6 a 6.8 (8). También llamado acidez natural, se debe a la acidez de sustancias minerales (fosfatos), ácidos orgánicos, caseína anfotérica y reacciones secundarias de los fosfatos (52). En la leche fresca no hay ácido láctico, pero este ácido se produce cuando la lactosa de la leche se fermenta con el paso del tiempo, cuando el cae a 4.7 a temperatura ambiente, las proteínas se coagularán, esto ocurre a pH bajo y a alta temperatura (8). Los valores distintos de pH se producen principalmente por el estado sanitario de las glándulas mamarias, en ese sentido valores por encima del 6.8 es un indicador de presencia de mastitis y valores inferiores al normal indican presencia de calostro (51).

### **3.2.8.2. Acidez titulable**

Acidez titulable también llamada acidez desarrollada se debe a procesos en la producción, a la formación del ácido láctico a partir de la lactosa por efecto de bacterias contaminantes, así como en la industria láctea que presentan inadecuada calidad higiénico-sanitaria a causa de ello la leche puede presentar valores elevados de acidez debido principalmente por presencia de bacterias hemofílicas aerobias fermentadas de la lactosa (6). La acidez permite apreciar el grado de deterioro que han producido los microorganismos lácticos en la leche, esto indica, así mismo, el cuidado, higiene y conservación que se ha tenido (53), se expresa en grados dornic (equivale a un decigramo de ácido láctico por litro) (54).

**Tabla 5.** Equivalencias aproximadas entre valores de pH y grados Dornic

pH	Grados Dornic
4.8	70 – 80
5	50 – 60
5.2	42 – 48
5.4	34 – 40
5.6	31 – 36
5.8	27 – 31
6	24 – 27
6.15	22 – 24
6.3	20 – 22
6.45	18 – 20
6.6	15 – 18

*Nota:* (54).

### 3.2.8.3. Ceniza

Es un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. Las cenizas normalmente no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el alimento original, debido a las pérdidas que se volatizan o a las interacciones químicas entre los constituyentes. El valor principal de la determinación de cenizas (y también de las cenizas solubles en agua, la alcalinidad de las cenizas y las cenizas insolubles en ácido) es que supone un método sencillo para determinar la calidad de ciertos alimentos (55)

### 3.2.8.4. Extracto seco

Una cantidad conocida de leche se deseca a temperatura constante hasta peso constante. Por tanto, el extracto seco es el residuo, expresado en porcentaje en peso, obtenido después de efectuada la desecación de la



leche a 100°C, el peso obtenido después de desecar representa el de la materia seca (56)

### 3.2.8.5. Extracto seco magro

Se denomina también sólidos no grasos, diferencia entre el contenido de sólidos totales y materia grasa láctea (45) Residuo expresado en fracción de masa, constituido por las sustancias no gasas. (57)

### 3.2.8.6. Caseína en la proteína láctea

Conforma parte de la fracción proteica de los sólidos de la leche, existiendo tres tipos de caseínas:  $\alpha$ ,  $\beta$  y kapa caseína (19).

**Tabla 6.** Concentración de proteínas más abundantes de la leche

Proteína	Concentración (g/l)	Porcentaje aproximado por cada 100 g de proteína
$\alpha$ -caseína oscila	24 a 28 g/L	42 % de 100 gramos de proteína
$\beta$ -caseína oscila	15 a 19 g/L	25 % de 100 gramos de proteína
k-caseína oscila	9 a 11 g/L	9 % de 100 gramos de proteína
y-caseína oscila	3 a 4 g/L	4 % de 100 gramos de proteína

*Nota:* (33)

### 3.2.9. Métodos de ensayo para determinar las especificaciones técnicas fisicoquímicas de leche cruda

Permite determinar la calidad y autenticidad de la misma, ya que por factores dependientes del animal o bien por factores derivados del manejo y acciones fraudulentas, que provocan alteraciones de la leche que conllevan a una modificación de estas constantes que componen la leche (58).



### **3.2.9.1. Acidez Titulable**

La acidez se expresa por la valoración de la cantidad total de ácido presente en la leche, mediante su neutralización por un alcalino de concentración conocida en presencia de un indicador (fenolftaleína), que hace que vire de incoloro a rosa (54).

Los valores normales de acidez titulable en leche están comprendidos entre un rango 16°D y 19°D expresados en (grados Dornic) que expresa en porcentaje del ácido mayoritario serían 0.16 - 0.19% de ácido láctico, las alteraciones en la leche durante el almacenamiento pueden originar cambios en la acidez. Al momento de la prueba o el análisis físico son determinadas adulteraciones donde hacen variar estos valores: el aguado la rebaja, el desnatado y adición de suero no la modifican y la neutralización la rebaja considerablemente (58).

### **3.2.9.2. Estabilidad Térmica a la prueba de alcohol**

Por la simplicidad, es muy utilizada en la industria lechera como prueba presuntiva preliminar para establecer la estabilidad de la leche en tratamientos térmicos (6), si la leche tiene la capacidad de resistir altas temperaturas de procesamiento sin presentar coagulación visible (53).

Tiene la finalidad de detectar la estabilidad térmica de la leche cruda al momento de añadir cierta cantidad de alcohol etílico (en volumen igual) (26), es decir, someter la leche a un estabilizante químico alcohol al 74 (v/v) que produce agregación o coagulación de las proteínas de la leche, donde el equilibrio micelar de la caseína ha sido afectado principalmente por la acidificación, disminución del pH y por el aumento de calcio iónico, observándose floculación en la superficie de la leche (6). Si la leche es inestable se coagula, no es apta para su procesamiento o el proceso de pasteurización (53)

Las leches normales son estables al alcohol y al calor (59), sin embargo, el resultado positivo se deben a un elevado grado de acidez (53), la coagulación generalmente se debe al elevado grado de acidez o disminución del pH, así como altos contenidos de cloruros, calcio y

sodio (26) y sirve también para descubrir si la leche proviene de vacas con mastitis (59).

### 3.2.9.3. Tiempo de reacción de azul de metileno (TRAM)

Es una prueba rápida, simple y económica la cual nos permite evaluar de forma indirecta la densidad bacteriana de la leche (60), no se considera como una prueba exacta para valorar el número de bacterias realmente presentes en la leche, pero en la práctica resulta de gran utilidad (28).

Se utiliza para controlar el tratamiento térmico (pasteurización, esterilización), la actividad de la enzima reductasa generada por los microorganismos presentes aumenta a medida que éstos aumentan. Se considera fundamental para controlar tanto el estado higiénico, como el tratamiento térmico y la conservación de la leche por lo que el grado de contaminación por microorganismos extraños son capaces de reducir el azul de metileno en una muestra de leche cruda (61).

No es muy apropiada para evaluar la calidad higiénica de las leches refrigeradas, porque se ha visto que cuando la leche se almacena durante varias horas a temperatura de 4°C, el tiempo de incubación se alarga considerablemente, como consecuencia del letargo fisiológico que se produce en las bacterias a dicha temperatura y por lo tanto se recomienda hacer una preincubación de 18 horas a 13°C antes de la prueba. Además, la leche refrigerada se relaciona con el recuento de bacterias mesófilas, pero no con las psicrótrofas, psicrófilas y termodúricas (62).

**Tabla 7.** Clasificación de la calidad de la leche en función del tiempo de decoloración del azul de metileno

Calidad de la leche	Tiempo de decoloración	Número estimado de bacterias por ml
Buena	5 horas	100.000 a 200.000
Regular	2 – 4 horas	200.000 a 2.000. 000
Mala	< 2 horas	2- 10 millones

*Nota:* (28)



### 3.2.9.4. Método Gerber

Desarrollado en 1892 y aún se utiliza por su precisión y rapidez. Consiste en separar y medir la grasa contenida en la leche o sus derivados (63). Utilizado para determinar la grasa de la leche, el fundamento se basa en la utilización de dos reactivos y de la fuerza centrífuga. Por una parte, el ácido sulfúrico destruye el estado globular de la grasa y disuelve la caseína de la leche y por otra, la fuerza centrífuga separa la grasa, facilitando dicha separación el alcohol isoamílico, al disminuir la tensión en la interfase entre la grasa y la mezcla ácido-leche. La grasa se determina volumétricamente por la escala del vástago graduado del butirómetro, lectura que directamente expresa el porcentaje en grasa que tiene la leche (64)

### 3.2.9.5. Método Sorensen - Walker

Permite determinar la proteína de la leche, apoyándose de la valoración ácido-base, lo cual ocurre cuando se le agrega formol, cuando se le agrega dicho compuesto a la leche, el formaldehído se une a los grupos amino de los aminoácidos de las proteínas, de esa forma deja libre a los grupos carboxilos libres (58).

### 3.2.10. LactoStar (equipo analizador de la leche)

**Tabla 8.** Analizador de LactoStar

Componentes leche	Rangos que oscilar %	Veces a repetir %
La Grasa	0.00 – 40.00	± 0.02
La Proteína	0.00 – 10.00	± 0.03
La Lactosa	0.00 – 10.00	± 0.03
Los sólidos no grasos	0.00 – 15.00	± 0.04
Lo minerales	0.01 – 5.00	± 0.02

La función del analizador ultrasónico, cuando una onda de ultrasonido identifica la sustancia se acontece la reflexión o rebote los haces ultrasónicos hacia un transductor (eco), que se encarga de convertir o transformar finalmente expresar



los datos, lo cual permite el análisis rápido de la leche como la Grasa (FAT), Sólidos no-Grasos (SNF), Proteínas, Lactosa y porcentaje de Contenido de Agua, Temperatura (°C), pH, Punto de Congelación, Sólidos, Conductividad, así como Densidad de la muestra misma directamente después del ordeño, en la recolección y durante el procesamiento (65).

