

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

**Facultad de Ciencias**

Escuela Académico Profesional de Biología - Microbiología

Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de  
la leche cruda del ganado vacuno del Distrito de  
Sama Inclán - Tacna, 2015.

**TESIS**

Presentada por:

Bach. GABRIELA DE LOURDES FORA QUISPE

Para optar el Título Profesional de:

**BIÓLOGO MICROBIÓLOGO**

TACNA - PERÚ

2015

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

**TESIS N° 255**

**TITULO PROFESIONAL DE:  
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO**

El Secretario Académico Administrativo de la Facultad de Ciencias certifica que con Resolución de Facultad N° 8173-2015-FACI-UN/JBG, ha designado como jurados para la sustentación de la Tesis:

“Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche cruda del ganado vacuno del Distrito de Sama Inclán – Tacna, 2015”; el mismo que está conformado por:

PRESIDENTE: Mgr. ROBERTO CASTELLANOS CABRERA  
SECRETARIO: Blgo. VICTOR HUGO CARBAJAL ZEGARRA  
MIEMBRO: MSc. ANGELA VERÓNICA CHOQUE MIRANDA

Para examinar y calificar el trabajo de Tesis sustentado en acto público el día lunes 20 de julio del 2015.

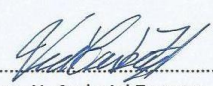
Presentado por la Bachiller: GABRIELA DE LOURDES FORA QUISPE, de la Escuela Académica Profesional de Biología – Microbiología.

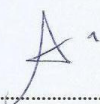
El jurado calificador, en forma secreta e individual se pronunció sobre el calificativo del trabajo expuesto y procedió a emitir el siguiente resultado:

**APROBADO por UNANIMIDAD con 03 votos a favor y promedio de BUENO.**

Para ratificar lo detallado firman:

  
Mgr. Roberto Castellanos Cabrera  
PRESIDENTE  
(DECANO ENCARGADO)

  
Blgo. Victor H. Carbajal Zegarra  
SECRETARIO

  
MSc. Angela V. Choque Miranda  
MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

A Dios, a mi madre y cada una de las personas que he conocido a lo largo de mi formación profesional que han sido de gran apoyo, motivación, fortaleza y ejemplo para llegar al objetivo que me he permitido soñar.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a Dios por darme las fuerzas necesarias para jamás perder la esperanza y permitirme disfrutar cada día de mi vida y regalarme la dicha de tener a mi familia y personas extraordinarias a mi lado.

A mi madre; Juana por enseñarme el valor de la vida y amar a Dios, por su lucha intensa y ganas de superación para sacarme adelante y sobre todo por haberme regalado la posibilidad de estudiar; a mis hermanos Oscar, Jonathan, Percy y Jakelin, por ser mis motores para dar lo mejor de mí y ser un ejemplo para cada uno de ellos.

A mi asesor Dr. César Julio Cáceda Quiroz por haberme tenido la paciencia, brindado su confianza y apoyo incondicional en el trámite, revisión, ejecución y finalización del trabajo de investigación.

A Lusho y amigos, por haberme brindado su apoyo incondicional en cada una de mis actividades para realizar dicha investigación y a cada uno de los proveedores de leche e instalaciones de los laboratorios, que me apoyaron para ejecutar la investigación.

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	01
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	03
1.1. PROBLEMA .....	06
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	06
1.3. OBJETIVOS .....	08
1.3.1. Objetivo general .....	08
1.3.2. Objetivos específicos .....	08
1.4. HIPÓTESIS .....	08
1.5. ANTECEDENTES .....	09
1.6. MARCO TEÓRICO .....	15
1.6.1. Leche cruda .....	16
1.6.2. Características esenciales de la leche .....	17
1.6.3. Composición de la leche .....	19
1.6.4. Requisitos de la leche .....	20
1.6.5. Características microbiológicas de la leche .....	23

1.6.6. Características fisicoquímicas de la leche .....	33
1.6.7. Factores que afectan la calidad de leche .....	43
1.6.8. Fuentes de contaminación de la leche que influyen en la calidad .	52
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>59</b>
2.1. MATERIALES DE VIDRIO, PLÁSTICO Y OTROS .....	59
2.2. EQUIPOS .....	60
2.3. MEDIOS Y REACTIVOS .....	61
2.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	62
2.5. CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO .....	62
2.6. ÁREA DE ESTUDIO .....	64
2.7. TAMAÑO DE MUESTRA .....	64
2.8. TOMA DE MUESTRA .....	66
2.9. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	67
2.9.1. Métodos microbiológicos .....	67
2.9.2. Métodos fisicoquímicos .....	71
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>76</b>
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>100</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>112</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>114</b>

<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>115</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>125</b>

## CONTENIDO DE CUADROS

CUADRO 1. Composición media representativa de la leche de vaca de las razas más comunes en el Perú. ....	20
CUADRO 2. Requisitos fisicoquímicos según la Norma Técnica Peruana 202.001, 2010.....	22
CUADRO 3. Requisitos microbiológicos según la Norma Técnica Peruana 202.001, 2010.....	23
CUADRO 4. Caracterización de las variables dependiente e independientes del estudio. ....	63
CUADRO 5. Resultados de los análisis microbiológicos (recuento de coliformes totales y microorganismos aerobios mesófilos viables) en la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán. ....	77

CUADRO 6. Resultados de los análisis fisicoquímicos (pH, acidez, densidad, solidos grasos, sólidos totales y sólidos no grasos) en la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán. ....	84
CUADRO 7. Promedios de los resultados microbiológicos de la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán.....	92
CUADRO 8. Promedios de los resultados fisicoquímicos de la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán.....	93
CUADRO 9. Porcentajes de los resultados microbiológicos y fisicoquímicos de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la R.M. 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010. ....	94

## CONTENIDO DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Porcentajes de los análisis microbiológicos de coliformes totales de la leche cruda de Sama Inclán. ....	81
GRÁFICO 2. Porcentajes del análisis microbiológico de microorganismos aerobios mesófilos viables de la leche cruda de Sama Inclán. ....	83
GRÁFICO 3. Porcentajes de los resultados de densidad de la leche cruda de Sama Inclán.....	88
GRÁFICO 4. Porcentajes de los resultados de los sólidos grasos de la leche cruda de Sama Inclán.....	89
GRÁFICO 5. Porcentajes de los resultados de los sólidos totales de la leche cruda de Sama Inclán.....	90
GRÁFICO 6. Porcentajes de los resultados de los sólidos no grasos de la leche cruda de Sama Inclán. ....	91
GRÁFICO 7. Porcentajes de proveedores aptos y no aptos de los resultados microbiológicos y fisicoquímicos de la leche cruda de	

Sama Inclán comparados con la R.M. 591-2008-MINSA y  
N.T.P. 202.001.2010..... 96

GRÁFICO 8. Porcentaje total de proveedores aptos y no aptos de los  
resultados microbiológicos y fisicoquímicos de la leche cruda de  
Sama Inclán comparados con la R.M. 591-2008-MINSA y  
N.T.P. 202.001.2010..... 98

## CONTENIDO DE ANEXOS

ANEXO 1. Ubicación del distrito de Inclán, valle Sama región Tacna. ....	125
ANEXO 2. Resultados microbiológicos del recuento de microorganismos aerobios mesófilos Viables de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la RM 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010.....	126
ANEXO 3. Resultados microbiológicos del recuento de coliformes totales de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la R.M. 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010. ....	129
ANEXO 4. Resultados fisicoquímicos del pH comparado con la N.T.P 202.001.2010.....	132
ANEXO 5. Resultados fisicoquímicos de la acidez de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la N.T.P. 202.001.2010.....	134
ANEXO 6. Resultados fisicoquímicos de la densidad de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la N.T.P. 202.001.2010.....	136

ANEXO 7. Resultados fisicoquímicos de los sólidos grasos de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la N.T.P. 202.001.2010. .....	138
ANEXO 8. Resultados fisicoquímicos de los sólidos totales de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la N.T.P. 202.001.2010. .....	140
ANEXO 9. Resultados fisicoquímicos de los sólidos no grasos de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la N.T.P. 202.001.2010. .....	142
ANEXO 10. Conservación de muestras en el valle Sama Inclán – Tacna.. .....	144
ANEXO 11. Disposición de muestras para análisis microbiológico en el laboratorio de microbiología de la E.A.P. de Biología y Microbiología.. .....	144
ANEXO 12. Muestras de leche cruda obtenidas del Distrito de Sama Inclán - Tacna.....	145

ANEXO 13. Procesamiento e inoculación de muestras de leche cruda obtenidas del Distrito de Sama Inclán, en el laboratorio de la E.A.P. de Biología – Microbiología. ....	145
ANEXO 14. Recuentos de coliformes totales en placas Petrifilm™, realizados a la leche cruda del Distrito de Sama Inclán – Tacna.....	146
ANEXO 15. Recuentos de microorganismos aerobios mesófilos viables en placas Petrifilm™, realizados a la leche cruda del Distrito de Sama Inclán – Tacna.....	146
ANEXO 16. Valoración volumétrica de la acidez titulable de la leche cruda.. .....	147
ANEXO 17. Determinación de la densidad de la leche cruda.....	147

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el área de Salud Pública, el objetivo fue evaluar la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche cruda del ganado vacuno del distrito de Sama Inclán de Tacna, para el cual se tomaron muestras de 50 proveedores de leche, durante los meses de febrero a mayo del 2015.

Los métodos de análisis utilizados fueron de acuerdo a los Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación Internacional de Químicos Analíticos (AOAC), utilizando las placas Petrifilm™ para los análisis microbiológicos de aerobios mesófilos viables y coliformes totales y los métodos descritos en las Normas Técnicas Peruanas para los análisis fisicoquímicos de pH, acidez, densidad, sólidos grasos, sólidos totales y sólidos no grasos.

Se determinó que el 94 % de muestras analizadas no cumplieron con lo dispuesto en la R.M. 591-2008-MINSA y la N.T.P. 202.001.2010, que establecen los criterios microbiológicos máximos permisibles y los

parámetros fisicoquímicos permisibles, solo siendo el 6 % aptas para el consumo y comercialización según la normatividad vigente.

Así mismo, se determinó como no aptas un 80 % para los análisis microbiológicos hallándose, como un promedio de los resultados, para coliformes totales  $10,4 \times 10^4$  UFC/ml y para aerobios mesófilos viables fue de  $20,6 \times 10^5$  UFC/ml; asimismo, el 94 % de las muestras analizadas fueron no aptas para los resultados fisicoquímicos, estableciéndose valores promedio para el pH 6,59 H<sup>+</sup>; acidez 14,6 °Dornic; densidad 1,029 g/100 ml; sólidos grasos 3,36 g/100 g; sólidos totales 11,26 g/100 g y sólidos no grasos 7,90 g/100 g, realizados en la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán.

Concluyendo que solo el 6 % de las muestras de leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán analizadas son aptas, de buena calidad para su consumo y comercialización en Tacna, debido a que cumplen con la normatividad nacional.

## I. INTRODUCCIÓN

La leche es uno de los productos naturales más valioso que se encuentra dentro de la cadena alimenticia a nivel mundial, puesto que debido a sus componentes nutricionales satisface las necesidades nutritivas del hombre. Como un producto para el consumo humano es necesario que cumpla con las características microbiológicas y fisicoquímicas según la normatividad vigente de cada nación, para que no comprometan la salud de sus consumidores ya sea en forma directa de consumo o mediante derivados lácteos.

Debido al alto nivel nutricional que contiene la leche cruda, es vulnerable de sufrir alteraciones en su calidad fisicoquímica y microbiológica alterando así sus características organolépticas y nutricionales. Una leche de buena calidad no debe contener residuos ni sedimentos; no debe ser insípida ni tener color y olor anormales; debe tener un contenido de bacterias permisibles según la normatividad; y con las características físicas y químicas de manera que no alteren su composición y acidez normal. La

calidad de la leche cruda es el principal factor determinante en la calidad de los productos lácteos.

La leche cruda proveniente de una de las zonas ganaderas de Tacna, se distribuye en su mayor parte al sector industrial privado para la elaboración de derivados lácteos cuyo mercado es principalmente la capital, el sector industrial artesanal para la elaboración de derivados lácteos para el abastecimiento del mercado tacneño y por último, la distribución en forma directa para el consumo de la población en los mercados de Tacna.

La presente investigación se encuentra enmarcada dentro del campo de la salud pública puesto que la evaluación fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda del ganado vacuno de los pobladores de Sama Inclán son los principales proveedores de leche para la población de Tacna e industria láctea en nuestra localidad. Por ello la importancia de establecer a través de pruebas específicas la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche cruda del ganado vacuno del Valle de Sama Inclán, puesto que este es el área que tiene mayor impulso ganadero en la región de Tacna. Lamentablemente estos productores distribuyen la leche cruda a través de intermediarios, los cuales no les exigen un producto de calidad de acuerdo a la normativa nacional sino simplemente cantidad, pero el precio recibido por

la leche son sumamente bajos y muchos de estos productores prefieren dejar esta actividad ganadera para reemplazarla en su totalidad por la actividad agrícola.

Cuyos resultados de no cumplir con la normativa vigente nacional repercutirían en la salud de la población como consumidores de la leche, puesto que la calidad fisicoquímica y principalmente la microbiológica de la leche cruda cambia significativamente durante su manejo, transporte y almacenamiento; dichos cambios ponen en riesgo el cumplimiento del requisito de calidad para ser considerada como leche cruda apta para consumo humano. Al haber más cantidad de alteraciones fisicoquímicas y microbiológicas, puede existir un mayor riesgo de contaminación de la leche por patógenos los cuales causen un daño en la salud del consumidor.

## **1.1. PROBLEMA**

Considerando solo las variables más importantes que influyen directamente en la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda del ganado vacuno, en la presente investigación se plantea el siguiente problema: ¿Cumple la leche cruda del ganado vacuno del Distrito de Sama Inclán – Tacna con los parámetros de calidad microbiológica y fisicoquímica según la normatividad vigente?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

En nuestra región, la actividad económica lechera contribuye al nivel de vida de la población, el desarrollo industrial y la nutrición de la población de nuestra región. La leche produce ganancias relativamente rápidas para los pequeños productores y es una fuente importante de ingresos en efectivo. Es por ello, que determinar la calidad de la leche cruda tiene una importancia fundamental para la alimentación de la población, puesto que a partir de este estudio inicial se determina el nivel de contaminación y adulteración que ésta sufre después de su

proceso de extracción del animal. Esta situación podría convertirse en un riesgo para la salud pública, debido a que la leche, por su gran cantidad de nutrientes, está sometida a un gran número de factores que hacen peligrar su calidad original, por el desarrollo microbiano y/o alteración en su composición nutricional, actuando negativamente sobre la calidad higiénica y nutricional del producto y, consecuentemente, en la salud del consumidor y el desarrollo económico de nuestra región. Además, la calidad de la leche influye directamente en la producción de derivados lácteos, debido que de ello depende, su rendimiento e inocuidad para comercializar sus derivados lácteos de buena calidad a la población local y nacional.

Por lo expuesto, es importante evaluar la calidad de la leche cruda, para poder mejorar la calidad de la leche en nuestra región, que es imprescindible para el desarrollo de la producción pecuaria y su mantenimiento como actividad económica viable y lucrativa, así como de la más alta relevancia para la salud pública.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Determinar la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche cruda del ganado vacuno del distrito de Sama Inclán - Tacna, 2015.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables y recuento de coliformes totales en la leche cruda del ganado vacuno del distrito de Sama Inclán (Tacna).
- Estimar los valores de pH, acidez titulable, densidad, sólidos grasos, sólidos totales y sólidos no grasos presentes en la leche cruda del ganado vacuno del distrito de Sama Inclán (Tacna).