\* La reproducibilidad es igual a +0.02% en el rango de grasa del 0% al 8%. En los rangos másaltos de 8% a 40% de grasa, la reproducibilidad es igual a 0.2% (66).

**Tabla 9.** Estándares de la calidad nutricional Según NTP de la leche cruda

<b>Componentes de la leche cruda de bovina (Ensayo)</b>	<b>Disposiciones según la NTP 202(Requisitos)</b>	<b>Método de Ensayo</b>		
Materia grasa (gramos por 100 gramos)	Como mínimo 3.2	Norma	Técnica	Peruana 202.028
Sólidos no grasos (gramos por 100 gramos)	Como mínimo 8.2	*		
Sólidos totales (gramos por 100 gramos)	Como mínimo 11.4	Norma	Técnica	Peruana 202.118
Acidez, expresada en g. de ácido láctico (gramos por 100 gramos)	0.13 – 0.17	Norma	Técnica	Peruana 202. 116
Densidad a 15 °C (gramos por mililitros)	1.0296-1.0340	Norma	Técnica	Peruana 202.007
Índice de refracción del suero, 20 °C	Como mínimo 1.34179	Norma	Técnica	Peruana 202.016
Ceniza total (gramos por 100 gramos)	Como máximo de 0.7	Norma	Técnica	Peruana 202. 172
Alcalinidad de la ceniza total (ml de solución de NaOH 1N)	Como máximo de 1.7	Norma	Técnica	Peruana 202. 172
Índice crioscópico	Como máximo de 0.540°C	Norma	Técnica	Peruana 202.184
Sustancias extrañas a su naturaleza	Falta	Norma	Técnica	Peruana 202.168
Prueba de alcohol (74 % v/v)	Que no sea coagulable	Norma	Técnica	Peruana 202.030
Prueba de la reductasa con azul de metileno	Como mínimo 4 hora	Norma	Técnica	Peruana 202.014

*Nota:* (45) NTP: Norma Técnica Peruana

### 3.2.11. Factores que afectan la calidad de la leche bovina

Los factores genéticos, fisiológicos y ambientales, influyen en la composición física y química de leche (59). La leche es la mezcla de agua, grasas, proteínas,



azúcares y sales inorgánicas en proporciones que varían según la especie, raza, tipo de alimentación, etapa de la lactancia, edad, intervalo de los ordeños y salud del animal (22).

### 3.2.11.1. Factores genéticos

#### a) Mestizaje

Existen diversas razas de ganado lechero que presentan diferencias notables en la composición y la calidad de la leche, entre ellas la grasa es el componente más variable de la leche, los minerales, la proteína y la lactosa es la menos variable (39). La raza Holstein posee los niveles de sólidos más bajos si se compara con otras razas como la Jersey que registra la mayor composición (19).

**Tabla 10.** Porcentaje nutricional de la leche fresca según razas

<b>Raza</b>	<b>Grasa</b>	<b>Proteína</b>
Holstein	3.64%	3.16%
Brown Swiss	3.98 %	3.52%
Jersey	4.64%	3.74%
Shorthorn Lechero	3.59%	3.59%
Guernsey	4.46%	3.74%

*Nota:* (19)

**Tabla 11.** Porcentaje de grasa, proteína y lactosa en la leche de la raza Holstein

<b>Raza Holstein</b>	<b>Grasa</b>	<b>Proteína</b>	<b>Lactosa</b>
(Janes, 1985)	3.5 %	3%	4.6%
(Sharaby, 1988)	3.3 %	3.7 %	4.5 %
(Angel y Broderick, 1992)	3.9 %	2.8%	4.9 %
(Rodríguez et al., 1992)	3.8 %	2.9 %	5.1 %

*Nota:* (67)

### 3.2.11.2. Factores fisiológicos

#### a) Ordeño

Al no sacar la última leche de la ubre de la vaca, se está perdiendo la leche que contiene mayor cantidad de grasa; Afirman que la primera leche extraída puede contener tan solo el 1% de grasa mientras que la última puede contener de 8 a 15% (68).

#### b) Etapa de lactación

En el primer tercio de lactación concomitante con el pico de lactancia, se concentra menores cantidades de grasa, proteínas y sólidos de la leche, situación que se invierte al final de lactancia (69) donde la grasa, sólidos totales y lactosa disminuyen, mientras el contenido de ceniza va aumentando, conforme avanza el tiempo de lactación (70).

#### c) Número de partos y edad del animal

El aumento de la producción de leche se produce durante la tercera y cuarta lactancia lo que depende en gran medida de la edad al primer parto después de la incorporación del animal a la reproducción, y el manejo durante su vida productiva (71).

#### d) Salud de la ubre

Los cambios que ocurren en la composición de la leche en presencia de células somáticas, es la reducción en el contenido de grasa, caseína y un aumento en el contenido de suero de leche (72).

Una de las enfermedades mamarias que causa impacto económico en la producción lechera y composición de la leche es la mastitis, ampliamente estudiada (73). La mastitis subclínica afecta la calidad de la leche disminuyendo el contenido de grasa en un 8,8 a 11,8%, el contenido de lactosa en 10,8 a 19,1%, cuyo resultado final es la disminución de producción de leche (74).

**Tabla 12.** Variación de los componentes de la leche debido a mastitis subclínica, según el grado de calificación de 1+ a > 2

Las composiciones de la leche bovina	La leche normal	Leche con mastitis subclínica (CMT 1+)	Leche con mastitis subclínica (CMT >2)	variación completa en %
Porcentaje de proteína	3.2	3.2	3.2	0
Porcentaje de grasa	3.4	3.1	3	8.8 – 11.8
Porcentaje de lactosas	4.7	4.2	3.8	10.8 – 19.1

Nota: (74)

### 3.2.11.3. Factores ambientales

#### a) Época del año

Los componentes de la leche como la grasa, proteína, caseína, y las fracciones nitrogenadas, son influenciados por la variación estacional de cada lugar. En el año se percibe 4 estaciones, los cuales vienen acompañadas de diversos climas, y esto afecta en composición del forraje que sirve de alimentación para el ganado vacuno, además de ello el clima de algún u otra manera afecta en la composición de la leche, por tanto, la leche obtenida a una temperatura mayor a 30°C presenta mayor contenido de grasa, mientras el nitrógeno en menos porcentaje, en relación a la lactosa ésta también disminuye (75).

#### b) Nutrición y alimentación de los bovinos

Las raciones que contienen menos de 50% de forraje, menos de 19% de Fibra detergente ácida, o menor a 21% de fibra detergente neutra, se reflejará en bajo porcentaje de grasa y sólidos totales (76). Cuando la vaca está en sus primeros días de lactancia, hay que tratar de evitar que la vaca coma forraje secos, o que haga esfuerzos



haciendo movimientos, y así evitar que pierda energía y como consecuencia pierda peso, lo cual influye en la grasa y proteína de la leche (77).

### 3.3. Marco conceptual

#### a) **Potencial de hidrogeniones en leche cruda**

El pH es una medición que nos indica de manera inmediata la condición de la leche, representando la acidez real o natural de la leche fresca (51).

#### b) **Calidad fisicoquímica de leche cruda**

Es el alto valor nutritivo de la mayoría de sus componentes y sus características organolépticas (aspecto, olor, sabor, etc.). Estos valores y características deben localizarse en un nivel adecuado permitiendo así conservar diferentes habilidades que son fundamentales en diferentes procesos (78).

#### c) **Calidad higiénica de la leche**

Las características nutricionales que hacen de la leche un alimento completo para la dieta de los seres humanos, también la hacen un medio de cultivo ideal para el crecimiento de una gran variedad de microorganismos, cuya multiplicación depende principalmente de la temperatura, entre otros factores, por ello resulta importante "Producir" leche en condiciones limpias e inocuas que eviten contaminar la leche (61).

#### d) **Unidad Productiva**

Es una actividad que se crea y se desarrolla para la generación de ingresos, que llevan realizando los grupos activos dedicados a la actividad lechera.



## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. Tipo y Nivel de Investigación.**

El estudio realizado fue de tipo observacional, transversal y prospectivo. El nivel de investigación utilizado fue descriptivo (79)

#### **4.2. Diseño de investigación**

Previo al muestreo se realizó la sensibilización a los productores, el muestreo se realizó en horas de la mañana, 3 veces a la semana durante los meses de noviembre y diciembre del 2021, en las unidades productivas con vacas en producción, estas muestras serotularon y conservo en una caja Cooler para mantener la temperatura.

Los criterios de inclusión en el estudio fueron unidades productivas con vacas en vacas en producción a partir de 2.5 años en adelante, al momento de ejecutar el muestreo. Se excluyeron vacas con avanzado tiempo de preñez.

##### **4.2.1. Población y muestra**

La cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata cuenta con 90 unidades productivas/productores con aproximadamente 450 bovinos en producción. El tipo de muestreo fue por conveniencia, de acuerdo a las unidades productivas que al momento del muestreo se encontraban con vacas en producción, siendo 51 unidades productivas el tamaño de muestra.