### **1.4. HIPÓTESIS**

La calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche cruda del ganado vacuno del Distrito de Sama Inclán - Tacna, 2015, no cumple con los parámetros normativos vigentes.

## 1.5. ANTECEDENTES

Las investigaciones realizadas en la evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche cruda se han reportado en numerosos estudios, entre los más destacados se encuentran los siguientes:

Estudios hechos por **Araujo et al.** (2002), **Olsen et al.** (2004), **INCAP/OPS** (2006), **Alerte et al.** (2012); dieron a conocer que la ocurrencia de enfermedades de transmisión alimentaria (ETA), en América Latina y el Caribe, se atribuyen al mal manejo de los alimentos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la incidencia anual de diarrea en el mundo es de 1 500 millones de casos, con una mortalidad anual de 3 millones de niños por debajo de los cinco años de edad. Se conoce que 70 % de las diarreas se originan por la ingestión de alimentos contaminados con microorganismos y/o sus toxinas. Los cuales se relaciona con el consumo de productos lácteos; puesto que representan un importante vehículo de ETA, por el abuso de las condiciones de manipulación y almacenamiento puede resultar altos niveles de microorganismos patógenos.

**Machaca et al.** (2002) determinó en la leche cruda durante los meses de enero a junio de 2001, en 13 centros de abastos ubicados en las zonas urbana y periurbana de la ciudad de Tacna, que el 89,6 % presentaron una deficiente calidad microbiológica, y el 72,9 % superó el número permitido de microorganismos aerobios mesófilos viables y 87,5 % superó el número permitido de coliformes; asimismo, el 75,0 % de las muestras no cumplieron con los requisitos para densidad y el 39,6 % no lo cumplió para acidez. Concluyendo en que tanto la calidad microbiológica, las características físico-químicas de la leche cruda, como las malas condiciones de sus puestos de venta, hacen que el consumo de ésta no sea apto para el hombre.

**Lancelle et al.** (2005) determinó en la leche cruda usada en queserías de la provincia de Corrientes, que el recuento total de bacterias aerobias mesófilas y el de bacterias lácticas (BAL) mostraron niveles de  $9,33 \times 10^4$  y  $8,32 \times 10^4$  UFC/ml, respectivamente, y, el grupo de coliformes fue el grupo mayoritario dentro de los microorganismos contaminantes, presentando un bajo valor de  $5,25 \times 10^2$  UFC/ml, sin embargo, el rango indicó la presencia de muestras con  $1 \times 10^5$  UFC/ml,

existe la posibilidad que *Escherichia coli* esté presente, riesgo para la calidad sanitaria de quesos.

**Jiménez** (2005) en su estudio de pequeños productores de Santa Ana Mixtán, Guatemala; determinó, durante el periodo de julio a septiembre 2004, valores de densidad entre 1,032 g/100 ml, en materia grasa de leche de 3,75 g/100 g. Los valores de sólidos totales de la leche se situaron de 12,56 g/100 g, en el análisis de acidez obtuvo una media de 19,66 °D. Este autor concluyó que la calidad físico-química fue de buena calidad, mientras que las microbiológicas indirectas (acidez y reductasa) no cumplen con los requisitos exigidos, por problemas en el manejo, higiene y sanidad del ganado.

**Ludeña et al.** (2006) en su estudio determinó en la leche de cabra criolla: una acidez titulable (14,53 °D), pH (6,70), densidad (1,030 g/100 ml), grasa (4,89 g/100 g), proteína (3,77 g/100g), lactosa (4,01 g/100 g), sólidos totales (13,38 g/100 g), bacterias aerobias mesófilas viables ( $3,81 \times 10^4$  UFC/ml a  $4,98 \times 10^4$  UFC/ml) y coliformes totales ( $5,68 \times 10^2$  UFC/ml a  $1,14 \times 10^3$  UFC/ml).

**Moreno et al.** (2007) encontró diferencias entre épocas de muestreo que en las estaciones lluviosas, las vacas se exponen a contaminación ambiental (barro, estiércol, etc.) y por lo tanto, los recuentos aumentan. En el primer muestreo el recuento de Aerobios Mesófilos de los hatos fue de 0 a 400 000 UFC/ml en 61,76 % de los hatos, mientras que para el segundo muestreo obtuvo valores superiores de 700 000 UFC/ml, con un 72,72 %; en el recuento de coliformes encontraron un mayor promedio en los sistemas productivos que utilizan porongos en 93 095 UFC/ml, comparado con los que recolectan directamente al tanque en 28 100 UFC/ml.

**Bonilla** (2008) evaluó la calidad composicional e higiénica de leche acopiada en 24 hatos ganaderos, determinando que la composición fue superior a lo establecido en las normas mexicanas para la leche cruda con valores para grasa, sólidos no grasos y sólidos totales, respectivamente 3,51 g/100 g; 8,81 g/100 g y 12,95 g/100 g. Excepto la grasa, todos los componentes mostraron poca variabilidad y encontrando una relación directamente proporcional, entre la concentración de sólidos totales y sólidos no grasos con las concentraciones de grasa y proteína.

Según **Mamani** (2008) en el estudio evaluación de la calidad composicional de la leche producida en los establos inscritos en el servicio oficial de productividad lechera, los cuales representaban a la sub cuenca Majes, se observó que la calidad composicional divide al año en dos grupos; de febrero a junio y de julio a diciembre. El rango obtenido para sólidos totales en el año 2008 fue de 12,22 g/100 g a 12,37 g/100 g; e indicó que en invierno se mejora el contenido graso y que en el verano estos valores decaen.

Según **Hernández et al.** (2009), una leche de buena calidad higiénico sanitaria es aquella que reúne las siguientes características: color y olor aceptables, acidez comprendida entre 13 °D a 16 °D, bajo contenido de bacterias aerobias mesófilas, bajo contenido de células somáticas, libre de microorganismos patógenos, libre de toxinas producidas por gérmenes, libre de residuos químicos e inhibidores, no presentar materia extraña, conservadores ni sustancias neutralizantes, entre otros.

Así mismo, **Cervantes et al.** (2011) identificó la presencia de coliformes fecales en leche fresca recepcionada por las I.E. del programa PRONAA-Tacna; en leche fresca y determinó que 73 % de

las muestras no cumplieron con la densidad. En los análisis microbiológicos demostraron que existió contaminación bacteriana de coliformes totales y coliformes termotolerantes que a pesar de no exceder los límites, no garantizó que pueda considerarse un producto de calidad ya que la multiplicación de las colonias puede producirse si las condiciones son adecuadas y más aún cuando el consumo del producto se realiza en forma directa sin previa pasteurización.

Según **Luigi et al.** (2013), en el trabajo de evaluación de la calidad higiénico sanitario de la leche cruda y pasteurizada expendida en Venezuela; indicaron que el 72,5 % de las muestras presentaron recuentos de bacterias aerobias mesófilas por encima de los límites establecidos. Los resultados demostraron que es necesario que las autoridades de salud del país implementen medidas más estrictas en el control sanitario de la leche, desde las fincas de ordeño hasta la industria láctea regional, porque podrían representar un riesgo potencial a la salud del consumidor.

## **1.6. MARCO TEÓRICO**

Según la OMS, más de 6 000 millones de personas en el mundo consumen leche y productos lácteos; la mayoría de ellas vive en los países en desarrollo. La demanda de leche y productos lácteos en los países en desarrollo está creciendo como consecuencia del aumento de los ingresos, el crecimiento demográfico, la urbanización y los cambios en los regímenes alimentarios. La creciente demanda de leche y productos lácteos ofrece a los productores (y a otros actores de la cadena láctea) de las zonas periurbanas de alto potencial productivo una buena oportunidad para mejorar sus medios de vida mediante el aumento de la producción (F.A.O., 2013).

Considerando el volumen, la leche líquida es el producto lácteo más consumido en todo el mundo en desarrollo. Tradicionalmente, la demanda de leche líquida es mayor en los centros urbanos y la de leche fermentada en las zonas rurales, pero los productos lácteos procesados están adquiriendo una creciente importancia en muchos países (F.A.O., 2013).

### **1.6.1. LECHE CRUDA**

Este alimento es una de los más completos para el ser humano, dadas las características de sus nutrientes, como las proteínas que contienen gran cantidad de aminoácidos esenciales para la alimentación. Por ello organismos internacionales como la FAO y la UNESCO, la han recomendado como alimento indispensable para la nutrición humana, principalmente para los niños, en la última década (F.A.O., 2007). Por ello la leche debe ser de excelente calidad, ya sea para el consumo directo de la leche líquida como para la fabricación de derivados lácteos, esto significa que, además de un buen contenido de nutrientes, debe tener unas características especiales que aseguren al consumidor un producto fresco, alimenticio y saludable (Varmam, 1995).

A continuación se mencionan definiciones de la leche:

- Se define a la leche como el producto íntegro, no alterado ni adulterado y sin calostro del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de vacas sanas y bien alimentadas. Cuya

secreción natural de la glándula mamaria de los animales mamíferos. Se trata de un alimento completo procedente del ordeño de los animales domésticos. La denominación de leche, sin indicación de la especie, se refiere a la leche de vaca. Cuando se trata de leche perteneciente a otras especies domésticas se exige el nombre de la especie (Pascual, 2000).

- La leche es la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenidos mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinados al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior (CODEX, 1999).
- La leche cruda es el producto íntegro de la secreción mamaria normal sin adición ni sustracción alguna y que ha sido obtenida mediante uno o más ordeños y que no ha sido sometido a procesamiento o tratamiento alguno (N.T.P., 2010).

#### **1.6.2. CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DE LA LECHE**

- **Complejidad:** La función natural de la leche es la de ser el alimento exclusivo de los mamíferos jóvenes durante el periodo

crítico de su existencia, tras el nacimiento, cuando el desarrollo es rápido y no puede ser sustituido por otros alimentos. La gran complejidad de la composición de la leche responde a esta necesidad, la mama constituye igualmente un emuntorio; por ello se pueden encontrar también en leche sustancias de eliminación, sin valor nutritivo (Alais, 1988).

- **Heterogeneidad:** La leche es una emulsión de materia grasa, en forma globular, en un líquido que representa analogías con el plasma sanguíneo. Este líquido, es asimismo, una suspensión de materias proteicas en un suero constituido por una solución verdadera que contiene, principalmente, lactosa y sales minerales. Por lo tanto, existen en la leche cuatro tipos de componentes importantes: grasas, proteínas (caseína y albuminoides), lactosa y sales. A ellos se añaden otros componentes numerosos, presentes en cantidades menores: lecitinas, las vitaminas, las enzimas, nucleótidos, los gases disueltos, etc. (Alais, 1988).
- **Variabilidad de la composición:** La composición de la leche varía en el transcurso del ciclo de la lactación. En época del

nacimiento, la mama segrega el calostro. Líquido que se diferencia principalmente de la leche en sus partes proteica y salina. El estado de salud influye sobre la composición de la leche (leches patológicas), así mismo, varia sensiblemente de una especie animal a otra (Alais, 1988).

- **Alterabilidad:** La leche es un producto que se altera muy fácilmente, especialmente bajo la acción del calor. Numerosos microorganismos pueden proliferar en ella, en especial aquellos que degradan la lactosa con producción de ácido, ocasionando, como consecuencia, la floculación de una parte de las proteínas que están en la leche (Alais, 1988).

### 1.6.3. COMPOSICIÓN DE LA LECHE

En la composición de la leche se encuentran proteínas, lactosa, grasas, vitaminas, minerales y enzimas. Estos constituyentes difieren entre sí por el tamaño molecular y por su solubilidad, tornando a la leche en un complicado sistema físico-químico: las moléculas menores representadas por las sales, lactosa y vitaminas hidrosolubles se presentan en un estado de solución verdadera. Las

moléculas mayores, lípidos, proteínas y enzimas, aparecen en estado coloidal (Zavala, 2005).

**Cuadro 1. Composición media representativa de la leche de vaca de las razas más comunes en el Perú**

<b>Raza</b>	<b>Agua</b>	<b>Grasa</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Lactosa</b>	<b>Cenizas</b>	<b>Sólidos totales</b>
Jersey	85,47	5,05	3,78	5,00	0,70	14,53
Brown Swiss	86,87	3,85	3,48	5,08	0,72	13,13
Holstein	87,72	3,41	3,32	4,87	0,68	12,28

**Fuente:** Fenema, 1982.

#### **1.6.4. REQUISITOS DE LA LECHE**

La leche es un alimento de importancia universal, su riqueza en proteína de alto valor biológico, su aporte de energía, la contribución en minerales lo hacen parte esencial de la dieta del

hombre, es un alimento equilibrado en componentes necesarios para el ser vivo (Sastre, 2005).

La calidad nutricional de la leche se asienta en el contenido de nutrientes básicos, así como en la alta digestibilidad y utilización de éstos por el organismo, sólo el aporte de proteínas de alto valor biológico, de calcio y fósforo justifican dicha importancia. Constituye el mejor aporte de calcio, proteínas y otros (Ponce, 2002).

La N.T.P.202.001.2010, plantea los siguientes requisitos:

### **Requisitos generales**

- No deberá estar adulterada, haber sido obtenida mediante el ordeño higiénico, de animales lecheros y bien alimentados, sin calostro y exento de color olor, sabor y consistencia anormal.
- Deberá estar exenta de sustancias conservadoras y extrañas a su naturaleza y no haber sido sometida a procesamiento o tratamiento que disminuya o modifique sus componentes.
- Deberá cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes de acuerdo a la legislación nacional vigente, o en su defecto al Codex Alimentarius.

### Requisitos organolépticos

- La leche cruda deberá estar exenta de color, olor, sabor y consistencia, extraños a su naturaleza.

### Requisitos fisicoquímicos

- Deberá cumplir con los siguientes requisitos mencionados en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Requisitos fisicoquímicos según la Norma Técnica Peruana 202.001, 2010.**

<b>Ensayo</b>	<b>Requisitos</b>	<b>Método de ensayo</b>
Materia grasa (g/100 g)	Mínimo 3,2	N.T.P. 202.028
Sólidos no grasos (g/100 g)	Mínimo 8,2	Por diferencia entre sólidos totales y grasa.
Sólidos totales (g/100 g)	Mínimo 11,4	N.T.P. 202.118
Acidez expresada en gramos de ácido láctico (g/100 g)	0,13 – 0,17	N.T.P. 202.116
Densidad a 15 °C (g/100 mL)	1,029 6 – 1,034	N.T.P. 202. 008

**Fuente:** N.T.P. 202.001 – 2010.

### Requisitos microbiológicos

- Deberá cumplir con los siguientes requisitos mencionados en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Requisitos microbiológicos según la Norma Técnica Peruana 202.001, 2010.**

Requisitos	N	M	M	C
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables/ml	5	$5 \times 10^5$	$1 \times 10^6$	1
Numeración de coliformes /ml	5	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$	3

**Fuente:** N.T.P. 202.001, 2010.

#### 1.6.5. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA LECHE

En las granjas de todo el mundo, las vacas se ordeñan dos veces al día. La obtención de leche, un producto altamente perecedero, varía desde el ordeño a manos en establos con unos pocos animales hasta el uso de grandes y complejas máquinas ordeñadoras en explotaciones de 3 000 cabezas, bien equipadas donde la operación del ordeño ocupa muchas horas del día. La

cantidad microbiológica inicial de la leche varía ampliamente. No obstante, bajo cualquier tipo de situación, existen sólo tres principales fuentes de contaminación de la leche: del interior de la ubre, del exterior de la ubre y pezones y del equipo de ordeño y otros utensilios de lechería (Gaviria *et al.*, 1994).