#### **4.3. Procedimiento de la investigación**

##### **4.3.1. Lugar de Estudio**

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Poblado de Kerapata y anexos del distrito de Tamburco, Provincia de Abancay, región Apurímac. Él distrito de Tamburco se encuentra ubicado en la parte norte de la ciudad de Abancay, el acceso es mediante la carretera Cusco-Abancay. Tiene una extensión



de 54.6 kilómetros cuadrados. Su posición geográfica está comprendida entre las coordenadas 13° 33' de latitud sur y 72° 51' de longitud oeste. En pisos ecológicos correspondientes a las regiones Quechua, Suni y Puna (2581 a 4800 m) (MDT, 2016). Presenta un clima semiseco, templado cálido con deficiencias de lluvias en otoño e invierno, con una temperatura promedio anual máxima de 25 °C y mínima de 12 °C, humedad relativa entre 59 % y 70 % calificado como húmeda y precipitación pluvial entre 641 y 1119 mm/año. Con un promedio de 17.5 °C, octubre es el mes más cálido (80)

**Figura 1.** Ubicación del distrito de Tamburco



## 4.3.2. Materiales y Equipos

### 4.3.2.1. Material biológico

- Leche cruda de bovino

### 4.3.2.2. Material de campo y toma de muestra

- 1 overol
- 1 cooler
- Frascos vidrio esterilizados de 300 ml
- Plumones indelebles (azul y negro)
- Papel toalla
- Alcohol de 96°
- Cuaderno de registro
- Lapiceros tinta seca

- Tablero de apuntes
- Botas de jebe
- Cámara fotográfica

#### **4.3.2.3. Materiales de laboratorio**

- Mandil bata larga
- Tubos de ensayo
- Gradillas
- Probeta 250 mL
- Buretra
- Frasco Titulador mecánico
- Pipeta 5, 10 mL
- Pizeta de 100 mL
- Bombilla de succión
- Embudo de vidrio (Gibson)
- Papel filtro
- Vaso precipitado 600, 200, 50 mL
- Papel de aluminio
- Paleta con fondo negro para la prueba de alcohol
- Jeringas descartable 5 mL
- Cuentagotas
- Matraz Erlenmeyer

#### **4.3.2.4. Equipos de laboratorio**

- Potenciómetro (SI Analytcs)
- Baño Termostático (GRL technology)
- LactoStar (FUNKE GERBER)
- Alcolímetro (Germania)
- Balanza analítica (Sartorius)
- Agitador vortex (VWR vertexer)

#### **4.3.2.5. Reactivos**

- Agua destilada
- Alcohol al 74%

- Azul de metileno 2% (Hermann-alemán)
- Fenolftaleína 1%
- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Limpiador intensivo de FUNKE GERBER DE 0.5 L
- Solución de limpieza FUNKE GERBER DE 0.5 L

#### 4.3.3. Obtención de la muestra

Se obtuvo una muestra de 250 ml de leche cruda en frasco de vidrio estéril con tapa rosca, directamente del porongo de almacenamiento, se rotuló y conservando con empaques en un Cooler se transportó hacia el laboratorio de Análisis de Productos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, así como al laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

#### 4.3.4. Proceso de la muestra

##### 4.3.4.1. Parámetros físicos

Los parámetros físicos Acidez titulable, pH, prueba de a Alcohol y la prueba de reductasa o tiempo de reacción de azul de metileno en leche cruda bovina se determinaron en el laboratorio de Análisis de Productos Agroindustriales de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

##### a) Determinación de la acidez titulable

Previa homogenización de la muestra de leche cruda, se tomó 10 ml de muestra con la ayuda de una pipeta graduada, se colocó en un vaso precipitado de 50 ml, se adicionó 3 gotas de fenolftaleína al 1 % y se procedió a agitar. Luego, se cargó el frasco titulador con 0.09 ml de hidróxido de sodio (NaOH) estandarizada al 0.1 N, el cual se fue agregando lenta y continuamente hasta observar el viraje al color rosa pálido persistente en aproximadamente de 15 a 30 segundos. Se registró la cantidad de NaOH gastado para la titulación o viraje para finalmente aplicar la fórmula que convierte a grados Dornic (81).

$$^{\circ}\text{Dorninc} \frac{\text{ml de NaOH gastados} \times 0.1 \times 0.09 \times 100}{10}$$

La fórmula de grados Dornic, expresa que es necesario multiplicar por 0.09 a los ml gastados de hidróxido de sodio (0.1 N), luego al resultado se divide entre diez, cuyo resultado es la acidez titulable de le leche expresada en grados Dornic, finalmente se expresa los resultados en porcentaje (81).

#### **b) Determinación del pH**

Primero se homogenizó la muestra de leche cruda, se colocó 50 ml de muestra en el vaso precipitado, luego se introdujo la varilla del potenciómetro digital en la muestra de leche, aproximadamente después de 40 segundos se obtuvo la lectura del pH (81).

#### **c) Prueba de alcohol 74%**

Se tomó 3 ml de muestra homogenizada con una jeringa estéril de 5 ml la cual se depositó en la paleta de fondo negro estéril, inmediatamente se adicionó 3 ml de alcohol al 74% hasta observar la formación o no de coágulos o grumos entrecortados de leche por un tiempo aproximado de 30 segundos (53).

#### **d) Determinación de la densidad**

Se siguió el procedimiento descrito para determinar los parámetros químicos en el equipo LactoStar FUNKE GERBER (Ver parámetros químicos).

#### **e) Prueba tiempo de reacción de Azul de Metileno (TRAM).**

Se transfirió 10 ml de muestra homogenizada a tubos de ensayo a ello se adicionó 1 ml de solución madre de azul de metileno al 2%, en cada tubo procediendo a homogenizar cada muestra en rotador de vortex aproximadamente por 10 segundos, los tubos de ensayo se cubrieron con papel aluminio, seguidamente se colocaron dentro de un vaso precipitado de 500ml junto con el tubo patrón (leche sin solución de azul de metileno), en el equipo baño termostático con

agitación orbital a 37<sup>0</sup> C, procediendo a controlar cada 15 a 20 minutos el cambio de color del azul de metileno (53).

#### 4.3.4.2. Parámetros químicos

Los parámetros químicos Grasa, Lactosa, Minerales, Proteína, Extracto seco magro de leche cruda bovina se determinó en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia utilizando el equipo LactoStar.

Acondicionar la muestra a temperatura ambiente aproximadamente a 15<sup>0</sup>C. Luego de prender el equipo se realiza un enjuague previo y homogenizada la muestra se vierte una cantidad de leche cruda de 50 ml en el vaso precipitado para luego introducir la barrilla analizadora la cual succiona un aproximado de 40ml de leche cruda, y luego 2 minutos y medio aproximadamente que dura el proceso de muestra obtenemos la lectura de los resultados. Culminada la lectura se procede a oprimir el botón de enjuague el cual se realiza con agua destilada, posteriormente se prosiguió con la evaluación de la siguiente muestra.

Finalizado el análisis de todas las muestras del día se procedió al enjuague del equipo luego al lavado con liquido limpiador intensivo de FUNKE GERBER DE 0.5l y con la solución de limpieza FUNKE GERBER DE 0.5 L. Finalmente, la varilla de succión se secó con papel toalla quedando listo para el siguiente uso (82)

#### 4.4. Técnicas e instrumentos

La técnica empleada fue observacional que ha permitido visualizar las diferentes reacciones ocurridas durante el proceso de muestra en laboratorio.

El instrumento empleado fue la ficha de registro 1 y 2 (Ver Anexos) que permitió registrar los resultados de los diferentes ensayos aplicados en laboratorio, los cuales se ordenaron y sistematizaron en una hoja de cálculo y posteriormente analizado estadísticamente.



#### 4.5. Análisis Estadístico

Los datos se tabularon en hoja de cálculo Microsoft Excel para la estadística descriptiva e intervalo de confianza (I.C) del 95%, con 0.05 error, con un valor  $p < 0.05$  (83)

$$I. C. = \hat{p} \pm Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{N}}$$

Donde:

I.C= Intervalo de confianza

p = proporción de la muestra

$Z_{\alpha/2}$  = margen de error

N = tamaño de la muestra



## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 5.1. Análisis de Resultados

##### 5.1.1. Determinación de los parámetros físicos de leche cruda bovina en la cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos

Se refiere al pH, acidez titulable, densidad, prueba de alcohol, tiempo de reacción de azul de metileno, cuyos valores se aprecia en las Tablas 13, 14, 15.

**Tabla 13.** Intervalo de confianza para pH, acidez titulable y densidad de leche cruda bovina

Parámetro	N	Mín	Máx	Media	E. E	D.E	I.C. 95%	
							Límite inferior	Límite superior
pH	51	6.7	7.6	6.92	0.019	0.138	6.912	6.931
Acidez titulable g/100g	51	0.10	0.32	0.18	0.007	0.047	0.185	0.192
Densidad g/ml	51	1.021	1.031	1.026	0.0002	0,008	1.026	1.026

I.C=Intervalo de Confianza

Se obtuvieron valores promedio para pH 6,92 con intervalo de confianza (I.C.) de 6.912 a 6.931, para acidez titulable 0,188 con I.C. de 0.185 a 0.192 y para densidad el valor promedio fue 1,026 con I.C. de 1.026 a 1.026.



### 5.1.1.1. Determinación de prueba de alcohol en leche cruda bovina

A la Prueba de Alcohol, el anexo Pumaranra presentó mayor frecuencia 11.8, por otro lado, frecuencias similares de 5.9 se hallaron en los anexos San Jorge Chillihua, Kerapata, Ccorhuani y Umaccata y las frecuencias más bajas reportaron los anexos Ccocha, Sahuanay y Antabamba Alta.

**Tabla 14.** Frecuencias relativas y absolutas a la prueba de alcohol en leche cruda bovina

Anexo	Categoría	TOTAL	
		F.A.	F.R.
San Jorge Chillihua	Positivo	3	5.9
	Negativo	5	9.8
Pumaranra	Positivo	6	11.8
	Negativo	2	3.9
Ccocha	Positivo	2	3.9
	Negativo	1	2.0
Kerapata	Positivo	3	5.9
	Negativo	8	15.7
Ccorhuani	Positivo	3	5.9
	Negativo	1	2.0
Ccallaspampa	Positivo	0	0.0
	Negativo	2	3.9
Sahuanay	Positivo	2	3.9
	Negativo	1	2.0
Antabamba Alta	Positivo	2	3.9
	Negativo	2	3.9
Umaccata	Positivo	3	5.9
	Negativo	5	9.8

### 5.1.1.2. Determinación de tiempo de reacción de azul de metileno en leche cruda bovina

El tiempo de reacción de azul de metileno (TRAM), el anexo San Jorge Chillihua presentó tiempo de reducción de 1 y 2 horas, Pumaranra



presentó tiempo de reacción de 1,5 horas, Kerapata reportó tiempo de reacción de 1,5 y 2 horas y el anexo Ccorhuani reportó tiempo de reducción de 1 y 3 horas.

**Tabla 15.** Frecuencias absolutas y relativas del tiempo de reacción de azul de metileno en leche cruda bovina

Anexo	Categoría	Tiempo Reacción Azul de Metileno (TRAM)								TOTAL	
		1 Hora		1,5 Horas		2 Horas		3 Horas		F.A	F.R
		F.A	F.R	F.A	F.R	F.A	F.R	F.A	F.R		
San Jorge	Positivo	1				1				2	3.9
	Negativo									6	0.0
Pumaranra	Positivo			1						1	2.0
	Negativo									7	0.0
Ccocha	Positivo									0	0.0
	Negativo									3	0.0
Kerapata	Positivo			1		1				2	3.9
	Negativo									9	0.0
Ccorhuani	Positivo	1						1		2	3.9
	Negativo									2	0.0
Ccallaspampa	Positivo	0								0	0.0
	Negativo	0								2	0.0
Sahuanay	Positivo	0								0	0.0
	Negativo	0								3	0.0
Antabamba	Positivo	0								0	0.0
Alta	Negativo	0								4	0.0
Umaccata	Positivo	0								0	0.0
	Negativo	0								8	0.0
		2	3.9	2	3.9	2	3.9	1	2.0		



### 5.1.2. Parámetros químicos de la leche en el Centro Poblado de Kerapata y anexos

Se refiere a grasa, extracto seco magro, proteína, lactosa, minerales, cuyos valores se aprecia en Tabla 16.

**Tabla 16.** Intervalo de confianza para grasa, extracto seco magro, proteína, lactosa, minerales en leche cruda bovina

Parámetro	N	Mín	Max	Media	E.E.	D.E	I.C 95 %	
							Límite inferior	Límite superior
Grasa%	49	1,02	4,80	2,70	0,12	0,85	2.64	2.77
Extracto Seco Magro %	51	7,71	9,49	8,58	0,05	0,37	8.56	8.61
Proteína %	51	2,77	3,51	3,16	0,02	0,15	3.14	3.17
Lactosa %	51	4,09	5,15	4,62	0,03	0,22	4.60	4.64
Minerales %	51	0,60	0,93	0,74	0,009	0,06	0.74	0.75

I.C=Intervalo de Confianza

El contenido de grasa reportó un valor promedio 2.70 % e I.C. de 2.64 a 2.77 en caso del extracto seco magro con un valor promedio 8,58 % e I.C. de 8.56 a 8.61, para contenido proteico 3,16% valor promedio e I.C. de 3.14 a 3.17, lactosa presentó valor promedio de 4,62 % con I.C. de 4.60 a 4.64 y se reportó minerales en promedio 0,74 % con I.C. de 0.74 a 0.75.

### 5.1.3. Comparación de las especificaciones mínimas y máximas de los parámetros fisicoquímicos en leche cruda bovina entre anexos del Centro Poblado de Kerapata

Entre anexos se comparó los valores de los parámetros químicos: extracto seco magro, grasa, proteína, lactosa, minerales y los valores que corresponde a los parámetros físicos: pH, densidad, acidez titulable, se aprecia en Tablas 18

**Tabla 17.** Especificaciones mínimas y máximas de los parámetros químicos en leche cruda bovina entre anexos

Anexo	Grasa g/100g	Extracto seco magro g/100g	Proteína g/100g	Lactosa g/100g	Minerales g/100g
San Jorge Chillihua	2.8 - 3.7	8.1 - 9.5	3.0 - 3.5	4.4 - 5.2	0.6 - 0.7
Pumaranra	1.0 - 3.5	7.9 - 8.8	2.9 - 3.2	4.3 - 4.8	0.7 - 0.8
Ccocha	2.2 - 3.8	8.5 - 9.9	3.1 - 3.3	4.6 - 4.9	0.7 - 0.8
Kerapata	1.2 - 3.7	8.2 - 9.0	3.0 - 3.3	4.4 - 4.9	0.7 - 0.8
Ccorhuani	1.2 - 2.6	8.0 - 8.6	2.9 - 3.2	4.3 - 4.6	0.8 - 0.8
Ccallaspampa	2.2 - 2.4	8.1 - 8.2	3.0 - 3.3	4.3 - 4.4	0.7 - 0.8
Sahuanay	2.0 - 3.6	8.5 - 9.1	3.1 - 3.4	4.5 - 5.0	0.7 - 0.8
Antabamba Alta	1.9 - 4.0	8.7 - 9.0	3.2 - 3.3	4.5 - 4.8	0.7 - 0.9
Umaccata	2.2 - 4.8	7.7 - 9.5	2.8 - 3.5	4.1 - 5.1	0.7 - 0.9

En la tabla 17 se desprende lo siguiente, para grasa el anexo Pumaranra presentó valores mínimos y los valores máximos corresponde al anexo Umaccata; para el extracto seco magro el valor mínimo corresponde al anexo Umaccata y el máximo al anexo Ccocha, para la proteína el valor mínimo se reportó en el anexo Umaccata y el máximo en los anexos San Jorge Chillihua y Umaccata. Asimismo, el valor mínimo para lactosa se encuentra en el anexo Umaccata y el máximo en el anexo

San Jorge Chillihua, de otro lado para minerales el valor mínimo se halló en el anexo San Jorge Chillihua y el máximo se reportó en los anexos Antabamba Alta y Umaccata.

**Tabla 18.** Especificaciones mínimas y máximas de los parámetros físicos en leche cruda bovina entre anexos

<b>Anexos</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez Titulable g/100g</b>	<b>Densidad g/ml</b>
San Jorge Chillihua	6.8 - 7.0	0.16 - 0.26	1.0239 - 1.0282
Pumaranra	6.8 - 7.0	0.16 - 0.26	1.0242 - 1.0261
Ccocha	6.8 - 6.9	0.19 - 0.24	1.0241 - 1.0303
Kerapata	6.8 - 7.0	0.10 - 0.32	1.0242 - 1.0274
Ccorhuani	6.7 - 6.9	0.17 - 0.29	1.0255 - 1.0267
Ccallaspampa	6.9 - 7.0	0.13 - 0.13	1.0244 - 1.0252
Sahuanay	6.8 - 6.9	0.14 - 0.19	1.0248 - 1.0290
Antabamba Alta	6.9 - 7.2	0.13 - 0.17	1.0253 - 1.0276
Umaccata	6.8 - 7.6	0.13 - 0.21	1.0213 - 1.0296

Los resultados en la Tabla 18 evidencia que los valores para el pH el valor mínimo corresponde al anexo Ccorhuani, 6.7 y el máximo al anexo Umaccata, 7.6 asimismo para Acidez Titulable el valor mínimo y máximo corresponde al anexo Kerapata 0.10- 0.32 g/100g. Para la densidad el valor mínimo se encontró en el anexo Umaccata, 1.0213 g/mL y el valor máximo se halló en el anexo Ccocha, 1.0303 g/mL.



## 5.2. Discusión

### a) Parámetros Físicos

El valor promedio del pH en las muestras evaluadas fue 6,92 superior a lo dispuesto por la Norma Técnica Peruana 6,5 a 6,8. Resultados similar con un valor promedio de 6.9 (13). El pH representa la acidez natural de la leche cruda el cual se debe a sustancias minerales como fosfatos, reacciones secundarias de los fosfatos así como ácidos orgánicos así como la acidez de la caseína anfotérica (52), esta variación en los valores se producen principalmente por el estado sanitario de las glándulas mamarias (51), debido a la cantidad de CO<sub>2</sub> disuelto además por el desarrollo de microorganismos alcalinizantes (6) (53), en ese sentido valores por encima del 6.8 en el valor de pH, es un indicador de presencia de mastitis y valores inferiores al normal indican presencia de calostro (6). Por otro lado, la industria láctea exige valores pH comprendido entre 6.4 y 6.6 (51). Este resultado en la investigación podría estar asociado a presencia de mastitis en los hatos lecheros, ya que animales que cursan estainfección suelen producir una leche con mayor pH.

Respecto a los resultados de Acidez titulable, se halló en promedio 0,18 g/100gramos expresados en grados Dornic, este valor supera al establecido por el Reglamento de leche y productos lácteos y la Norma Técnica Peruana 0,13 a 0,17°D. y similar a lo reportado 0.17 a 0.20 (53), 0.18 y 0.19 en la provincia de Chulucanas, Piura (84). Esto se debería a la falta de refrigeración (85), falta de higiene, mala manipulación antes, durante y después del ordeño (30), de igual manera indica el cuidado, higiene y conservación que se ha tenido con la leche cruda (53). Debido a la formación del ácido láctico a partir de la lactosa por intervención de bacterias mesofílicas aerobias principalmente (6). Cuando la acidez es menor al 0.15% puede ser debido a mastitis, aguado de la leche o bien por la alteración provocada con algún producto alcalinizante y cuando la acidez es superior al 0.165 es producida por la acción de contaminantes microbiológicos (86). Este parámetro físico es importante debido a que la leche cruda se utiliza en el proceso de la industria láctea por lo que, una inadecuada calidad higiénico-sanitaria pueden llevar a que la leche presente valores elevados de acidez a causa de la contaminación (6).