En algunos, lugares donde la leche se obtiene en condiciones primitivas, los productores llevan al centro de recogida un gran número de pequeños volúmenes de leche sin refrigerar, donde la producción es altamente desarrollada. Por tanto, la calidad microbiológica inicial de la leche varía ampliamente (Alais, 1984).

La leche cruda es uno de los alimentos más consumidos por la humanidad, por la tradición de los pueblos tanto por sus características organolépticas y sus propiedades nutricionales. La composición propia de la leche le confiere un extremado valor en la dieta del hombre, pero al mismo tiempo se convierte en un medio excelente para el crecimiento incontrolado de una gran variedad de microorganismos, que pueden conducir a la alteración de este producto y a veces al desarrollo de patógenos (Varman, 1995).

El contenido microbiano de la leche cruda influye mucho en su calidad. Está en función por una parte, de la higiene mantenida en el proceso de obtención de la leche, es decir, la limpieza de las instalaciones de ordeño, de las condiciones de almacenamiento y del transporte y, por otra, del estado sanitario de la vaca específicamente de la ubre (Figuroa, 2004).

La leche, desde el momento de que se ordeña tiene microorganismos y se sigue contaminando durante su manejo y procesamiento. Por esto su importancia de estudio (Frazier, 1993).

- La información sobre su contenido microbiano es usada para juzgar su calidad sanitaria y las condiciones en que fue producida.
- Si hay ocasión en que las bacterias se multipliquen en la leche, producen cambios químicos como la degradación de las grasas, proteínas y carbohidratos, haciéndola de mal sabor.
- La leche es susceptible de contaminarse con microorganismos patógenos, por eso se deben tomar precauciones.
- Ciertos microorganismos producen cambios químicos convenientes para fabricar sus derivados como mantequilla, queso entre otros (Frazier, 1993).

En lactología se aplican los conocimientos microbiológicos con tres finalidades: La primera, prevenir e impedir la transmisión de bacterias patógenas vehiculadas por la leche y los productos lácteos para proteger la salud de los consumidores. La segunda, prevenir y reducir el desarrollo de las bacterias indeseables en la leche y los productos lácteos para impedir su alteración. La tercera, favorecer y dirigir el desarrollo de las bacterias útiles en algunos productos lácteos como los fermentados (Amiot, 1991).

La prevención de la contaminación de la leche tanto como sea posible, es de gran importancia en su almacenamiento porque mejora su capacidad de conservación y disminuye el número de microorganismos presentes. Contajes bacterianos pequeños indican que si durante la producción láctea se toman precauciones higiénicas y que la leche se manipule cuidadosamente, su carga bacteriana y patógena y causante de alteración será menor. De aquí que el contenido bacteriano de la leche se emplea para medir su calidad sanitaria y que la mayoría de sus clasificaciones lácticas comerciales, se basan en algún método que les permita determinar su carga bacteriana (Pascual, 1992).

La leche es un buen medio nutritivo para los microbios, por sus múltiples cualidades, como son: ser un líquido acuoso de reacción ligeramente ácida, casi neutra, lo que favorece el reparto de los microorganismos en toda su masa, formada por sustancias propias para la alimentación microbiana con las proteínas que prevén a los gérmenes de nitrógeno necesario y, además, un hidrato de carbono disuelto (lactosa) y un ácido orgánico (el ácido cítrico), que representa el alimento carbonado del que los microorganismos obtienen la energía calórica y las sales minerales necesarias para la elaboración de su protoplasma. Es además, un líquido opaco, que contiene oxígeno, gas carbónico, vitaminas, o sea todas las condiciones favorables para la vida microbiana (Compaire, 1976).

Siendo la leche un medio de cultivo excelente para el crecimiento de bacterias, se deben exigir rigurosas normas de higiene tanto en su producción como en su tratamiento, hecho que se reconoce en la mayoría de los países en los que la leche fue el primer alimento en ser el foco de atención de la actual legislación relativa a la higiene de los alimentos (Adams, 1995).

La carga microbiana de la leche debe ser tan baja como pueda lograrse utilizando las buenas prácticas de producción de la leche, tomando en cuenta los requisitos tecnológicos para la elaboración ulterior. Deben aplicarse medidas en el ámbito de la producción primaria para reducir lo más posible la carga inicial de microorganismos patógenos o que afectan a la inocuidad y la idoneidad, a fin de poder proporcionar un margen de seguridad mucho mayor (Codex, 2009).

### **Recuento total de aerobios mesófilos viables**

El recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables estima la flora total, pero no permite especificar los tipos de gérmenes (Pascual *et al.*, 2000). Indican si la limpieza y la desinfección y el control de la temperatura durante los procesos de tratamiento industrial, transporte y almacenamiento se han realizado de forma adecuada, también nos permite obtener información de la alteración de los alimentos, su probable vida útil (I.C.M.F.S., 2000). Puesto que es el principal indicador de la calidad higiénica de la

leche, en la medida que este recuento aumenta, la leche ha sufrido mayor grado de contaminación bacteriana. El análisis se realiza en agar no selectivo, con incubación a 37 °C durante 48 horas, aunque existen métodos electrónicos de conteo de bacterias que son muy rápidos y que tienen buena correlación con el conteo en plato. Sin embargo este recuento no distingue entre bacterias causantes de enfermedades o provenientes del deterioro de la leche y lactococos benéficos que naturalmente están presentes en esta. Pero cuando el recuento de mesófilos es alto, se sabe que su incremento se debe a fallas en las prácticas de higiene en la obtención y manejo de la leche. Una leche higiénica normalmente contiene menos de 100 000 unidades formadoras de colonia por mililitro (UFC/ml), mientras que una leche cruda mal manejada puede contener de 2 a 20 millones de UFC/ml. Aunque este recuento es bastante importante en la determinación de la calidad de la leche cruda, muchas veces se prefiere utilizar como prueba de análisis el tiempo de reducción del azul de metileno, esto debido a costos y su rapidez en la obtención de los resultados (Piñeros *et al.*, 2005).

Sin embargo, existe el método de recuento de estos microorganismos por placas Petrifilm para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables, que están diseñadas para determinar las poblaciones totales de bacterias aerobias. Se basa en el crecimiento de colonias de la flora aerobia mesófila que lleva la muestra de estudio. El diseño de esta placa Petrifilm presenta una película con nutrientes y agentes gelificantes soluble en agua y un indicador rojo de Tetrazolio para brindar un mejor contraste y facilitar el recuento (A.O.A.C., 1995).

### **Recuento de Coliformes**

Los coliformes son bacilos cortos que se han definido como bacterias aerobias o anaerobias facultativas que fermentan la lactosa con producción de gas (Frazier *et al.*, 2003). El recuento de bacterias coliformes es el mejor indicador del grado de higiene bajo la cual se practicó el ordeño. Dentro del llamado "Grupo Coliforme" se incluyen todos los bacilos Gram negativos, no esporulados y, los géneros que integran este grupo son *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y

*Klebsiella* (Familia *Enterobacteriaceae*), siendo las especies más importantes *Escherichia coli* y *Enterobacter aerogenes*. El primero en particular es huésped normal del tracto intestinal del hombre y los animales de sangre caliente, por lo cual se encuentra en grandes cantidades en las heces y el estiércol. El segundo, *E. aerogenes*, también se presenta en las heces, pero más frecuentemente se origina del suelo y materia vegetal en descomposición. La presencia en el agua de estos microorganismos se considera inaceptable, asociándose con contaminación fecal y por ende posible presencia de patógenos de origen intestinal, como las del género *Salmonella* productoras de fiebre tifoidea y disenterías (Celis *et al.*, 2009).

Estos grupos de coliformes se encuentran en el intestino del hombre y de los animales, pero también en otros ambientes: suelo, plantas, cáscaras, etc. y aunque su especificidad como indicadores no es buena, se suelen usar como índice de contaminación fecal por su frecuencia en heces (I.C.M.F.S., 2000).

La leche cruda se contamina corrientemente con bacterias coliformes, derivadas directa o indirectamente del tracto intestinal de las vacas, animales que afortunadamente no sufren las infecciones

entéricas propias del hombre. Esta contaminación puede provenir del estiércol, polvo, suelo, alimentos del ganado, agua, insectos (especialmente moscas) o del contacto con residuos lácteos que quedan en los utensilios de ordeño y tanques de transporte o almacenamiento, mal lavados y saneados; donde esas bacterias suelen desarrollarse con gran facilidad. Por estas razones, es sumamente difícil producir leche cruda libre de coliformes, dándole a su presencia una significación diferente que en el agua, y aunque es indeseable, se tolera. No obstante, altas cuentas bacterianas de coliformes serían indicativas de condiciones insanas de obtención y producción, transporte o almacenamiento y producen defectos en la leche cruda (Celis *et al.*, 2009).

Así mismo, uno de los métodos para el recuento de los coliformes es mediante las placas Petrifilm para coliformes que constituyen un medio de cultivo listo para usar que contiene los elementos nutritivos del medio Bilis Rojo Violeta, un agente gelificante soluble en agua y un indicador de tetrazolio. Las bacterias del grupo coliforme en este medio producen gas a partir de la lactosa y son de color rojo lo que facilita su enumeración (A.O.A.C., 1995).

#### **1.6.6. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA LECHE**

El interés de saber acerca de los constituyentes de la leche se basa principalmente en que la leche es un alimento humano de primera necesidad y para determinar su valor como tal, es conveniente conocer la clase y cantidad de nutrientes que posee en su composición (Alais, 1984).

Los componentes químicos de la leche son las sustancias que se encuentran disueltas en ella y que determinan su valor como alimento humano y de primera necesidad. Estos son grasa, lactosa, proteínas, minerales, vitaminas y otros que se encuentran en pequeñas cantidades. Los constituyentes distintos al agua se llaman sólidos totales, estos sólidos totales menos la grasa se denominan sólidos no grasos. En la leche cruda se encuentran las vitaminas A, B, B2, B5, B5, B12, C, D, E, K. La materia mineral lo conforman los elementos como sodio, potasio, calcio, fosforo, magnesio, cloro, y otros que se encuentran en pequeñas cantidades como aluminio, cobre, yodo, manganeso, bromo, flúor, boro, fierro. Las enzimas más

importantes son lipasa, amilasa, proteasa, catalasa, reductasa, fosfatasa (S.E.N.A., 1987).

Por ello, la composición varía de acuerdo a distintos factores como: alimentación, raza, estación de año, etc. Precisamente por su composición, la leche es un medio excelente para el crecimiento de la mayor parte de los microorganismos (Pascual, 1992).

### **Acidez**

La acidez nos da una idea de la cantidad de microorganismos de la leche, por lo que nos da una idea del cuidado que se ha tomado con la higiene y conservación (Zavala, 2009). Lo que habitualmente se conoce como acidez de la leche es el resultado de una valoración, la acidez de valoración es la suma de cuatro reacciones como:

#### Acidez natural

- Acidez debida a la caseína; alrededor de 2/5 de la acidez natural.
- Acidez debida a sustancias minerales y a los indicios de ácidos orgánicos; igualmente unos 2/5 de la acidez natural.

- Reacciones secundarias: debidas a los fosfatos; sobre 1/5 de la acidez natural, estas reacciones conocidas como over run, esta se deben a los fosfatos de cal soluble (Alais, 1988).

#### Acidez desarrollada

Debida al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa en las leches en vías de alteración. Las sustancias acidas (ácido fosfórico, esteres fosfóricos de la caseína, ácido cítrico, ácido láctico, ácido carbónico, ácido aspártico y glutámico) bases débiles (cal, arginina, lisina, ) estas sustancias son tampones de pH alrededor del punto de semineutralización, estas sustancias frenan las variaciones de pH intervienen principalmente la caseína, por sus grupos ésteres fosfóricos, y el ácido fosfórico por su función secundaria, en segundo lugar intervienen el ácido cítrico que casi se neutraliza a pH 6,6 el ácido carbónico y los grupos alfa aminados libres (Alais, 1988).

La acidez normal de la leche está entre 14 y 18 °D, valores más altos indican una alta acidez y por ende una alta contaminación microbiana. Valores menores indican una baja acidez y puede indicar

presencia de mastitis en las vacas (Zavala, 2009). La leche fresca presenta una reacción ligeramente ácida, debido al contenido de los ácidos fosfórico, cítrico, carbónico y a la caseína. La acidez titulable de la leche, usualmente se determina con solución patronada de hidróxido de sodio y fenolftaleína como indicador. A medida que las bacterias se desarrollan en la leche, utilizan la lactosa transformándola en ácidos orgánicos principalmente láctico, aumentando así el nivel de acidez. Cuando la acidez alcanza el valor de 0,22 %, las proteínas de la leche se precipitan, lo cual le impediría ser sometida al proceso de pasteurización. Por esta razón la leche ácida es rechazada. Niveles por debajo de 0,13 % p/v, podrían indicar adición de agua, neutralización de la leche con sustancias alcalinas o leches mastíticas (Piñeros *et al.*, 2005).

La acidez se determina por la valoración de la cantidad total de ácido presente en la leche, mediante su neutralización por un álcali de concentración conocida en presencia de un indicador (fenolftaleína), que hace que vire de incoloro a rosa. La acidez titulable de la leche cruda se expresó en °Dornic (equivalente a un decigramo de ácido láctico por litro) (N.T.P., 2008).

## **Grasa**

La grasa es el componente más variable de la leche, tiene una marcada influencia sobre las características sensoriales del producto y sus derivados, tales como el color, aroma y sabor. También tiene mucha importancia en el rendimiento quesero. El valor normal es de 3,4 g/100 g a 3,8 g/100 g para la raza Holstein y de 4,0 g/100 g a 5,5 g/100 g para razas menos especializadas en producción de leche. El contenido de grasa es mayor para las leches del ordeño de la tarde, probablemente por la diferencia en el intervalo entre ordeños (Piñeros *et al.*, 2005).

La grasa, en la leche, se encuentra en estado de suspensión, formando miles de glóbulos de tres a cuatro micras de diámetro por término medio, variando de 1 a 25 micras. Cuando se deja la leche en reposo, estos glóbulos ascienden formando una capa de nata. Estos glóbulos están protegidos por membranas, evitando así ataques enzimáticos. Un centímetro cúbico de leche puede contener cerca de 3 000 a 4 000 millones de glóbulos de grasa (Zavala, 2005).

Está compuesta de una mezcla de triglicéridos que contienen más de diecisiete ácidos grasos y sustancias asociadas tales como las vitaminas A, D, E y K, y fosfolípidos como la cefalina y lecitina. De todos los componentes siendo la que más varía. Oscila entre el 3,2 y el 6 %. Estas variaciones se deben principalmente a la selección realizada para obtener las distintas razas de vacuno. Además, se debe a la diferente alimentación, alojamiento, estado sanitario y a las características individuales de las vacas lecheras (Spreer, 1991).