La densidad en promedio fue 1,0261 el cual se encuentra dentro de lo establecido por el reglamento de leche y productos lácteos 2017, dispuesto por la Norma Técnica Peruana (1.0296 – 1.0340). Se encontró resultados similares a nuestro resultado de



1,0284 ± 0,001302 (87), 1.0277g/cm<sup>3</sup> se reportaron en la provincia de Canas región Cusco en época seca (8), Las variaciones de la densidad se deben a la temperatura (8), observándose que a medida que esta se eleva el valor absoluto de la densidad disminuye (88) y su estructura globular cambia (86). por cada grado de temperatura su variación es de 0,0002 g/cm<sup>3</sup>, no solo depende de la temperatura, sino también de su composición (45), el tiempo transcurrido después del ordeño y otras operaciones tecnológicas, y está directamente relacionada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que contenga (45), (8). La adulteración de la leche por desnatado o por dilución con leche desnatada aumenta la densidad mientras que el aguado disminuye (88). Este parámetro advierte en forma probable la posible adulteración por remoción del contenido graso (aumento de la densidad) o por el agregado de agua (disminución de la densidad). Esta constante es afectada por la temperatura, de allí que su lectura se refiere siempre a una temperatura fija, normalmente de 15 °C (44).

Respecto a la Prueba de alcohol 74 %, nuestros resultados revelan 47 % de muestras positivas y 53% negativos. De acuerdo a lo dispuesto por la Norma Técnica Peruana, donde fundamenta que la leche no debe presentar coagulación positiva. Nuestro resultado hallado, es superior a lo reportado que el 50% dio positivo a la prueba de alcohol, inferior a nuestros estudios, cabe precisar se debe a una inadecuada conservación post ordeño (84). En otro estudio encontró 33.3% negativos a la prueba de alcohol (74%) y menciona que los usos de sistemas de refrigeración influyen positivamente en la calidad de la leche (53). La reacción positiva se debe a que el inestabilizante químico que es alcohol al 74%, ha afectado el equilibrio micelar de la caseína (6). Esta prueba permite detectar la estabilidad térmica de la leche cruda, si la muestra leche cruda coagula es un indicador de inestabilidad proteica por tanto se considera no apta para su procesamiento tecnológico, debido al elevado grado de acidez o disminución del pH, así como contenidos elevados de sodio, cloruros y calcio iónico (89), (53). Además, se debe a una inadecuada conservación post ordeño (84) así como los sistemas de refrigeración que influyen positivamente en la calidad de la leche (53).

Los resultados de la prueba de tiempo de reacción de azul de metileno (TRAM) indica que el 90.20 % es leche que reduce el azul de metileno en 3 horas, 3.92 % reduce en 2 horas y el 5.88 % reduce en menos de 2 horas. acuerdo a lo establecido por el Reglamento de y productos lácteos el tiempo de reacción es de 4 horas mínimo. Estos resultados difieren a lo reportado que el 51.8 % es leche que reduce el azul de metileno





después de 3 o más horas y 48.2 % de las muestras colectadas se reduce en menos de 2 horas fueron tomadas de tanque refrigerante y almacenadas en tacho (15) halló muestras de leche que reducen el azul de metileno entre 3:28 hasta 5:40 horas (14). Esta prueba permite controlar la conservación de la leche, estado higiénico y tratamiento térmico (61), no es una prueba exacta que permita conocer el número de unidades formadoras de colonia, es un buen indicador de presencia bacteriana por la rapidez con la que cambia de color, esto se debería a la presencia de gérmenes del grupo coliaerógenos, *Streptococcus liquefaciens*, y los de putrefacción como *Bacillus subtilis* (28) debido a la capacidad de los microorganismos de reducir el azul de metileno en la muestra de leche (61), cuanto más rápida es la decoloración mayor sería el número de microorganismos en la leche. Por el tiempo de reducción de 5 horas refiere el número estimado de bacterias por ml de 100 000 a 200 000 y se considera leche de buena a excelente calidad, por el contrario de 2 a 4 horas con 200 000 a 2 000 000 de bacterias por ml se consideran leche de regular a buena y mala menor a 2 horas con 2-10 millones de bacterias por ml (28).

#### b) Parámetros Químicos

Para grasa el valor promedio obtenido fue  $2.70 \pm 0.85$ , lo cual significa que no cumple con la exigencia de 3.2% que establece el Reglamento de la leche y productos lácteos, así como la Norma Técnica Peruana. Este valor es inferior a lo reportado en la provincia de Canas, Cusco en época seca en vacunos de raza Brown Swiss 3.12% ( $\pm D.S. 0.86$ ) (8), así como en estudios realizados en Layo, Canas en la época de lluvias y en animales alimentados con pastos cultivados con adición de alimento balanceado en la dieta, evidenciando valores de grasa de 3.58% y 3,71% respectivamente (90). Se podría explicar que en la Cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata el consumo de alimento de acuerdo al requerimiento de producción es deficiente e insuficiente. La grasa se puede afectar por la variación de sus componentes triglicéridos, fosfolípidos, sustancias no saponificables, ácidos grasos libres, diglicéridos entre otros, lo cual se debe principalmente al sistema de producción (91), a las diferentes razas de bovinos las prácticas de alimentación (92). El aumento en el porcentaje de grasa tiene relación con la duración de la lactancia (93) y a partir de la primera hacia la quinta lactación se presenta una disminución de 0.2% unidades de grasa (68). La composición frecuentemente se ve influenciado por la nutrición y condiciones ambientales (93). Por otro lado, la alimentación deficiente hace que se incremente el contenido de grasa de la leche (93). Asimismo, por efecto del manejo alimenticio se considera la relación

forraje: concentrado, la calidad del material fibroso, el tamaño de la partícula del forraje, el tipo de alimento balanceado, la proteína dietética, la adición de grasa, especialmente de ácidos grasos polinsaturados, las estrategias de alimentación, los agentes neutralizadores y otros aditivos. (94)

El valor promedio para Extracto seco magro fue 8.5886, este valor es superior a lo establecido en el Reglamento de la leche y productos lácteos como valor mínimo 8,2%. Este resultado es superior al reportado 7.86% realizado en época seca, en vacunos de raza Brown Swiss, alimentados principalmente con kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), alfalfa y avena (8). Datos similares 8.01%, se encontraron en muestras analizadas en época de lluvia (12). La disminución de 0.4% unidades de sólidos no grasos se presenta desde la primera hasta la quinta lactación, siendo mínima a partir de ésta última (68). El porcentaje de SNG disminuye progresivamente debido a la edad del animal, como se encuentre dentro de un ciclo de lactación, durante el primer mes es alto, disminuyendo al segundo mes cuando existe el pico de producción de leche y vuelve a aumentar a medida que la producción disminuye (38).

Para proteína el valor promedio fue 3,16 % inferior a los reportados en estudios de bovinos de la raza Holstein  $3,36 \pm 0,039$  (87). Este valor es superior a 2.99% en estudio realizado a bovinos de la raza Brown Swiss (8), además es superior a  $2.82 \pm 0.11$  y  $2.66 \pm 0.21\%$  obtenido en muestras almacenadas en tacho y tanque de frío respectivamente en la asociación ASOPROLEA M.C en la Paz-Bolivia (15). La proteína fundamentalmente depende de la alimentación y de la raza del bovino (78) siendo el factor nutricional principal, el consumo de energía, este al incrementarse produce un aumento en el contenido de proteína en la leche además influenciado por la fuente de energía, cantidad de energía consumida, así como la densidad energética de la dieta (95). Asimismo, cada raza presenta una genética particular lo que le permite producir leche con determinados contenidos de materia seca y proteína (96). Por otro lado, se presenta una relación entre cantidad de proteína y grasa que expresa cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor es la cantidad de proteína (97).

Lactosa mostró un valor promedio de 4,62 %, es superior al reportado en bovinos de raza Brown Swiss 4.33% ( $\pm D.S. 0.230$ ) alimentados principalmente con avena (*Avena sativa*), alfalfa (*Medicago sativa*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) de libre pastoreo en época seca (8). Por otro lado, es superior respecto a estudios realizados en muestras almacenadas en tacho y tanque de frío con valores promedios  $4.05 \pm 0.40$  y  $3.90 \pm 0.35$  respectivamente (15), contrariamente es inferior a lo reportado en bovinos



de la raza Holstein  $5,4475 \pm 0,0778$  (87). El contenido de lactosa se altera debido a la ineficiente refrigeración, transporte de la leche cruda por varias horas la cual presenta una acidificación ligera convirtiéndose la lactosa en ácido láctico (98). La reducción en el contenido de lactosa se debe al cambio notorio en los sólidos no grasos (68), así como a una alimentación deficiente (93).

Para minerales se obtuvo un valor promedio de 0.7482 %, Según en el Reglamento de la leche y productos lácteos, así como en la Norma Técnica Peruana, establece 0.70 % el mínimo. El resultado hallado es similar a lo reportado en estudio de muestras almacenadas en tachos  $0.73 \pm 0.15$  y  $0.75 \pm 0.05$  tanque de frío (15). Los minerales presentes en leche ordeñada, al principio y final del período de lactación contienen menor cantidad de ácido cítrico y de potasio, lo contrario sucede en plena lactación donde el cloro, sodio, calcio, y magnesio se incrementa. El contenido en potasio desciende regularmente hacia el final de la lactación, las variaciones de calcio y fósforo son menos acusadas. Asimismo, el contenido en sodio se eleva al final de la lactación; es un hecho bien conocido que los contenidos en sodio y potasio evolucionan en sentido inverso (99). En pequeñas concentraciones se encuentran el hierro, no alcanzan a satisfacer las necesidades del lactante, pero este bajo nivel pasa a tener un efecto positivo debido a que limita el crecimiento bacteriano en la leche (97)



## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

Los parámetros físicos para leche cruda bovina de la Cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos fueron en promedio: pH 6.92; acidez titulable 0,18 g/100 gramos; 47 % positivos a la prueba de alcohol 74%; a la prueba de tiempo de reacción de azul de metileno (TRAM) el 5.88 % reduce el azul de metileno en 1 hora corresponde a leche de mala calidad, el 3.92 % reduce en 2 horas corresponde a leche de calidad regular y el 90.20 % reduce en 3 horas corresponde a leche de buena calidad.

Los parámetros químicos para leche cruda bovina de la Cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos fueron en promedio: grasa 2,70 %, extracto seco magro 8,58 %, minerales 0.74 %, proteína 3, 16% y lactosa 4.62 %.

Al comparar las especificaciones mínimas y máximas de los parámetros químicos de leche cruda se tiene: para grasa el valor mínimo corresponde al anexo Ccorhuani 1,2 % y máximo al anexo Umaccata 4,8 %; para Extracto seco magro mínimo en anexo Umaccata 7,7 % y máximo en anexo Ccocha 9,9 %; para proteína el mínimo en anexo Umaccata 2,8 % y máximo en anexos San Jorge Chillihua y Umaccata 3, 5 %; para lactosa mínimo en anexo Umaccata 4,1 % y máximo en anexo San Jorge Chillihua 5,2%; para minerales mínimo en anexo San Jorge Chillihua 0,6 % y máximo en anexos Antabamba Alta y Umaccata 0,9 %; para pH mínimo en anexo Ccorhuani 6,7 % y máximo en anexo Umaccata 7,6 %; acidez titulable mínimo en anexo Kerapata 0, 10 g/100g y máximo en anexo Ccorhuani 0,29 g/100g; densidad mínimo en Umaccata 1.0213 y máximo Umaccata 1.0296; tiempo de reacción de azul de metileno mínimo fue 1 hora que corresponde a los anexos San Jorge Chillihua, de 1:30 h fue Pumarana, kerapata, 2 h fue San Jorge chillihua, kerapata, máximo fue 3 horas corresponde al anexo de Ccorhuani. A la prueba de alcohol el anexo Pumarana presentó mayor frecuencia a la coagulación positiva.



## 6.2. Recomendaciones

- Implementar buenas prácticas de higiene en el ordeño, y establecer un plan de prevención y control sanitario de la glándula mamaria de los bovinos en producción.
- Instalación de forrajes y pastos cultivados, suplementación alimento balanceado para mejorar nutrición y alimentación e implementar un plan de mejoramiento genético para mejorar la composición nutricional de la leche cruda de los bovinos
- Proponer e implementar un plan de intervención para la cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos, que involucre a los productores y de esta manera mejorar los parámetros fisicoquímicos e higiene de la leche cruda bovina.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 2012. IICNA. Resultados Definitivos. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima: 2013.
2. INEI 2. Perfil agropecuario de Apurímac, IV Censo Nacional Agrario. Apurímac, Perú: 2012.
3. K. G. La industria láctea en Valledupar: primera en la región Caribe. Colombia; 2013.
4. CC B. Producción de vacunos de leche aspectos claves. México: 1997.
5. Ludmila SFG. Procesamiento de leche y elaboración de productos lácteos. Nicaragua: 2015.
6. Bonzano S. Evaluación de la calidad fisicoquímica, higiénica de la leche cruda fría producida en establos con diferentes niveles tecnológicos en el norte del Perú. (Tesis de grado). Trujillo: 2012.
7. Minagri. Decreto supremo 007 aprueba el reglamento de la leche y productos lácteos. Perú: 2017.
8. Rodríguez Caballero PH. “Determinación De la Calidad Físico-Química de la Leche Fresca en el Sector Urinsaya – Ccollana en Época de Secas”. Canas: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco; 2017.
9. E. V. Factores de origen ambiental que afectan la producción de leche en vacunos bajo pastoreo semi-intensivo. Lima: 2013.
10. Condori NE. Análisis fisicoquímico y microbiológico de la leche de vacuno acopiada en la planta procesadora de lácteos “Túpac Amaru”, distrito Túpac Amaru – Cusco. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, cusco; 2022.
11. Calderón A RVVS. Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería. Córdoba: Colombia; 2007 citado 3 de noviembre de 2022.
12. Hillca Cutiré R. “Determinación de Calidad Físico - Químico de la Leche Cruda en Época de lluvia en el centro Poblado Urinsaya Ccollana – Layo”. Cusco- Perú: Universidad Nacional Abab del Cusco; 2020.
13. Banda-Gasco JH COR. Control de calidad de la leche fresca del distrito de Santa Rosa – Jaén. Tesis de pregrado. Jaén: Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca; 2019.
14. Lema AED. Evaluación de la calidad microbiológica de la leche proveniente de tres comunidades Galtes, Pules y Chacaza perteneciente al Cantón Guamote provincia de Chimborazo. Tesis de pregrado. Chimborazo: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador: 2018.



15. Delgado-Callisaya PA, Parisaca V, Quispe I, Delgado EJ, Aduviri. Evaluación de la calidad de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) en la Comunidad Mazo Cruz del Departamento de La Paz-Bolivia. *Selva Andina Animal Sencie*. 2016; p. 43-48.
16. Luigi T RLVO. Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda y pasteurizada expendida en el estado Carabobo. Venezuela; 2013.
17. Costabel L, Cuatrin. A. L, Páez R.B, Taverna. M.A, Wualter E, Campos S.N, Robledo. M, Adorni, B. Prueba de Alcohol. Estudio de la relación entre aptitud a la coagulación por cuajo y prueba de alcohol en muestras de leche de vacas individuales. INTA, Argentina; Citado 4 de noviembre del 2022.
18. Alvarado C, Zerpa G, Meléndez B, Giménez O, Vivas I. Memorias. XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Asociación Venezolana de Producción Animal, Venezuela; Citado 4 de noviembre de 2022.
19. Amiot j. Ciencia y Tecnología de la Leche. España: 1994.
20. Zavala JM. Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche. Huacho –Perú-: 2005.
21. Veiseeyre R. Lactología Técnica. Zaragoza: Acribia. 1998.
22. Falder A. Enciclopedia de los alimentos. España: 2003.
23. Goded, Mur A. Análisis de Leche. Modernas Técnicas Aplicadas. Madrid: 1966.
24. Feijoo JE. Estudio de la calidad de leche fresca que se comercializa en la ciudad de pinas (B.S. Tesis). LOJA - Ecuador: 2012.
25. Alcívar DC, Macias LV, L. Poez PIG, Solorzano, Ruedas JFZ, Palacios JCM. Factores que afectan la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda comercializada en calceta-bolivarmanabi, ecuador. Ecuador: 2015.
26. Abril, A., y Pillco V. Calidad fisicoquímica de la leche cruda de vaca que se comercializa en la ciudad de Cuenca. (Tesis de grado). Ecuador:2013.
27. Bonilla D. Caracterización de la composición e higiene de leche acopiada en una planta pasteurizadora (Doctoral dissertation. Veracruz–México: 2008.
28. García Martínez E, Fuentes López A, Fernández Segovia I. Determinación de la calidad higiénica de la leche mediante la medición indirecta del tiempo de reducción del azul de metileno o prueba de la reductasa microbiana. España: 2014.
29. Angulo et al. 2, sota cp. Relación de los parámetros físico químicos e higiénicos de leche fresca con el rendimiento de productos lácteos en las provincias de Concepción y Jauja, Junín. Lima: 2016.



30. Quispe Vargas, M. G. Evaluación de la calidad de leche acopiada para la elaboración de queso en las comunidades de Lauramarca y Ccolcca del distrito de Ocongate – Quispicanchi - Cusco. k'ayra. cusco: 2017.
31. Benjamín F. Libro blanco sobre la leche y los productos lácteos. México: 2011.
32. Barberis SE. Bromatología de la leche. Buenos Aires. Hemisferio Sur: 2000.
33. Fennema O. Química de los alimentos. España: 2000.
34. Alfaro M, Huarte A, Valle R. Implementación de un manual de ordeño higiénico en dos establecimientos lecheros y evaluación de su efectividad mediante análisis microbiológico en el departamento de Sonsonate. Sonsonate: 2014.
35. Varman A, Sutherland J. Leche y Productos Lácteos: Tecnología, Química y. Zaragoza - España: 1995.
36. Muñoz, J, Rodríguez A. Comportamiento Reproductivo, Dinámica de Producción y Calidad Comportamiento Reproductivo, Dinámica de Producción y Calidad de la Leche de Genotipos Lecheros Bajo Condiciones Intensivas en el Trópico Seco de Rivas. Nicaragua: 2006.
37. Estrada C. Diagnóstico de la calidad higiénica de la leche producida por miembros de la asociación de productores de leche. Guatemala:2010.
38. Reneau, Packard V. Monitoring mastitis, milk quality and economic losses in dairy fields. Dairy, food and environmental sanitation. Veracruz - México: 1991.
39. Bath N, Dickinson H, Tucker, Appleman. Ganado Lechero: Principios, Prácticas, Problemas y Beneficios. 2da Edición. México: 1987.
40. Murad S. LA LECHE. Obtenido de canalache. 2009.
41. Fennema OR. Introducción a la ciencia de los alimentos. Barcelona-España: 1982.
42. Batista K. Evaluación y caracterización fisicoquímico y microbiológico del suero costeño elaborado en el municipio de Turbaco, Arjona y el Carmen de Bolívar. Turbaco- Colombia: 2011.
43. Zambrano I, Fernando L. Control de calidad en la densidad de la leche. (B.S. thesis).. Machala: 2017.
44. Viera M. Parámetros de calidad de leche de vacuno en los distritos de Apata, Matahuasi y Concepción en el Valle del Mantaro. (Tesis de grado). Jauja: 2013.
45. [NTP] (202.001-2016). Leche y productos lácteos. Leche cruda, requisitos. 5ta edición. Chulucanas; 2019.