Para evaluar el contenido de grasa de la leche se utilizan los métodos de Gerber o de Babcock, en los cuales se hace una digestión de las proteínas con ácido sulfúrico, luego se centrifuga para liberar la grasa, la cual se lee en una columna graduada. Para el método de Gerber, la grasa en la leche existe en forma de pequeños glóbulos rodeados de una capa de proteína y otras materias. Por ello, es necesario destruir esta membrana protectora de naturaleza proteica y separar la grasa en una sola fase a fin de medirla volumétricamente (N.T.P., 1998).

## **Sólidos no grasos**

Otro parámetro para evaluar la calidad composicional de la leche es el contenido de sólidos no grasos, que se obtiene restando la grasa del contenido de sólidos totales. En este grupo están las proteínas, la lactosa y los minerales. Tienen una variabilidad algo menor que los sólidos totales y su valor oscila entre 8,4 g/100 g y 9,2 g/100 g. Valores por debajo de este rango pueden evidenciar leches muy pobres o con agua adicional y valores superiores hacen sospechar la adición de sólidos como correctores de densidad (cloruro de sodio, sacarosa o almidón) (Piñeros *et al.*, 2005).

## **Sólidos totales**

En la medida en que una leche tenga mayor contenido de sólidos totales, tiene más valor económico, pues dará mayor rendimiento en todos los procesos industriales y será mucho más nutritiva (Piñeros *et al.*, 2005). Están representados por todos los elementos sólidos de la leche incluyendo la grasa (Alais, 1984).

Es posible averiguar el contenido aproximado de sólidos a través de fórmulas empíricas a partir de la densidad y del contenido de grasa. Existe una correlación negativa entre el contenido de sólidos de la leche y la producción. Las razas especializadas en producción de leche, la producen con menor contenido de sólidos que las de doble propósito o las razas criollas. El contenido de sólidos también varía con la fase de lactancia, siendo mayor al inicio y final de esta. Normalmente se espera tener valores de 11,5 a 12,0% para las razas de alta producción y de 12,0 g/100 g a 13,0 g/100 g para las de baja producción (Piñeros *et al.*, 2005).

### **Densidad**

La densidad se define como la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Dependiendo de la naturaleza y de la cantidad de partículas en emulsión, en disolución coloidal o en disolución verdadera que contenga, la densidad de la leche oscilará entre 1,027 g/ml y 1,035 g/ml. Cuando se incrementa el contenido de

grasa disminuye la densidad; y cuando aumentan las proteínas, la lactosa o las sales minerales se eleva la densidad (Spreer, 1991).

Esta prueba se determina con el termolactodensímetro de Quevenne y se realiza también con el objeto de controlar la adición de agua a la leche. Los valores por debajo de los estándares indican adición de agua y valores por encima indican adición de sólidos extraños a la leche. Esta prueba es fácil de realizar, pero debe tenerse en cuenta que es necesario hacer corrección por temperatura cuando no se lee a 15 °C, y por lactodensímetro cuando éste presenta diferencia en la lectura con respecto al método de referencia. La prueba es útil para determinar adición de agua, cuando ésta sobrepasa el 10 % (Piñeros *et al.*, 2005).

## **pH**

La acidez química de la leche tiene una importancia extraordinaria para la industria lechera (Spreer, 1991). El pH de la leche tiene una reacción iónica cercana a la neutralidad puesto que la leche de vaca tiene una reacción débilmente ácida, con un pH

comprendido entre 6,6 y 6,8 como consecuencia de la presencia de caseína y de los aniones fosfóricos y cítrico, principalmente. No es un valor constante sino que puede variar en el curso del ciclo de lactación y bajo la influencia de la alimentación, representa la acidez actual de la leche; de él dependen propiedades tan importantes como la estabilidad de la caseína (Alais, 1988). Cuando se le coloca agua adicional a la leche, desciende la acidez titulable, pero el pH no cambia. Valores de pH menores de 6,4 indican que se han presentado procesos de acidificación en la leche y en este caso no puede soportar tratamientos térmicos. Valores por encima de 6,9 indican neutralización con sustancias alcalinas o presencia de mastitis (Alais, 1988).

El calostro es más ácido que la leche normal, mientras que la leche del final de lactación y de las vacas enfermas tiene un pH más elevado (Spreer, 1991). Valores de pH menores de 6,4 indican que se han presentado procesos de acidificación en la leche y en este caso no puede soportar tratamientos térmicos. Valores por encima de 6,9 indican neutralización con sustancias alcalinas o presencia de mastitis (Piñeros *et al.*, 2005).

### **1.6.7. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LECHE**

La variación relativa de la producción láctea de una vaca es mucho mayor que la de su composición. La estructura de la leche y otras propiedades también varían según los factores de alterabilidad. Puesto que son muchos los factores que afectan a su composición y propiedades, nunca pueden predecirse con exactitud sus medias y su variabilidad (Jiménez, 2005).

La composición de este alimento es el reflejo de múltiples factores que pueden ser modificados en el sistema a través de diferentes prácticas de manejo. La leche con mayor concentración de sólidos, esencialmente proteína y grasa, aportan más nutrientes al consumidor y mejoran la capacidad de la leche para convertirla en producto lácteo (Calvache *et al.*, 2012).

El factor que presenta mayor variación es la grasa, cuyo contenido y composición se ven influenciados la genética, la época del año, la fase y el número de la lactancia, y principalmente por la alimentación (Piñeros *et al.*, 2005). Tres tipos de factores son responsables de la variación: genéticos (especies, razas e

individuos), fisiológicos (estado de lactación, edad, y estado de salud) y ambientales (alimentación, clima, y manejo); generalmente las tres van entrelazadas unas con otras (Walstra *et al.*, 1987).

## **Genéticos**

### ***Raza***

El resultado de la selección llevada a cabo por personas para obtener un ganado apto para la producción de leche, de carne o de trabajo y adaptado a las condiciones locales como clima, alimentación, terreno y costumbres. Ello determina gran variabilidad en la producción de leche y en menor grado en su composición. Cuanto mayor es la producción, menor es la riqueza de la leche en materia grasa y proteínas (Jiménez, 2005). Las concentraciones de grasa y proteína en leche están relacionadas con la raza de las vacas, los niveles medios de los componentes varían entre las diferentes razas. Sin embargo, aunque existen diferencias en los valores medios de composición entre las razas, el mejoramiento

genético a partir de la selección ha generado modificaciones en estos valores (Calvache *et al.*, 2012).

### ***Características individuales***

La variación en composición de la leche de las vacas de una misma raza puede ser grande. Si los animales pertenecen a la misma vacada la mayoría de las variaciones se deben fundamentalmente a factores genéticos (Jimenez, 2005).

### **Fisiológicos**

#### ***Fase de lactación***

El período de lactancia influye tanto en la producción como en los porcentajes de algunos componentes de la leche. La proteína y la grasa se encuentran en menor concentración durante el pico de la lactancia y aumentan gradualmente hasta llegar a su máximo nivel al final de la misma (Piñeros *et al.*, 2005). El efecto de la fase de

lactación también depende de las condiciones de la vaca; si al momento del parto está bien alimentada el contenido graso de la leche es al principio bastante alto, lo que no ocurre si la vaca está subalimentada. Debido a que si una vaca permanece vacía durante mucho tiempo, después del parto y se prolonga así la lactación, la composición de la leche llega a variar bastante; el extracto seco es muy alto (Walstra *et al.*, 1987).

### **Calostro**

La primera secreción después del parto tiene una composición muy distinta y se denomina calostro. Este es más rico en proteínas, grasa y minerales, pero tiene un menor contenido de lactosa; lo mismo sucede con la leche hacia el final de la lactación. La composición cambia rápidamente al iniciarse la lactación. Su densidad oscila entre 1,033 y 1,094 g/cm<sup>3</sup>. Su composición proteica es muy específica; el contenido de inmunoglobulinas del primer calostro es de un 7 % aproximadamente, frente al 1 % de la leche a mitad de lactación (Jiménez, 2005).

### ***Duración del período seco***

Se recomienda un período de 40 a 70 días antes del parto ya que es importante para la preparación de la ubre. Ayuda a las vacas para obtener una buena condición física y acumular reservas corporales antes del parto. El dejar de ordeñar a la vaca antes de que se agote, da como resultado una pérdida definida de la grasa y existe la tendencia a que se seque prematuramente (Jiménez, 2005).

### ***Edad de la vaca***

Ejerce un efecto bajo, pero constante en la composición de la leche; la grasa y el extracto seco magro disminuyen muy ligeramente en cada lactación sucesiva. La mayor parte de las vacas llegan a la madurez, y a su máxima producción entre los seis y ocho años de edad. La producción aumenta gradualmente hasta esa edad y posteriormente decrece. Esto se debe al aumento en la cantidad del tejido secretor mamario y al mayor tamaño del animal, con el que aumenta su capacidad de consumo alimenticio (Jiménez, 2005).

### ***Sanidad del ganado***

La mastitis produce una disminución del porcentaje de materia grasa, aun cuando ésta disminuye menos de lo que disminuye la proteína y la lactosa. La inflamación de la glándula mamaria provoca un cambio en la composición de la grasa: se observa un aumento de los ácidos grasos de cadena corta y libre y una disminución de los ácidos grasos de cadena larga y de fosfolípidos (Morales, 1999). Las leches mastíticas, contienen un rango mucho más amplio y una gran concentración de varias enzimas (Jimenez, 2005).

### ***Estado hormonal***

Avances tecnológicos permiten hoy día utilizar la hormona del crecimiento como una herramienta para incrementar el nivel productivo de las vacas. Podría llegar a provocar cambios o no en el porcentaje de grasa, dependiendo de las dosis de hormona utilizada en el ganado (Morales, 1999).

## **Ambientales**

### ***Alimentación***

La nutrición ejerce un efecto comparativamente pequeño en la mayoría de los componentes de la leche (Jiménez, 2005). Pero las típicas dietas formuladas para vacas de alta producción contienen una alta concentración de energía que suele provenir de fuentes de carbohidratos fácilmente fermentables más que de grasas y a menudo dichas dietas provocan una condición denominada síndrome de baja materia grasa de la leche, este síndrome deriva de una alteración en el proceso fermentativo a nivel ruminal con un cambio en el pH del rumen, como consecuencia una depresión en la digestión de la fibra y por ende un cambio en los productos de fermentación ruminal, disminuyendo el sustrato disponible para la síntesis de grasa a nivel de la glándula mamaria. El tipo de forraje, la calidad del forraje (madurez, contenido de fibra), el tamaño de partícula o de picado del forraje tiene gran influencia sobre el porcentaje de grasa de la leche. Es así como el forraje finamente

molido produce un cambio en los productos de fermentación ruminal con el consiguiente aumento del propionato y la reducción de acetato y por lo tanto, disminución del porcentaje de materia grasa láctea. El estado de madurez del forraje, también es un factor importante en el momento de reunir un nivel adecuado de fibra en la dieta del ganado, ya sea, para mantener o incrementar el contenido de la grasa en la leche (Morales, 1999).

La fuente de carbohidratos dietarios pueden influir sobre la fermentación en el rumen y consecuentemente sobre el porcentaje de grasa láctea. Por ejemplo la menor o más lenta degradación ruminal del maíz en el rumen en comparación con la cebada podría resultar en la producción de leche con mayor grasa (Morales, 1999).

### ***Clima***

Las condiciones climáticas, salvo que sean extremadas, ejercen escaso efecto en la composición de la leche; las temperaturas ambientales altas (mayores a 30 °C) den lugar a un mayor contenido graso, a menos Nitrógeno y a un contenido de

lactosa más bajo. A temperaturas bajo cero tanto el contenido de grasa como el de Nitrógeno son mayores (Jiménez, 2005). Los componentes de la leche como la grasa, la proteína, la caseína, y las fracciones nitrogenadas, son influenciadas por la variación estacional de cada lugar (Calvache *et al.*, 2012).

### **Sistema de ordeño**

Las variaciones en el procedimiento de ordeña y/o frecuencia de ordeña prácticamente no tienen efecto sobre el contenido de proteína, a diferencia del efecto observado para la grasa, donde una ordeña completa incrementa el contenido graso de la leche en comparación a una ordeña incompleta. Al acortar el lapso de ordeña se afecta negativamente el porcentaje de grasa de la leche obtenida en esa ordeña (Morales, 1999). Si el tiempo transcurrido desde el ordeño anterior es corto, la leche producida disminuye en cantidad pero su contenido graso es mayor. Por lo que la leche del ordeño de la tarde tiene un mayor contenido graso que la de la mañana debido al distinto intervalo de tiempo entre uno y otro (Jiménez, 2005).

Además, la leche recién ordeñada procedente de vacas sanas contiene aproximadamente 1 500 UFC/ml en condiciones normales. Cuando el proceso de ordeño, manipulación y almacenamiento se realiza en malas condiciones, el contenido bacteriano puede aumentar hasta varios millones por mililitro de leche; de este hecho se ha determinado que el 10 % de la contaminación inicial corresponde a gérmenes que entran a la leche en el curso del ordeño a través del pezón y el aire del establo o potrero, y el 90 % procede del manipulador, máquinas y utensilios de ordeño (Piñeros *et al.*, 2005).

#### **1.6.8. FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE LA LECHE QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD**

En la leche cruda, los microorganismos provenientes del interior de las ubres, las superficies del cuerpo del animal, del alimentador, el aire, el agua y el equipo que se usa para ordeñar y almacenar. Los tipos predominantes provenientes de una ubre sana son *Micrococcus*, *Streptococcus* y *Corynebacterium*, por lo que la

cantidad total son menores a  $10^3$  microorganismos por ml, pero si una vaca presenta mastitis ésta se incrementa excretando *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Coliformes* y *Pseudomonas* en números relativamente altos (Ray et al., 2010).

En los contaminantes provenientes de los animales, el alimentador, el suelo y el agua predominan bacterias de ácido láctico: *Coliformes*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Bacillus* y esporas de *Clostridium* y bastoncillos Gram negativos patógenos como *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* y *Campylobacter jejuni*, también provienen de estas fuentes. El equipo puede ser otra fuente principal de bastoncillos Gram negativos como *Pseudomonas*, *Alcaligenes* y *Flavobacterium*, además de *Micrococcus* y *Enterococcus* Gram positivos (Ray et al., 2010).

## **Mamaria**

Los pezones pueden presentar al momento del ordeño un nivel de contaminación muy variable dependiendo, fundamentalmente del lugar de permanencia de los animales entre

ordeños (pasturas, estabulación, corrales de encierre nocturno), del mantenimiento de caminos, aguadas, ingresos al tambo y, puntualmente, de las condiciones climáticas (Vitulich, 2011).

Estos microorganismos pueden alcanzar la leche por vía mamaria ascendente o descendente. Por vía ascendente, lo hacen bacterias que se adhieren en la piel de la ubre y, posterior al ordeño, entran a través del esfínter del pezón del ganado (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*, Coliformes). Por la vía descendente o hematogena la utilizan los microorganismos que pueden causar enfermedad sistémica (*Salmonella sp*, *Brucellas sp*, *Mycobacterium tuberculosis*) (Paredes et al., 2010).

### **Medio externo**

La contaminación de la leche puede ocurrir una vez que ésta ha sido extraída de la glándula mamaria. Los utensilios, tanques de almacenamientos, transportes e incluso el personal que manipula la leche son fuentes de contaminación de microorganismos que utilizan esta vía; que, en algunos casos, son los más abundantes, causantes

de grandes pérdidas en la calidad composicional y nutricional del producto lácteo (Paredes *et al.*, 2010). La correcta refrigeración de la leche durante su almacenamiento es el medio más seguro para limitar la proliferación de bacterias. El frío tiene una acción bacteriostática y no bactericida. El recuento final de bacterias después de su almacenamiento depende del tiempo de almacenamiento; el recuento total puede aumentar 1,5 veces si el tiempo hasta alcanzar los 4 °C es de 5 horas en lugar de 2 horas; la estabilidad de la temperatura entre ordeños (Vitulich, 2011).

## **Aire**

El aire representa uno de los medios más hostiles para la supervivencia de los microorganismos debido a la constante exposición al oxígeno, cambios de temperatura y humedad relativa, radiación solar, etc. Es por ello que solo aquellos microorganismos resistentes podrían ser capaces de permanecer en el aire y llegar a contaminar los alimentos (Paredes *et al.*, 2010).

## **Agua**

El agua utilizada para la limpieza de los equipos y utensilios de ordeño, la higiene del animal y del personal, deben ser mantenidos con constancia. El agua puede ser una fuente importante de microorganismos psicrófilos (*Pseudomonas*) y por contaminación con heces, bacterias Coliformes (Paredes *et al.*, 2010). El equipamiento de ordeño y los utensilios de ordeño deben enjuagarse con agua potable. Los contaminantes más comunes del agua son del género *Pseudomonas*. Cuando el agua está contaminada, con el enjuague contaminan el equipamiento y éste a la leche (Heer, 2007).

## **Suelo**

El suelo es la principal fuente de microorganismos termodúricos y termófilos. La leche nunca entra en contacto con el suelo, pero sí los animales, utensilios y personal, de manera que es a través de ellos que los microorganismos telúricos (*Clostridium*) pueden alcanzar a contaminar la leche (Paredes *et al.*, 2010).

## **Ordeñador**

El ordeñador puede llegar a jugar un papel importante en la contaminación de la leche, sobre todo cuando el ordeño es manual. Se ha señalado al ordeñador como responsable de la contaminación de la leche con microorganismos patógenos (*Staphylococcus aureus*, *Leptospira sp*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Streptococcus*, etc.). Las heridas infectadas en manos y brazos del ordeñador o manipulador, pueden ser fuentes de algunos de estos microorganismos (Paredes *et al.*, 2010).

## **Utensilios de ordeño y transporte**

El contacto de la leche con el material de ordeño y su permanencia en los tanques y transporte puede multiplicar por un factor de 2 a 50 la flora microbiana presente. La flora microbiana proveniente de esta fuente puede ser diversa, pero la más frecuente es flora termo resistente, razón más que suficiente para exigir al máximo la higiene (Paredes *et al.*, 2010). Cuando estos equipos de

almacenamiento o equipo de ordeño no están suficientemente higienizados, sin duda son la más importante fuente de contaminación. La importancia aquí es doble por un lado, los equipos de ordeño y de frío tienen una enorme superficie que está en contacto con toda la leche y por otro lado esas bacterias en presencia de restos de leche “se adaptan” y se reproducen entre los tiempos de ordeño. Como consecuencia, las superficies de contacto pueden tener una gran cantidad de bacterias y además “adaptadas” a leche cruda (Heer, 2007).

### **Químicos**

Los que más frecuentemente son posibles de hallar en la leche derivan del medio que rodean a la leche en el camino desde la ordeña a su proceso industrial. Es posible encontrar insecticidas (DDT, aldrin, dieldrin, heptacloruro fenol), herbicidas, fungicidas, sustancias higienizantes (cloro, ferroxido de hidrogeno, sustancias amoniacales, etc.) y algunos antibióticos (penicilinas, estreptonomicinos, clorotetraciclinos, etc.) (Celis *et al.*, 2009).

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. MATERIAL DE VIDRIO, PLÁSTICO Y OTROS

- Botellas de vidrio de 250 ml y 100 ml
- Frascos de vidrio tapa rosca de 250 ml
- Matraz 250 ml
- Butirómetros de Gerber
- Tubos de ensayo tapa rosca de 16 x 160 mm
- Pipetas serológicas de 25 ml, 10 ml y 1ml
- Vasos de precipitación de 100 ml
- Probeta de 100 ml
- Matraz de 250 ml y 500 ml
- Bureta de 500 ml
- Propipeta
- Micropipeta
- Puntas de plástico Braund de 1000  $\mu$ L
- Pizeta de plástico
- Gradillas para tubos de ensayo

- Potes de plástico de 100 g
- Pinza
- Espátula
- Soporte universal
- Cooler
- Refrigerantes
- Mascarilla de protección
- Guantes descartables
- Algodón
- Papel Kraff
- Marcadores

## **2.2. EQUIPOS**

- Balanza
- Termolactodensímetro
- Horno
- Incubadora
- pH metro
- Centrifuga

- Autoclave
- Cocina
- Mechero Bunsen

### **2.3. MEDIOS Y REACTIVOS**

- Placas Petrifilm 3M para recuento de aerobios mesófilos
- Placas Petrifilm 3M para recuento de coliformes
- Solución de hidróxido de sodio
- Diluyente de agua de peptona tamponada al 0,1 %
- Ácido sulfúrico concentrado
- Alcohol isoamílico
- Fenolftaleína
- Solución Buffer 7
- Solución Buffer 4
- Agua destilada
- Alcohol al 70 %

## **2.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación, se define como un estudio descriptivo-observacional, tipo longitudinal; con un muestreo por conveniencia a los proveedores de leche del Distrito de Sama Inclán de la provincia de Tacna. Los datos obtenidos se anotaron en el registro interno de resultados, obteniéndose el porcentaje de las muestras aptas y no aptas, comparada con la R.M. 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010.

## **2.5. CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO**

Las variables de estudio e indicadores se encuentran mencionadas en el Cuadro 4, que se muestra a continuación:

**Cuadro 4. Caracterización de las variables dependiente e independientes del estudio.**

<b>Variable dependiente</b>		
<b>Variab</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidades de medida</b>
Calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche cruda del ganado vacuno del Distrito de Sama Inclán - Tacna, 2015	Porcentaje de muestras aptas y no aptas que cumplen con la R.M. 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010	Porcentaje (%)
<b>Variab</b>		
Enumeración de microorganismos	Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables	UFC/ml
	Recuento de coliformes totales	UFC/ml
Evaluación de los parámetros fisicoquímicos	Acidez	°Dornic
	pH	H <sup>+</sup>
	Densidad	g/100 ml
	Sólidos grasos	g/100 g
	Sólidos totales	g/100 g
	Sólidos no grasos	g/100 g

**Fuente:** Elaboración propia.

## 2.6. ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en el Distrito de Inclán, valle de Sama pertenecientes a la provincia y departamento de Tacna como se visualiza en el ANEXO 1, cuya región natural es la costa de clima húmedo, cuya ubicación geográfica es la siguiente:

Altitud: 534 m.s.n.m.

Latitud sur: 17°47' 1,2"

Longitud oeste: 70°29'16,5"

## 2.7. TAMAÑO DE MUESTRA

El universo de estudio fue de 179 proveedores de leche cruda de ganado bovino en el valle de Sama Inclán, según el censo agropecuario hecho por el INEI en el 2014. Para identificar el tamaño de la muestra, se consideró la aplicación de la fórmula para el dimensionamiento de la misma con una población finita y para variables cualitativas, el cual se muestra a continuación (**Murray et al., 2009**).

$$n = \frac{Z_{1-\alpha}^2 * N * \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha}^2 \sigma^2}$$

Donde:

n = número de proveedores a muestrear

N = Número de viviendas del caso en cuestión

$\sigma^2$  = (desviación estándar de variable Xi) 0,04

E = (Error permisible en la estimación 0,05 (5 %))

$Z_{1-\alpha}$  = (95 % de confiabilidad), 1,96 valor que aparece en tabla

Considerando una confiabilidad estadística del 95 % ( $z=1,96$ ), con un margen de error de 5 %, y un aumento en la población del 10 % el valor del tamaño de muestra fue de 50 proveedores de leche a muestrear del valle de Sama Inclán.

$$n = \frac{(1,96)^2 * 179 * 0,04}{(179 - 1)0,05^2 + (1,96)^2 0,04}$$

$$n=45,9$$

$$n = 45,9 + 10 \%$$

$$n= 50,49$$

$$n= 50,49 \text{ equivalente a } 50$$

## **2.8. TOMA DE MUESTRA**

Se obtuvo las muestras de 50 proveedores, con una muestra de 200 ml de leche cruda (100 ml para los análisis microbiológicos y 100 ml para los análisis fisicoquímicos), del Distrito de Sama Inclán en botellas de vidrio secas y estériles, debidamente identificados y, se colocaron en un cooler con refrigerantes de manera que se mantuvieron las muestras a una temperatura menor a 10°C, lo que permitió su transporte al laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la E.A.P. de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann para su procesamiento y obtención de los resultados microbiológicos.

Las muestras para los análisis fisicoquímicos, fueron trasladados al laboratorio de control de Calidad de la Planta Lechera procesadora de derivados lácteos en la ciudad de Tacna, para su procesamiento y obtención de resultados.

Las muestras de leche cruda se recolectaron directamente del recipiente (porongo) donde cada ganadero almacena la leche. Dichas muestras se tomaron en forma individual, dando un total de 3 repeticiones por proveedor.

## **2.9. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

### **2.8.1. MÉTODOS MICROBIOLÓGICOS**

#### **Recuento de microorganismos aerobios mesófilos por el método del film seco rehidratable (Método Oficial de la AOAC 986.33. 1995)**

- Se prepararon diluciones de las muestras de la leche cruda  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$ . El rango de estas diluciones usada para la inoculación se modificó en función de la cifra de microorganismos esperados.
- Se rotularon las placas Petrifilm™ con la identificación de las muestras obtenidas y la dilución correspondiente.

#### **Inoculación**

- Se colocó la placa Petrifilm™ de recuento de microorganismos aerobios mesófilos en una superficie plana.
- Luego se levantó el film superior de la placa Petrifilm™ y con la micropipeta perpendicular a la placa Petrifilm™ se inoculó 1 ml de la dilución decimal apropiada agitada en el centro del film inferior.

- Posterior se bajó cuidadosamente el film superior encima de la muestra, evitando la formación de burbujas de aire.
- Inmediatamente se colocó el aplicador con la cara lisa hacia arriba en el centro de la placa y se presionó ligeramente el centro del aplicador para distribuir la muestra uniformemente y así se distribuyó el inóculo por toda el área de crecimiento del Petrifilm™ antes de que se forme el gel.
- Se retiró el aplicador y se esperó al menos un minuto para permitir que solidifique el gel.

### **Incubación**

- Luego se llevaron a incubar las placas en posición horizontal, cara arriba, en pilas no más de hasta 20 placas y se Incubaron las placas Petrifilm™ para Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos por  $48 \pm 3$  h a  $32 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### **Selección de placas y expresión de resultados**

- Para la lectura se contabilizaron todas las colonias rojas de borde regular, independientemente del tamaño o intensidad en el color.

- Los recuentos se expresaron con un máximo de 2 dígitos de números enteros y 1 decimal, colocándolo en UFC/ml.
- Los resultados para cada muestra se transcribieron al registro interno de resultados que luego se archivó.

**Recuento de coliformes por el método del film seco rehidratable  
(Método Oficial de la AOAC 986.33. 1995)**

- Se prepararon diluciones de las muestras de la leche cruda  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ . El rango de estas diluciones usada para la inoculación se modificó en función de la cifra de microorganismos esperados.
- Se rotularon las placas Petrifilm™ con la identificación de las muestras obtenidas y la dilución correspondiente.

**Inoculación**

- Se colocó la placa Petrifilm™ recuento de coliformes totales en una superficie plana.
- Luego se levantó el film superior de la placa Petrifilm™ y con la micropipeta perpendicular a la placa Petrifilm™ se inoculó 1 ml de la dilución decimal apropiada agitada en el centro del film inferior.

- Posterior se bajó cuidadosamente el film superior encima de la muestra, evitando la formación de burbujas de aire.
- Se colocó el aplicador con la superficie lisa hacia abajo en el centro de la placa y se presionó ligeramente para distribuir la muestra uniformemente y así se distribuyó el inóculo por toda el área de crecimiento del Petrifilm™ antes de que se forme el gel.
- Se retiró el aplicador y se esperó al menos un minuto para permitir que solidifique el gel.

### **Incubación**

- Luego se llevaron a incubar las placas en posición horizontal, cara arriba, en pilas no más de hasta 20 placas y se incubaron las placas Petrifilm™ por 24 h +/- 2 h a 32 °C +/- 1 °C.

### **Selección de placas y expresión de resultados**

- Para la lectura se contabilizaron todas las colonias rojas asociadas a burbujas de aire de borde regular, independientemente del tamaño o intensidad en el color.
- Los recuentos se informaron con 2 dígitos y un decimal, colocándolo en UFC/ml.

- Los resultados para cada muestra se transcribieron al registro interno de resultados que luego se archivó.

## **2.8.2. MÉTODOS FÍSICOQUÍMICOS**

### **Determinación de pH (Método potenciométrico)**

- Se encendió el potenciómetro y se retiró el capuchón de protección del electrodo.
- Se enjuagó el extremo del electrodo con agua destilada y se secó con papel absorbente y luego se procedió a la calibración del potenciómetro con solución buffer 4 y solución buffer 7.
- Se colocó el extremo del electrodo en la muestra a analizar.
- Se realizó la lectura cuando se estabilizaron los datos.
- Una vez terminada la lectura de la muestra se enjuagó el electrodo con agua destilada y se secó para realizar la siguiente medición con otra muestra.

### **Determinación de la acidez titulable (N.T.P. 202.116, 2008)**

- Se tomó 9 ml de leche cruda de ganado vacuno en un beacker limpio y seco.
- Se agregó 3 gotas de fenolftaleína y se agitó la muestra.
- Se tituló con solución de NaOH 0,1 N dejando caer gota a gota hasta que tome un tono rosado persistente por 30 segundos.
- La lectura se dio por el gasto y se expresó en grados Dornic (°D), aplicando la siguiente fórmula.

$$\text{Grados Dornic: } V \times 10$$

**Donde:**

*V: volumen (ml) de la solución de NaOH 0.1 N*

### **Determinación de la densidad (Método lactométrico) (N.T.P. 202.008, 1998)**

- En una probeta se agregó la muestra de leche cruda evitando la formación de espuma.
- Cuidadosamente se colocó el termolactodensímetro.

- Se soltó el instrumento suavemente de manera que no se adhirió a la pared de la probeta ni se sumergió más de 1 cm, sobre el punto de aforo y se hizo girar cuidadosamente.
- Se esperó hasta que se estabilizó el instrumento y se realizó la lectura de la densidad y se tomó la temperatura de la muestra.
- Luego se realizó la corrección de la lectura de la densidad debido a que la temperatura de la muestra no se encontraba de acuerdo a la calibración del lactodensímetro, sustrayendo 0,000 2 por cada °C por encima de 15 °C.
- Calculándolo de la siguiente manera:

$$\text{Densidad} = (T1 - T2 \times 0,000 2) + L$$

Donde:

*T1= Temperatura del termómetro del lactodensímetro*

*T2 = Temperatura de lectura del lactodensímetro (15 °C)*

*L = Lectura de la densidad del lactodensímetro*

### **Determinación de grasa (Método de Gerber) N.T.P. 202.028, 1998**

- Se agregó 10 ml de  $H_2SO_4$  al butirómetro de Gerber con cuidado de manera que no mojé el cuello de éste.
- Se tomó 11 ml de la muestra de leche cruda y se añadió al butirómetro por las paredes del mismo para evitar reacciones bruscas y se agregó 1 ml de alcohol ísoamílico.
- Se secó el cuello del butirómetro con un paño de papel absorbente cuidadosamente y se tapó el butirómetro con tapón de jebe y se agitó el mismo invirtiendo 3 veces.
- Se colocó el butirómetro en la centrifuga en forma simétrica y se centrifugo por 5 min. a 1 100 r.p.m.
- Por último, se dio la lectura del resultado verificando la parte inferior del menisco de la grasa, según la tabulación del butirómetro.