46. Gonzales G. Evaluación de algunos parámetros físico-químicos de la leche de ganado vacuno en dos hatos del eje carretero Yurimaguas-Santa Rosa (Km 17). Loreto: 2013.
47. Cooperación E. Importancia de la leche y los productos lácteos como alimentos básicos y económicos para la nutrición y salud de la sociedad Latinoamericana y del Caribe. Guatemala: Centro de Formación de la Cooperación Española de la Antigua Guatemala, España; 2015.
48. Gómez CD. Determinación del porcentaje de grasa láctea en leches enteras reconstituidas empacadas en bolsa plástica distribuidas en supermercados de la ciudad de Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2006.
49. Barca TJ. Perfil de ácidos grasos en leche de vacas alimentadas en base a dieta totalmente mezclada combinadas o no con diferentes tiempos de pastoreo.. Universidad de la República. Facultad de Veterinaria., Uruguay; 2016.
50. Meléndez P. Estrategias nutricionales para manipular la grasa de la leche. Medicina Veterinaria. Universidad de Missouri, EEUU; 2017.
51. Callampa L. Evaluación fisicoquímica y microbiológica de queso fresco elaborado en las localidades de Leymebamba, Molinopampa y la Florida - Pomacochas, región Amazonas. (Tesis de grado). Amazonas: 2017.
52. Sota C. Relación de los parámetros físico químicos e higiénicos de leche fresca con el rendimiento de productos lácteos en las provincias de Concepción y Jauja, Junín: 2016.
53. Aponte Elera DJ. "Evaluación de la Calidad Fisicoquímica e Higiénica de la Leche Fresca Expendida en la Ciudad de Chulucanas". Piura: 2017.
54. Norma técnica peruana [NTP]202.116-2008). Leche y productos lácteos. Leche cruda, determinación de acidez de la leche, método volumétrico. 3ra edición. chulucanas - Peru: 2008.
55. Gutiérrez. AC. Determinación de ceniza en la leche. Disponible en <http://dterminaciondeceniza.blogspot.com/> ; 2016.
56. 2014. JLAC. Laboratorio: Extracto Seco Magro Leche-. Andlucia: Centro de investigacion y Formación Agraria Alameda del Obispo., Córdoba; 2014.
57. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3. Determinación del contenido en extracto seco magro. Ecuador: 2015.
58. Universidad de Murcia. innovación plataformas ocw. [Online].; 2021. Available from: <https://www.um.es>.



59. Magariños H. Producción higiénica de la leche cruda. Una guía para la pequeña y mediana empresa. 1ª ed. Guatemala. Guatemala: 2001.
60. Espejo J. Estudio comparado de tres métodos para catalogar la Calidad Microbiológica de la leche cruda en zonas de clima cálido. España: 1987.
61. Mamani JC. Calidad de Leche: Evaluación de la Calidad Higiénica de Muestras de Leche cruda de establos en el servicio oficial de productividad lechera - Majes - 2009, por el método del Tiempo de Reducción al Azul de Metileno –"TRAM". Majes : 2010.
62. Cubillos A, Piñeros Téllez G. La calidad como factor de competitividad en la cadena láctea. Bogotá - Colombia: 2005.
63. Alresa. O. Determinación de la grasa en las leches y productos lácteos.
64. Leche. B. Determinación de grasa en leche (Método Gerber); 2017.
65. Milkotronick. Manual de operaciones "Lactoscan S"; 2015.
66. Ilion Analítica. Analizador de leche (Grasa, proteína, lactosa, SNF, Minerales) FUNKE GERBER LactoStar. Uruguay: 2003.
67. Ruiz J. Evaluación de la Producción y Calidad de la Leche en Vacas Holstein de Primer Parto Suplementadas con Ensilaje de Papa. Bogotá: 2006.
68. Schmit G, Van v leck L. Bases Científicas de la Producción Lechera. España: 1974.
69. Akers. Lactation Physiology: A Ruminant Animal Perspective. Springer: 1990.
70. Camberlain A, Wilkinson M. Alimentación de la Vaca Lechera. España: 2002.
71. Hurley IP, Coleman RC, Ireland HE, Wiliams JHH. Medición de IgG bovina mediante ELISA competitivo indirecto como medio para detectar la adulteración de la leche. LOJA – Ecuador: 2004.
72. Molina FI. Determinación de la calidad de leche cruda (acidez, densidad, grasa, reductasa, solidos totales), aplicando un programa de capacitación en 4 comunidades de la. Quito - Ecuador: 2012.
73. Calvincho. L. La mastitis y su impacto en la calidad de la leche. Informe técnico. Lima – Perú - 2017: 1995.
74. Miralles. S. Calidad de leche IV. El Poronguito. Gloria S.A N° 259. Lima - Perú: 2003.
75. Calvache I, Navas A. Factores que influyen en la composición nutricional de la leche. Machala. Ecuador:2012.
76. Church. Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes. vol. 1 Fisiología. Zaragoza-España: 2002.



77. Rearte. Alimentación y Composición de la leche en los sistemas Pastoriles. Argentina: 1993.
78. Jiménez W. Valoración de la calidad microbiológica y físico-química de la leche de vaca de tres pequeños productores de Santa Ana mixtan del parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. (Tesis de grado). Guatemala: 2005.
79. Hernández R, Fernández C, Baptista M. Metodología de la investigación Ed. 6, editor. México: McGraw-Hill; 2014.
80. Ministerio de Agricultura y Riego. Clima de la sierra y Selva. Centro de Predicción Numérica del Tiempo y Clima Instituto Geofísico del Perú; 2017.
81. Norma Técnica Peruana 202.116. 2008. Leche productos lácteos. Leche cruda. Determinación de acidez de leche. Método volumétrico 2008-01-02 3era edición. Lima – Perú.: 2008.
82. Schafer MK. Dispositivo para la determinación de diversas sustancias en la leche, LactoStar. Berlin: Funke-Dr. Gerber Labortechnik GmbH; 2013.
83. Navidi w. Estadística para ingenieros y científicos Ciudad de México: Mc Graw Hill/Interamericana. México: 2006.
84. Acaro Córdova SD. “Evaluación de la Calidad Físicoquímica y Microbiológica de la Leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú”. Chulucanas: 2019.
85. Alpina. Calidad bacteriológica de la leche. Bogota: 1999.
86. Nasanovsky M, Garijo R. Lechería. [Online].; 2021. Available from: <http://www.hipotesis.com.ar>.
87. Olortegui Broncano Abraham Hilario SDSS. Evaluación de las Características Físicoquímicas y Microbiológicas de la Leche Entera en el Hato Lechero de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión 2016. Huacho- Perú: 2019.
88. Norma Técnica Peruana [NTP] (202.001. Leche y productos lácteos, Leche cruda. Chulucanas: 2010.
89. Abril, Pillco, V. Calidad físicoquímica de la leche cruda que ingresa a la ciudad. Loja - Ecuador: 2013.
90. Huilca Cutiri R. “Determinación de Calidad Físico - Química de la Leche Cruda en Época de Lluvia en Centro Poblado Urinsaya Ccollana – Layo”. Cusco - Perú: 2020.



91. Quispe Vargas, M. G. Evaluación de la calidad de leche acopiada para la elaboración de queso en las comunidades de Lauramarca y Ccolcca del distrito de Ocongate – Quispicanchi - Cusco. k´ayra. Cusco: 2017.
92. Agrobot. Composición de la leche y Valor Nutritivo. Ganadería, 2. Recuperado el 17 de noviembre de 2019, de [http://www.agrobot.com/Info\\_tecnica/Ganaderia/prod\\_lechera/GA000002pr.htm](http://www.agrobot.com/Info_tecnica/Ganaderia/prod_lechera/GA000002pr.htm). Jaen-Perú: 2015.
93. Pérez OM. Factores que afectan a la calidad y cantidad de la leche. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. Tingo María - Perú: 1995.
94. Campabadal Herrero C. Factores que afectan el contenido de sólidos en leche. Nutrición Animal Tropical Vol. 5 Núm. 1. Huacho- Perú: 2013.
95. Linn JG. Alteración de la composición de la leche a través de prácticas de manejo. Alimentos. Huacho: 1989.
96. Muñoz J, Rodríguez A. Comportamiento Reproductivo, Dinámica de Producción y Calidad de la Leche de Genotipos Lecheros Bajo Condiciones Intensivas en el Trópico Seco de Rivas. Nicaragua: 2006.
97. Solid OPD. Tecnología Productiva en Lácteos. Calidad de la leche. Huacho: 2010.

## ANEXOS



**ANEXO 1**

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**FICHA 1. DATOS PARÁMETROS QUÍMICOS DE LECHE CRUDA BOVINA,  
CUENCA LECHERA DEL CENTRO POBLADO DE KERAPATA Y  
ANEXOS**

Anexo: .....

Fecha: .....