### **Determinación de sólidos totales (Alba et al., 2008) (N.T.P. 202.118, 1998)**

- Una vez que se obtuvo los valores de la densidad y la grasa, se calculó el % de sólidos totales, según la siguiente fórmula:

$$\text{Sólidos totales} = 1,2 \times G + 0,25 \times L$$

*En donde:*

**1.2** = *Es un constante*

**G** = *Porcentaje de grasa leída en el butirómetro*

**L** = *Lectura del lactodensímetro (corregida) (no la densidad sino la lectura realizada en el vástago del lactodensímetro).*

**Determinación de sólidos no grasos (Alba et al., 2008) (N.T.P. 202.001, 2010)**

- Una vez que se obtuvo los valores de la grasa y el resultado del cálculo de los sólidos totales, se calculó el % de sólidos no grasos, según la siguiente fórmula:

$$\text{Sólidos No Grasos} = ST - G$$

*En donde:*

**ST** = *Sólidos totales*

**G** = *Porcentaje de grasa*

### **III. RESULTADOS**

En la presente investigación se analizaron los parámetros microbiológicos (Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables y recuento de coliformes totales) y parámetros fisicoquímicos (pH, acidez, densidad, sólidos grasos, sólidos totales y sólidos no grasos). Obteniendo los siguientes resultados:

**Cuadro 5. Resultados de los análisis microbiológicos (Recuento de coliformes totales y microorganismos aerobios mesófilos viables) en la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán.**

Proveedor	Recuento de coliformes totales (UFC/ml)	Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables (UFC/ml)
1	$8 \times 10^3$	$64 \times 10^4$
2	$71 \times 10^3$	$12 \times 10^5$
3	$46 \times 10^3$	$44 \times 10^4$
4	$3 \times 10^3$	$68 \times 10^3$
5	$13 \times 10^4$	$18 \times 10^5$
6	$20 \times 10^3$	$46 \times 10^4$
7	$8 \times 10^2$	$26 \times 10^4$
8	$1 \times 10^2$	$16 \times 10^4$
9	$11,8 \times 10^4$	$29,3 \times 10^5$
10	$15,3 \times 10^4$	$35,7 \times 10^5$
11	$15,4 \times 10^4$	$47,3 \times 10^5$
12	$10,1 \times 10^4$	$22,9 \times 10^5$
13	$36 \times 10^3$	$10,1 \times 10^5$
14	$11,3 \times 10^4$	$54,1 \times 10^5$
15	$45 \times 10^3$	$14,3 \times 10^5$
16	$24,1 \times 10^4$	$31,7 \times 10^5$
17	$64,7 \times 10^3$	$25,8 \times 10^6$
18	$15 \times 10$	$9 \times 10^3$

(Continúa...)

--- Resultados que sobrepasan los límites máximos permisibles.

--- Resultados que no sobrepasan los límites máximos permisibles.

**Cuadro 5. Resultados de los análisis microbiológicos (Recuento de coliformes totales y microorganismos aerobios mesófilos viables) en la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán.**

Proveedor	Recuento de coliformes totales (UFC/ml)	Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables (UFC/ml)
19	47,3 x 10 <sup>3</sup>	20 x 10 <sup>5</sup>
20	5 x 10 <sup>3</sup>	39 x 10 <sup>4</sup>
21	20 x 10 <sup>4</sup>	98 x 10 <sup>4</sup>
22	12,5 x 10 <sup>2</sup>	27 x 10 <sup>4</sup>
23	47,5 x 10 <sup>2</sup>	30 x 10 <sup>4</sup>
24	25,7 x 10 <sup>3</sup>	25,7 x 10 <sup>5</sup>
25	42,5 x 10 <sup>3</sup>	34,1 x 10 <sup>5</sup>
26	79,5 x 10 <sup>2</sup>	24,7 x 10 <sup>5</sup>
27	5 x 10	34,5 x 10 <sup>4</sup>
28	16,4 x 10 <sup>3</sup>	23,6 x 10 <sup>5</sup>
29	5 x 10	10 x 10 <sup>3</sup>
30	5 x 10	70 x 10 <sup>3</sup>
31	10,1 x 10 <sup>3</sup>	49,5 x 10 <sup>4</sup>
32	10,3 x 10 <sup>3</sup>	16,2 x 10 <sup>5</sup>
33	6 x 10 <sup>2</sup>	20 x 10 <sup>3</sup>
34	65 x 10	32,5 x 10 <sup>4</sup>
35	25 x 10	61,5 x 10 <sup>4</sup>
36	53,7 x 10 <sup>3</sup>	47,8 x 10 <sup>5</sup>

(Continúa...)

--- Resultados que sobrepasan los límites máximos permisibles.

--- Resultados que no sobrepasan los límites máximos permisibles.

**Cuadro 5. Resultados de los análisis microbiológicos (Recuento de coliformes totales y microorganismos aerobios mesófilos viables) en la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán.**

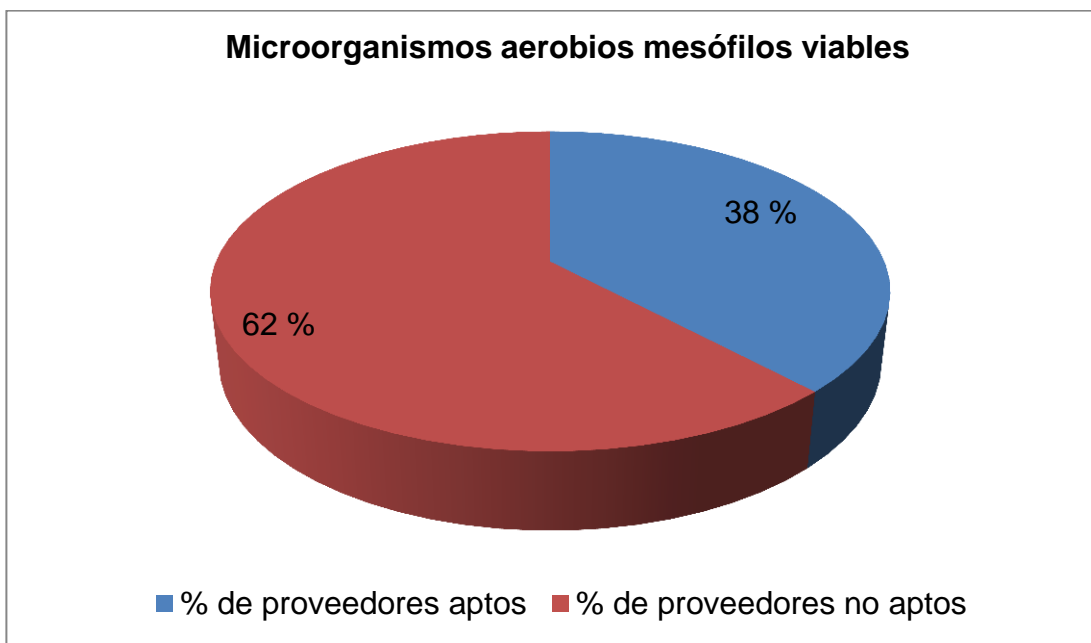
<b>Proveedor</b>	<b>Recuento de coliformes totales (UFC/ml)</b>	<b>Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables (UFC/ml)</b>
37	45 x 10 <sup>4</sup>	33 x 10 <sup>4</sup>
38	35 x 10 <sup>4</sup>	88 x 10 <sup>5</sup>
39	57 x 10 <sup>3</sup>	20,8 x 10 <sup>5</sup>
40	12 x 10 <sup>4</sup>	30,8 x 10 <sup>5</sup>
41	57 x 10 <sup>3</sup>	25,3 x 10 <sup>5</sup>
42	21,5 x 10 <sup>4</sup>	38,4 x 10 <sup>5</sup>
43	16 x 10 <sup>4</sup>	38,5 x 10 <sup>5</sup>
44	9 x 10 <sup>4</sup>	27 x 10 <sup>5</sup>
45	4 x 10 <sup>4</sup>	19 x 10 <sup>5</sup>
46	23,5 x 10 <sup>4</sup>	59,3 x 10 <sup>5</sup>
47	16,8 x 10 <sup>4</sup>	38,4 x 10 <sup>5</sup>
48	38,5 x 10 <sup>4</sup>	45 x 10 <sup>5</sup>
49	27 x 10 <sup>4</sup>	30,6 x 10 <sup>5</sup>
50	45 x 10 <sup>3</sup>	18 x 10 <sup>5</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

--- Resultados que sobrepasan los límites máximos permisibles.

--- Resultados que no sobrepasan los límites máximos permisibles.

El Cuadro 5 muestra los resultados promedios de los análisis microbiológicos del recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables (UFC/ml) y coliformes totales (UFC/ml), realizados a la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán, comparados con la R.M. 591-2008-MINSA y la N.T.P. 202.001.2010, que establecen los criterios microbiológicos máximos permisibles para la leche cruda.

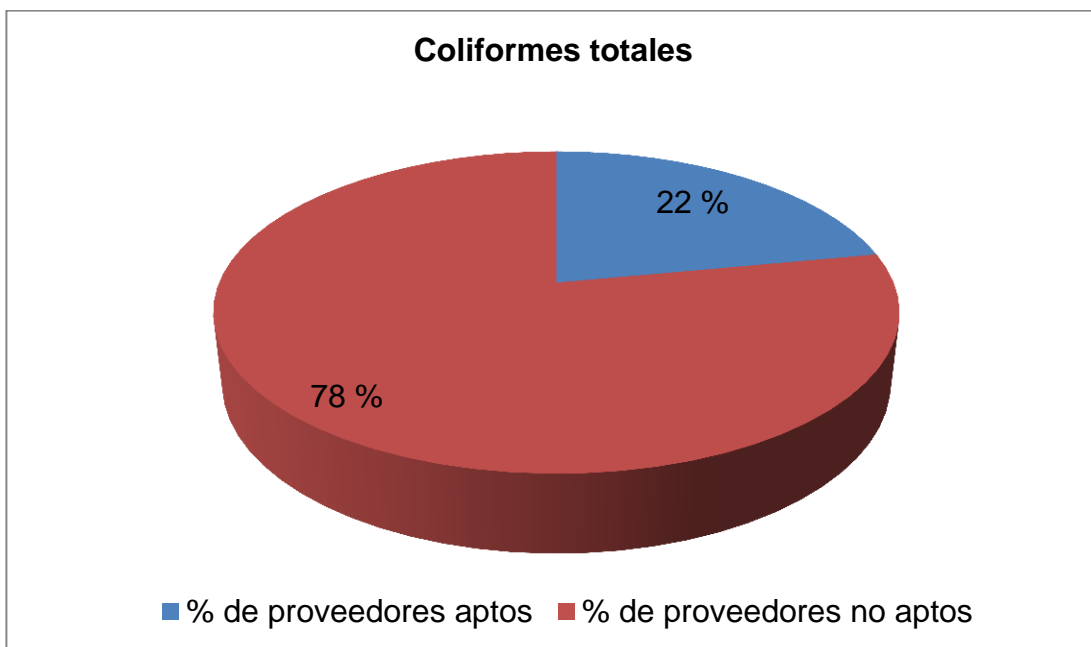


**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 1. Porcentajes del análisis microbiológico de microorganismos aerobios mesófilos viables de la leche cruda de Sama Inclán.**

El Gráfico 1 muestra los porcentajes de los análisis microbiológicos de microorganismos aerobios mesófilos viables realizados a la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán, calificados de acuerdo a la R.M. 591-2008-MINSA y la N.T.P. 202.001.2010., que establecen los criterios

microbiológicos máximos permisibles para la leche cruda, siendo no aptas el 62 % y aptas un 38 %.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 2. Porcentajes de los análisis microbiológicos de coliformes totales de la leche cruda de Sama Inlán.**

El Gráfico 2 muestra los porcentajes de los análisis microbiológicos de coliformes totales realizados a la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inlán, calificados de acuerdo a la R.M. 591-2008-MINSA y la N.T.P. 202.001.2010., que establecen los criterios microbiológicos máximos permisibles para la leche cruda, siendo no aptas el 78 % y aptas un 22 %.

**Cuadro 6. Resultados de los análisis fisicoquímicos (pH, acidez, densidad, sólidos grasos, sólidos totales y sólidos no grasos) en la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán.**

Proveedor	pH (H <sup>+</sup> )	Acidez (°D)	Densidad (g/100 ml)	Sólidos grasos (g/100 g)	Sólidos totales (g/100 g)	Sólidos no grasos (g/100 g)
1	6,57	14,9	1,029 7	3,45	11,57	8,11
2	6,67	14,8	1,028 9	3,04	10,87	7,83
3	6,50	14,4	1,026 9	3,15	10,51	7,36
4	6,58	14,9	1,029 9	3,39	11,54	8,16
5	6,60	15,4	1,028 8	3,86	11,83	7,97
6	6,59	14,5	1,027 8	3,16	10,75	7,59
7	6,55	14,4	1,030 1	3,68	11,94	8,26
8	6,66	15,3	1,030 1	3,56	11,80	8,24
9	6,64	15,9	1,028 5	3,43	11,24	7,82
10	6,68	13,8	1,029 4	3,59	11,66	8,08
11	6,67	15,4	1,030	3,15	11,29	8,14
12	6,52	14,3	1,029 1	3,24	11,15	7,91
13	6,58	14,3	1,028 3	3,44	11,19	7,75
14	6,62	14,5	1,029	3,74	11,72	7,98
15	6,63	14,3	1,029 3	3,59	11,63	8,04
16	6,52	14,1	1,029 0	3,24	11,12	7,88
17	6,58	14,6	1,029 6	3,31	11,37	8,06
18	6,62	15,9	1,030 1	3,77	12,04	8,27

(Continúa...)

--- Resultados que sobrepasan los parámetros permisibles.

--- Resultados que no sobrepasan los parámetros permisibles.

**Cuadro 6. Resultados de los análisis fisicoquímicos (pH, acidez, densidad, sólidos grasos, sólidos totales y sólidos no grasos) en la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán.**

Proveedor	pH (H <sup>+</sup> )	Acidez (°D)	Densidad (g/100 ml)	Sólidos grasos (g/100 g)	Sólidos totales (g/100 g)	Sólidos no grasos (g/100 g)
19	6,60	14	1,028 6	3,49	11,34	7,85
20	6,60	14,6	1,029 2	3,46	11,45	7,99
21	6,66	14,3	1,029	3,63	11,60	7,97
22	6,60	14,4	1,028 1	3,70	11,47	7,77
23	6,55	14,4	1,028 7	3,74	11,66	7,92
24	6,60	13,8	1,027 5	3,05	10,53	7,48
25	6,56	14,4	1,029 1	3,26	11,18	7,91
26	6,52	14,5	1,030 2	2,91	11,04	8,12
27	6,60	14,9	1,029 8	3,21	11,29	8,08
28	6,60	14,5	1,027 6	3,44	11,03	7,59
29	6,57	14,6	1,028 5	3,61	11,45	7,84
30	6,59	14,4	1,028 8	3,35	11,22	7,87
31	6,54	15,1	1,027 5	3,51	11,09	7,58
32	6,56	15,1	1,028 2	3,09	10,76	7,67
33	6,50	14,1	1,028 7	3,36	11,20	7,84
34	6,57	14,9	1,028 3	3,21	10,94	7,72
35	6,58	14,9	1,027 7	3,30	10,89	7,59
36	6,57	14,6	1,028 1	3,21	10,87	7,66

(Continúa...)

--- Resultados que sobrepasan los parámetros permisibles.

--- Resultados que no sobrepasan los parámetros permisibles.

**Cuadro 6. Resultados de los análisis fisicoquímicos (pH, acidez, densidad, sólidos grasos, sólidos totales y sólidos no grasos) en la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán.**

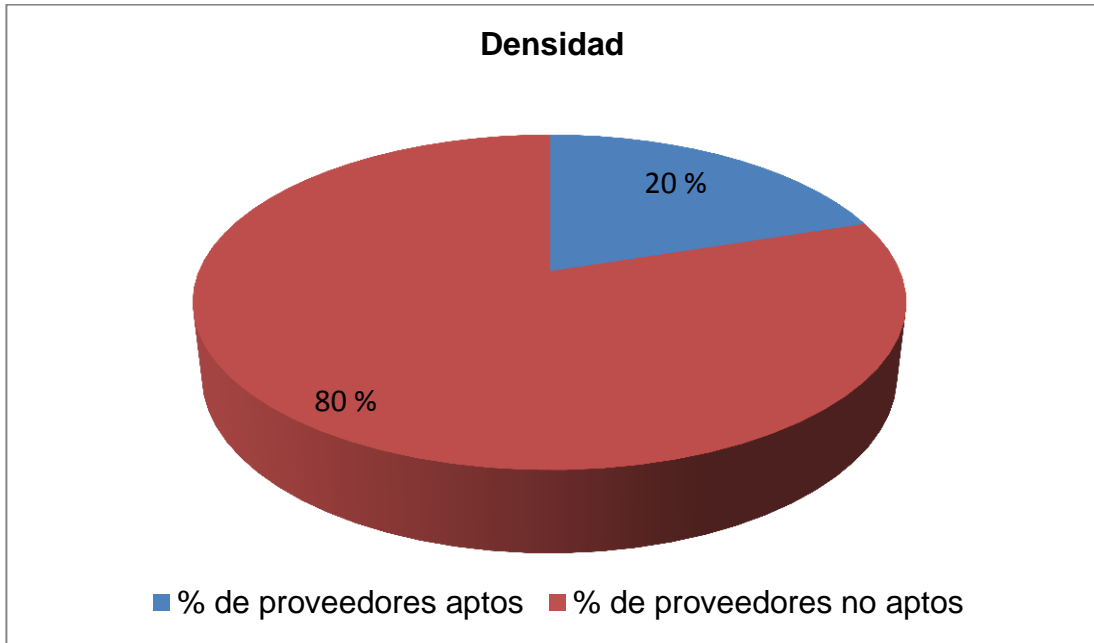
Proveedor	pH (H <sup>+</sup> )	Acidez (°D)	Densidad (g/100 ml)	Sólidos grasos (g/100 g)	Sólidos totales (g/100 g)	Sólidos no grasos (g/100 g)
37	6,61	14,8	1,028 4	3,07	10,77	7,71
38	6,53	14,6	1,028 3	3,58	11,37	7,79
39	6,57	14,5	1,028 6	3,15	10,93	7,78
40	6,65	14,2	1,029	3,10	10,97	7,87
41	6,59	14,7	1,029 2	3,20	11,13	7,93
42	6,56	15	1,029 2	3,50	11,50	8,00
43	6,60	14,3	1,029 7	3,08	11,11	8,03
44	6,61	14,5	1,029 3	3,42	11,42	8,00
45	6,55	14,7	1,029 1	3,18	11,09	7,91
46	6,58	14,5	1,029 4	3,20	11,20	8,00
47	6,61	14,5	1,028 9	3,35	11,23	7,88
48	6,52	14,5	1,029 4	3,40	11,43	8,03
49	6,60	14,5	1,029 3	3,30	11,27	7,97
50	6,60	14,5	1,029 3	3,35	11,33	7,98

**Fuente:** Elaboración propia.

--- Resultados que sobrepasan los parámetros permisibles.

--- Resultados que no sobrepasan los parámetros permisibles.

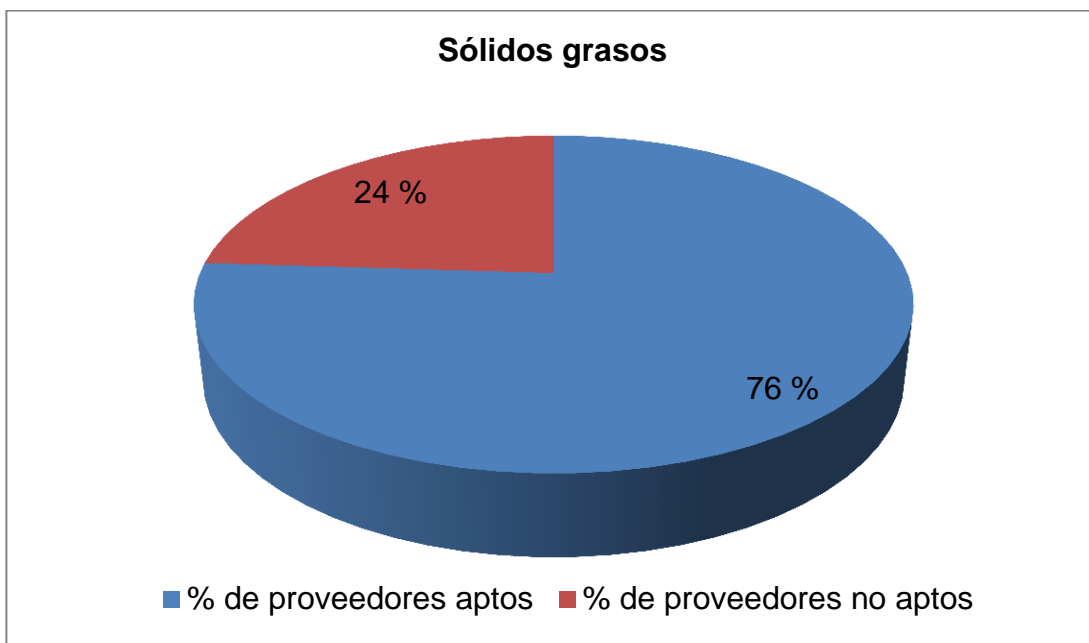
El Cuadro 6 muestra los resultados promedios de los análisis de pH ( $H^+$ ), acidez ( $^{\circ}D$ ), densidad (g/ml), sólidos grasos (g/100 g), sólidos totales (g/100 g) y sólidos no grasos (g/100 g), realizados a la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán, comparados con la N.T.P. 202.001.2010, que establecen los parámetros mínimos y máximos permisibles para la leche cruda.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 3. Porcentajes de los resultados de densidad de la leche cruda de Sama Inclán.**

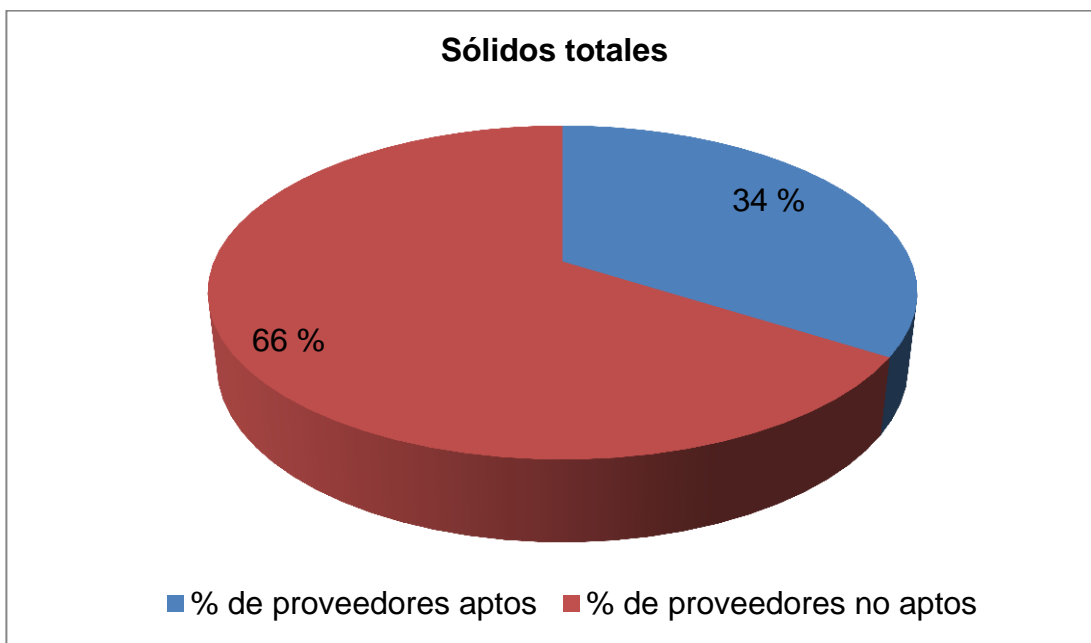
El Gráfico 3 muestra los porcentajes de los análisis de densidad realizados a la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán, calificados de acuerdo a la N.T.P. 202.001.2010., que establecen los parámetros para la leche cruda, siendo no aptas el 80 % y aptas el 20 %.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 4. Porcentajes de los resultados de los sólidos grasos de la leche cruda de Sama Inclán.**

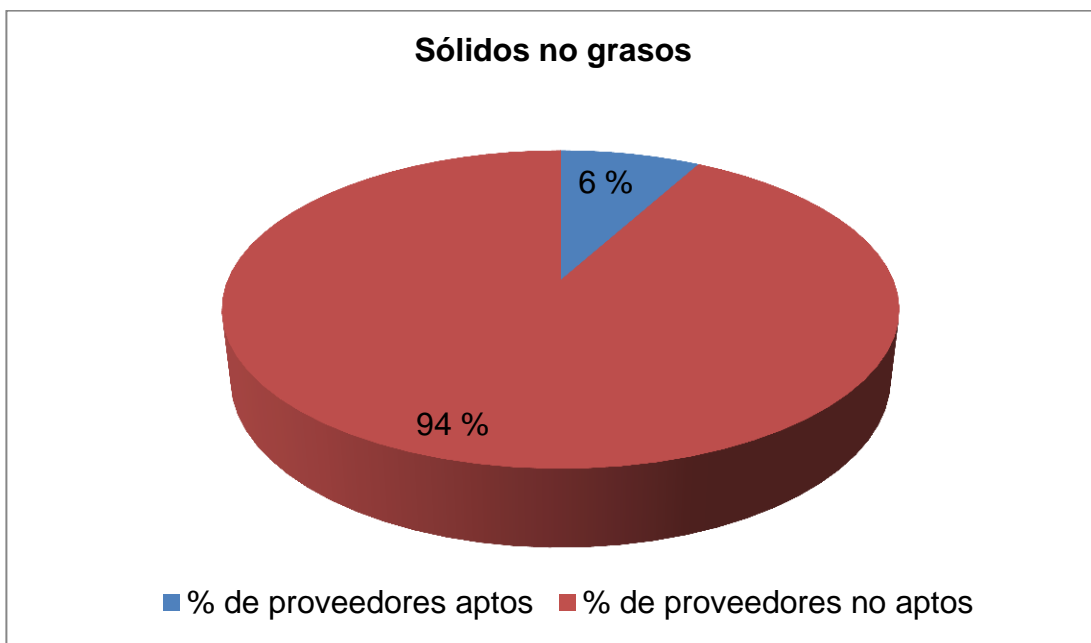
El Gráfico 4 muestra los porcentajes de los análisis de los sólidos grasos realizados a la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán, calificados de acuerdo a la N.T.P. 202.001.2010., que establece el parámetro mínimo permisible para la leche cruda, siendo no aptas el 24 % y aptas el 76 %.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 5. Porcentajes de los resultados de los sólidos totales de la leche cruda de Sama Inclán.**

El Gráfico 5 muestra los porcentajes de los análisis de los sólidos totales realizados a la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán, calificados de acuerdo a la N.T.P. 202.001.2010., que establece el parámetro mínimo permisible para la leche cruda, siendo no aptas el 66 % y aptas el 34 %.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 6. Porcentajes de los resultados de los sólidos no grasos de la leche cruda de Sama Inclán.**

El Gráfico 6 muestra los porcentajes de los cálculos obtenidos de los sólidos no grasos realizados a la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán, calificados de acuerdo a la N.T.P. 202.001.2010., que establece el parámetro mínimo permisible para la leche cruda, siendo no aptas el 94 % y como aptas el 6 %.

**Cuadro 7. Valores promedios de los resultados microbiológicos de la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán.**

<b>Microorganismo</b>	<b>N</b>	<b>Valor mínimo</b>	<b>Valor máximo</b>	<b>Promedio</b>
Coliformes totales	50	50 UFC/ml	$11,8 \times 10^5$ UFC/ml	$10,4 \times 10^4$ UFC/ml
Aerobios mesófilos viables	50	9 000 UFC/ml	$88 \times 10^5$ UFC/ml	$20,6 \times 10^5$ UFC/ml

**Fuente:** Elaboración propia.

El Cuadro 7 muestra el resultado microbiológico promedio para el recuento de coliformes totales que es  $10,4 \times 10^4$  UFC/ml y el recuento promedio para microorganismos aerobios mesófilos viables un  $20,6 \times 10^5$  UFC/ml, realizados a la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán, cuyos valores comparados con la R.M. 591-2008-MINSA y con la N.T.P. 202.001.2010, sobrepasan los criterios microbiológicos máximos permisibles para el consumo.

**Cuadro 8. Valores promedios de los resultados fisicoquímicos de la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán.**

<b>Parámetro</b>	<b>N</b>	<b>Valor mínimo</b>	<b>Valor máximo</b>	<b>Promedio</b>
pH	50	6,50 H <sup>+</sup>	6,68 H <sup>+</sup>	6,59 H <sup>+</sup>
Acidez	50	13,8 °D	15,9 °D	14,6 °D
Densidad	50	1,027 g/100 ml	1,030 g/100 ml	1,029 g/100 ml
Sólidos grasos	50	2,91 g/100 g	3,86 g/100 g	3,36 g/100 g
Sólidos totales	50	10,51 g/100 g	12,04 g/100 g	11,26 g/100 g
Sólidos no grasos	50	7,36 g/100 g	8,27 g/100 g	7,90 g/100 g

**Fuente:** Elaboración propia.

El Cuadro 8 muestran los resultados fisicoquímicos promedios para el pH, acidez, densidad, sólidos grasos, sólidos totales y sólidos no grasos siendo 6,59 H<sup>+</sup>; 14,6 °D; 1,029 g/100 ml; 3,36 g/100 g; 11,26 g/100 g y 7,90 g/100 g; respectivamente, realizados a la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán, cuyos valores comparados con la N.T.P. 202.001.2010, sólo el pH y acidez cumplen con los parámetros establecidos en la norma y la densidad,

sólidos grasos, sólidos totales y sólidos no grasos, no cumplen con la disposición mínima establecida en la norma.