<b>Unidad productiva</b>	<b>Grasa</b>	<b>Extracto seco magro</b>	<b>Proteína</b>	<b>Lactosa</b>	<b>Minerales</b>	<b>Densidad</b>





**Tabla 19.** Matriz de los resultados de los parámetros químicos de la Cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos

Anexo		Grasa	Extracto Seco Magro	Proteína	Lactosa	Densidad	Minerales
San Chillhiua	Jorge	3.68	9.46	3.51	5.15	1.0282	0.60
San Chillhiua	Jorge	3.36	8.75	3.24	4.47	1.0259	0.65
San Chillhiua	Jorge	2.75	8.81	3.27	4.79	1.0268	0.60
San Chillhiua	Jorge	3.68	8.75	3.23	4.72	1.0255	0.65
San Chillhiua	Jorge	3.11	8.82	3.25	4.76	1.0265	0.73
San Chillhiua	Jorge	3.33	8.99	3.32	4.86	1.0268	0.71
San Chillhiua	Jorge	<b>2.75</b>	8.06	2.96	4.39	1.0239	0.74
San Chillhiua	Jorge	<b>3.08</b>	8.75	3.22	4.72	1.0262	0.71
Pumaranra		2.26	8.46	3.12	4.57	1.0261	0.69
Pumaranra		3.66	7.89	2.91	4.26	1.0254	0.73
Pumaranra		1.89	8.42	3.08	4.55	1.0242	0.78
Pumaranra		2.42	8.15	2.98	4.37	1.0253	0.81
Pumaranra		1.83	8.35	3.06	4.52	1.0255	0.83
Pumaranra		2.92	8.22	3.03	4.44	1.0257	0.70
Pumaranra		3.49	8.37	3.06	4.52	1.0250	0.84
Ccocha		3.84	8.81	3.23	4.78	1.0259	0.76
Ccocha		2.19	8.45	3.09	4.57	1.0241	0.75
Kerapata		3.66	8.95	3.31	4.85	1.0281	0.69
Kerapata		1.56	8.85	3.30	4.88	1.0303	0.71
Kerapata		1.37	8.65	3.18	4.66	1.0251	0.72
Kerapata		3.35	9.02	3.34	4.89	1.0291	0.74
Kerapata		2.52	8.52	3.14	4.59	1.0274	0.81
Kerapata		2.56	8.41	3.08	4.56	1.0246	0.79
Kerapata			8.45	3.13	4.63	1.0257	0.66
Kerapata			8.28	3.04	4.45	1.0250	0.77





Anexo	Grasa	Extracto Seco Magro	Proteína	Lactosa	Densidad	Minerales
Kerapata	2.55	8.17	2.98	4.40	1.0246	0.85
Kerapata	3.15	8.50	3.11	4.59	1.0251	0.78
Kerapata	1.23	8.44	3.10	4.55	1.0272	0.81
Kerapata	1.96	8.28	3.05	4.51	1.0257	0.71
Kerapata	3.27	8.28	3.01	4.41	1.0242	0.84
Corhuani	1.44	8.50	3.14	4.60	1.0272	0.75
Corhuani	1.20	7.97	2.93	4.33	1.0255	0.77
Corhuani	2.56	8.45	3.10	4.54	1.0257	0.77
Corhuani	2.06	8.57	3.16	4.63	1.0267	0.75
Ccallaspampa	2.16	8.19	3.02	4.42	1.0252	0.70
Ccallaspampa	2.41	8.06	2.95	4.32	1.0244	0.78
Sahuanay	2.31	8.76	3.23	4.47	1.0272	0.78
Sahuanay	3.55	8.52	3.11	4.55	1.0248	0.81
Sahuanay	1.98	9.13	3.38	5.00	1.0290	0.74
Antabamba Alta	2.63	8.97	3.28	4.80	1.0276	0.89
Antabamba Alta	1.85	8.72	3.23	4.47	1.0276	0.68
Antabamba Alta	3.08	8.80	3.24	4.74	1.0264	0.71
Antabamba Alta	4.02	8.81	3.24	4.75	1.0253	0.69
Umaccata	2.24	8.54	3.14	4.59	1.0264	0.75
Umaccata	2.65	8.82	3.25	4.75	1.0270	0.74
Umaccata	3.00	9.28	3.45	5.11	1.0316	0.82
Umaccata	2.63	9.49	3.51	5.14	1.0296	0.72
Umaccata	2.58	8.51	3.13	4.58	1.0259	0.75
Umaccata	3.87	7.71	2.77	4.09	1.0213	0.93
Umaccata	4.22	9.06	3.31	4.85	1.0260	0.81
Umaccata	4.80	8.85	3.26	4.77	1.0245	0.66

**Tabla 20.** Matriz de resultados de los parámetros físicos pH y acidez titulable de la Cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos

<b>Anexo</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez Titulable</b>
San Jorge Chillihua	6.9	0.19
San Jorge Chillihua	6.9	0.18
San Jorge Chillihua	6.8	0.21
San Jorge Chillihua	6.9	0.18
San Jorge Chillihua	7.0	0.28
San Jorge Chillihua	6.9	0.17
San Jorge Chillihua	6.9	0.19
San Jorge Chillihua	7.0	0.16
Pumaranra	6.9	0.23
Pumaranra	6.9	0.19
Pumaranra	7.0	0.19
Pumaranra	6.8	0.20
Pumaranra	6.9	0.27
Pumaranra	6.8	0.21
Pumaranra	6.8	0.26
Pumaranra	6.8	0.24
Ccocha	6.8	0.19
Ccocha	6.9	0.19
Ccocha	6.9	0.24
Kerapata	6.9	0.24
Kerapata	6.8	0.27
Kerapata	6.9	0.22
Kerapata	6.8	0.32
Kerapata	6.8	0.20
Kerapata	7.0	0.16
Kerapata	6.9	0.18
Kerapata	6.9	0.14
Kerapata	6.9	0.10

<b>Anexo</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez Titulable</b>
Kerapata	7.0	0.18
Kerapata	7.0	0.20
Ccorhuani	6.9	0.17
Ccorhuani	6.9	0.29
Ccorhuani	6.7	0.19
Ccorhuani	6.9	0.17
Ccallaspampa	6.9	0.13
Ccallaspampa	7	0.13
Sahuanay	6.8	0.19
Sahuanay	6.9	0.15
Sahuanay	6.9	0.14
Antabamba Alta	6.9	0.17
Antabamba Alta	7.2	0.13
Antabamba Alta	6.9	0.15
Antabamba Alta	7	0.16
Umaccata	6.8	0.13
Umaccata	7.6	0.13
Umaccata	6.8	0.21
Umaccata	7.1	0.11
Umaccata	6.9	0.21
Umaccata	7.3	0.18
Umaccata	7.0	0.14
Umaccata	7.0	0.20



**Tabla 21.** Matriz de resultados del parámetro físico prueba de alcohol al 74 % de la Cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos

Anexos	Coagulación	Anexos	Coagulación
San Jorge de Chillihua	1	Kerapata	2
San Jorge de Chillihua	2	Kerapata	2
San Jorge de Chillihua	2	Kerapata	2
San Jorge de Chillihua	1	Kerapata	2
San Jorge de Chillihua	2	Ccorhuani	1
San Jorge de Chillihua	2	Ccorhuani	1
San Jorge de Chillihua	2	Ccorhuani	1
San Jorge de Chillihua	1	Ccorhuani	2
Pumaranra	1	Ccallaspampa	2
Pumaranra	1	Ccallaspampa	2
Pumaranra	2	Sahuanay	1
Pumaranra	1	Sahuanay	1
Pumaranra	1	Sahuanay	2
Pumaranra	2	Antabamba Alta	1
Pumaranra	1	Antabamba Alta	1
Pumaranra	1	Antabamba Alta	2
Ccocha	2	Antabamba Alta	2
Ccocha	1	Umaccata	2
Ccocha	1	Umaccata	1
Kerapata	2	Umaccata	2
Kerapata	1	Umaccata	2
Kerapata	1	Umaccata	2
Kerapata	1	Umaccata	2
Kerapata	2	Umaccata	1
Kerapata	2	Umaccata	1
Kerapata	2		

1: Coagulación 2: no coagulación

**Tabla 22.** Matriz de resultados del parámetro físico de tiempo de reacción de azul de metileno (TRAM) de la Cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos

Anexos	30 m	1 h	1:30m	2 h	2:30	3h	4h
San Jorge Chillihua		X					
San Jorge Chillihua				X			
Pumaranra			X				
Kerapata			X				
Kerapata				X			
Ccorhuani						X	

## ANEXO 3 FOTOGRAFÍAS

**Figura 2.** Acopio de leche



**Figura 3.** Colección de muestra de leche cruda



**Figura 4.** Conservación de muestra en cadena de frío



**Figura 5.** Análisis químico de leche cruda con el equipo LactoStar



**Figura 6.** Determinación de pH con el Potenciómetro



**Figura 7.** Prueba de la acidez titulable, titulación con fenolftaleína 1%





**Figura 8.** Titulación con hidróxido de sodio 0.1N



**Figura 9.** Solución madre de azul de metileno 2%



**Figura 10.** Adición 1 ml de azul de metileno a muestras de leche cruda



**Figura 11.** Muestras con azul de metileno y control sin azul metileno



**Figura 12.** Inmersión de muestras de leche cruda con azul de metileno



**Figura 13.** Incubación de muestras en baño maría, a 37<sup>o</sup>c



**Figura 14.** Cambio de coloración de la muestra de leche a temperatura 37 grados



**Figura 15.** Prueba de alcohol al 74%



**Figura 16.** Homogenización para observar la reacción a la prueba de alcohol 74%



**Figura 17.** Reacción negativa a la prueba de alcohol al 74%



**Figura 18.** Muestra positiva a prueba de alcohol al 74%, formación de coagulo