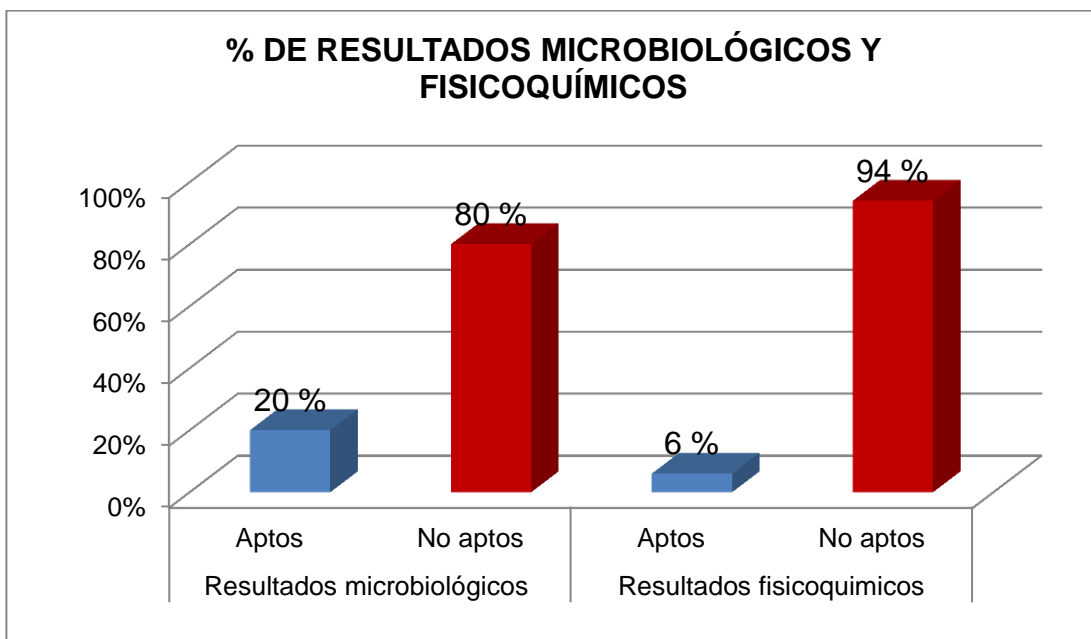
**Cuadro 9. Porcentajes de los resultados microbiológicos y fisicoquímicos de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la R.M. 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010.**

<b>Análisis</b>	<b>Total de proveedores</b>	<b>(N°) aptos</b>	<b>(%) aptos</b>	<b>(N°) no aptos</b>	<b>(%) no aptos</b>
Microbiológicos	50	10	20	40	80
Fisicoquímicos	50	3	6	47	94
Microbiológicos y fisicoquímicos	50	3	6	47	94

**Fuente:** Elaboración propia.

El Cuadro 9 muestra los resultados microbiológicos (Coliformes totales y microorganismos aerobios mesófilos viables) y fisicoquímicos (pH, acidez, densidad, sólidos grasos, sólidos totales y sólidos no grasos) de proveedores aptos y no aptos, realizados a la leche cruda del ganado vacuno de Sama

Inclán, comparados con R.M. 591-2008-MINSA y con la N.T.P. 202.001.2010, que establecen los criterios microbiológicos máximos permisibles y los parámetros fisicoquímicos permisibles para la leche cruda, que permiten calificar a una muestra de leche cruda como apta y no apta para el consumo.

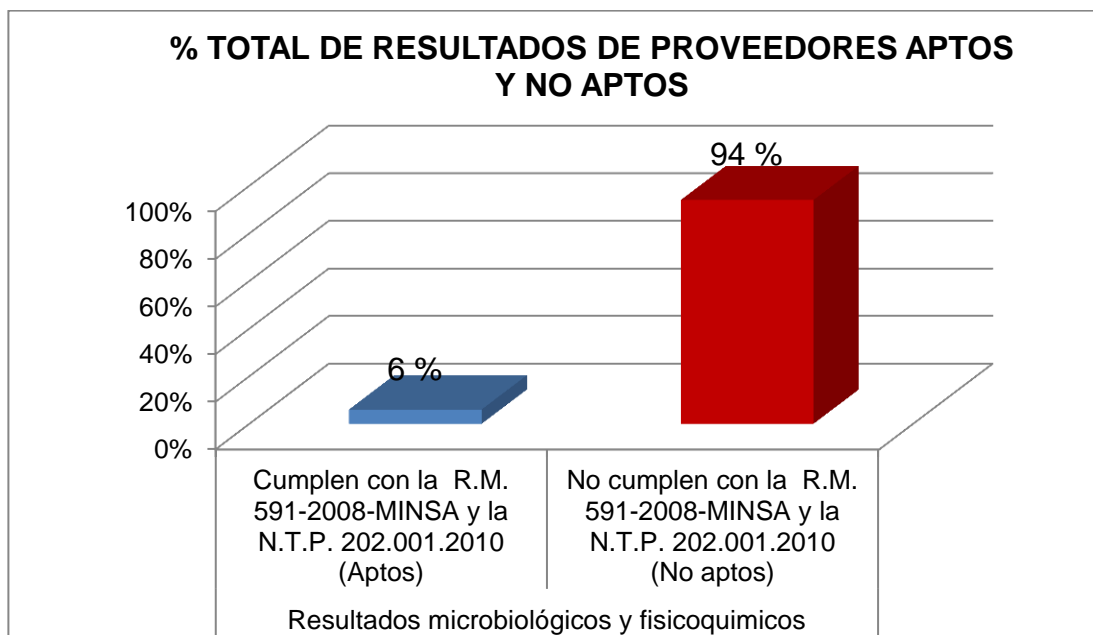


**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 7. Porcentajes de proveedores aptos y no aptos de los resultados microbiológicos y fisicoquímicos de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la R.M. 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010.**

El Gráfico 7, muestra los porcentajes de proveedores con muestras aptas y no aptas, obtenidos de los resultados de los análisis microbiológicos (Coliformes totales y microorganismos aerobios mesófilos viables) y

fisicoquímicos (pH, acidez, densidad, sólidos grasos, sólidos totales y sólidos no grasos) realizados a la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán, calificados de acuerdo a la R.M. 591-2008-MINSA y la N.T.P. 202.001.2010, que establecen los criterios microbiológicos máximos permisibles y los parámetros fisicoquímicos permisibles, siendo no aptos el 80 % y aptos el 20 % para los resultados microbiológicos y un 94 % no aptos y 6 % aptos para los resultados fisicoquímicos.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico 8. Porcentaje total de proveedores aptos y no aptos de los resultados microbiológicos y fisicoquímicos de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la R.M. 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010.**

El Gráfico 8 muestra los porcentajes de proveedores con muestras aptas y no aptas, obtenidos del consolidado de resultados de los análisis microbiológicos (Coliformes totales y microorganismos aerobios mesófilos

viables) y fisicoquímicos (pH, acidez, densidad, sólidos grasos, sólidos totales y sólidos no grasos) realizados a la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán, calificados de acuerdo a la R.M. 591-2008-MINSA y la N.T.P. 202.001.2010, que establecen los criterios microbiológicos máximos permisibles y los parámetros fisicoquímicos permisibles, siendo un total de no aptas que no cumplen con la normatividad vigente un 94 % y 6 % aptas que cumplen con la normatividad vigente.

#### IV. DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluaron un total de 150 muestras de leche cruda obtenidas de 50 proveedores de este alimento del valle de Sama Inclán, realizados en los meses de febrero – mayo, cuyo objetivo fue evaluar la calidad de la leche cruda del ganado vacuno mediante análisis microbiológicos y fisicoquímicos, debido a su gran importancia por el consumo masivo que realiza la población de la leche o derivados lácteos, puesto que, según **Calvache et al. (2012)**, menciona que el conocimiento es esencial para la comprensión de la naturaleza de la leche y sus productos derivados.

Así mismo, estas condiciones nutricionales y calidad de la leche, según **Hernández (2002)**, pueden ser verificadas mediante determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas que permiten conocer sus componentes. Por ello, en la presente investigación se determinó, tal como se muestra en el CUADRO 9 y GRÁFICO 7, la calidad microbiológica de la leche cruda, que mediante el recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables y

recuento de coliformes totales, los cuales han sido calificados de acuerdo a la **R.M. 591-2008-MINSA** y la **N.T.P. 202.001.2010**, que establecen los criterios microbiológicos máximos permisibles, se encontró que fueron no aptas microbiológicamente el 80 % por sobrepasar el límite máximo permisible y solo cumplían como aptas el 20 %. Con respecto a la calidad fisicoquímica, en las muestras de leche cruda sólo se evaluaron los análisis de pH, acidez, densidad, sólidos grasos, sólidos totales y sólidos no grasos; también calificados de acuerdo a los parámetros de calidad para la leche cruda en la **N.T.P. 202.001.2010**, siendo del total de muestras analizadas, no aptas el 94 % que no cumplieron con los requisitos y sólo el 6 % fueron aptas.

Según, los resultados obtenidos por **Machaca et al. (2002)** en los expendios ambulatorios de la ciudad de Tacna un 89,6 % presentaron una deficiente calidad microbiológica, y en la investigación de **Cohaila (2013)**, determinó que el 100 % de muestras analizadas en los mercados de Tacna, sobrepasaron los límites máximos permisibles. Estos resultados difieren de esta investigación, debido a que se obtuvieron las muestras de los mismos proveedores de leche.

En el CUADRO 9 y GRÁFICO 8, se observa que sólo el 6 % del total de las muestras analizadas de la leche cruda del Valle de Sama Inclán, cumplieron con los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos establecidos de acuerdo a la **R.M. 591-2008-MINSA** y la **N.T.P. 202.001.2010** y un 94 % no cumplen con éstas. Aun cuando en el área de estudio el valle de Sama Inclán, presentan un sistema de ordeño entre el manual y el mecánico, es probable que uno de los factores que influye en la calidad de leche, es la falta de capacitación de buenas prácticas de ordeño, ganaderos y agrícolas, es por ello la mala higienización en los equipos de ordeño y el manipulador, el estado de salud del ganado vacuno y en su mayoría una deficiente alimentación, que no logra cumplir con los requerimientos nutricionales del ganado. Un segundo factor que influye es la paga, puesto que muchos de los ganaderos se ven decepcionados, el cual es s/1,10 por parte del sector industrial privado y s/1,20 por parte de los acopiadores independientes; esto influye negativamente en los ganaderos del Valle de Sama Inclán, por ello la falta de preocupación en su gran mayoría para no capacitarse, sin descartar la posibilidad de acciones fraudulentas para aumentar el volumen, dañando el equilibrio de sus componentes y su calidad microbiológica.

**Cervantes et al. (2008)** menciona que en los países en desarrollo ganadero aplican la penalización por no cumplir con las medidas de higiene y el valor normal de los componentes de leche, según su normativa nacional que establece los parámetros de calidad microbiológica y fisicoquímica, lo que influye de forma positiva en el pago de incentivos.

En los resultados, obtenidos del recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables de la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán, en el CUADRO 5 y ANEXO 2, estos han sido calificados de acuerdo a la **R.M. 591-2008-MINSA** y la **N.T.P. 202.001.2010**, se determinó que el 62 % no son aptas puesto que éstas sobrepasan el límite máximo permisible y sólo el 38%, son aptas cumpliendo con la normativa vigente mostrados en el GRÁFICO 1. **Machaca et al. (2002)** en el estudio de vigilancia sanitaria de leche cruda de expendio ambulatorio en los centros de abasto de la ciudad de Tacna, sólo el 72,9 % superó el número permitido y, en la investigación de **Cohaila (2013)** el 92,19 % no cumplieron con la norma, superando los  $10^6$  UFC/ml. Estos valores por encima de los límites máximos permisibles solo pueden ser producto, según **Gaviria et al. (1994)**, de las siguientes fuentes de contaminación de la leche: del interior de la ubre, del exterior de la ubre y pezones, del equipo de ordeño, utensilios de lechería y del manipulador.

**Piñeros et al. (2005)** manifiesta que una leche higiénica normalmente contiene menos de  $10^5$  UFC/ml, mientras que una leche mal manejada puede contener de 2 a 20 millones de UFC/ml. En el CUADRO 7 se muestra un promedio de los resultados de los recuentos obtenidos de microorganismos aerobios mesófilos viables, siendo el valor de  $20,6 \times 10^6$  UFC/ml lo cual, según **I.C.M.F.S. (2000)** y **Pascual et al. (2000)**, estimarían la flora total, pero sin especificar tipos de gérmenes presentes, indicando si la limpieza y la desinfección durante los procesos de obtención, transporte y almacenamiento fueron realizados de forma adecuada.

En los resultados obtenidos del recuento de coliformes totales de la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán (CUADRO 5 y ANEXO 3), calificados de acuerdo a la **R.M. 591-2008-MINSA** y la **N.T.P. 202.001.2010**, se determinó que el 78 % fueron no aptas, puesto que éstas sobrepasan el límite máximo permisible y sólo el 22 %, fueron aptas, cumpliendo con la normativa vigente mostrados en el GRÁFICO 2. En el estudio realizado por **Machaca et al. (2002)** el 87,5 % superó el número permitido de coliformes y según **Cohaila (2013)** el 100 % no cumplía con la norma superando los  $10^3$  UFC/ml. Estos valores no garantizan, manifiesta **Cervantes et al. (2011)**, un producto de calidad, ya que la multiplicación de las colonias puede

producirse si las condiciones son adecuadas y más aún cuando el consumo del producto se realiza en forma directa, sin previa pasteurización. Mientras que **Luigi et al. (2013)**, en Venezuela, el 45 % de coliformes totales se encontraron por encima del límite permitido.

Según la normativa nacional vigente los valores obtenidos no debían superar los  $10^3$  UFC/ml. En el CUADRO 5 se muestra el promedio de los resultados obtenidos, superando el límite permitido para el recuento de coliformes totales, el cual se estimó en  $10,4 \times 10^4$  UFC/ml; este recuento de bacterias según **Celis et al. (2009)**, es el mejor indicador del grado de higiene bajo la cual se practicó el ordeño de la leche cruda, puesto que en **I.C.M.F.S. (2000)** se indica que se encuentran en el intestino del hombre y de los animales, pero también en otros ambientes: suelo, plantas, cáscaras, etc. y, aunque su especificidad como indicadores no es buena, se suelen usar como índice de contaminación fecal en la leche cruda.

**Celis et al. (2009)** menciona que este alimento se contamina corrientemente con coliformes, proveniente del estiércol, polvo, suelo, alimentos del ganado, agua, insectos o del contacto con residuos lácteos, que quedan en los utensilios de ordeño y tanques de transporte o almacenamiento, mal lavados y saneados. Por estas razones, es sumamente

difícil producir leche cruda libre de coliformes. Pero altos recuentos bacterianos de coliformes son indicativos de condiciones insanas de producción, transporte o almacenamiento y producen defectos en la leche.

Estos resultados del recuento microbiológico de microorganismos aerobios mesófilos viables y coliformes totales, en la leche cruda del Valle de Sama Inclán, que superan en un 80 % los límites máximos permisibles, se debe, según **Varman (1995)** a la composición propia de la leche, el cual le convierte en un medio excelente para el crecimiento incontrolado de una gran variedad de microorganismos, que pueden conducir a la alteración de este producto y a veces al desarrollo de patógenos. Cabe agregar que **Compaire (1976)**, mencionó que la leche permite el desarrollo microbiano; consecuencia de múltiples cualidades de la misma, como ser casi neutra, por su proteínas que prevén a los gérmenes de nitrógeno, un hidrato de carbono disuelto (lactosa) y un ácido orgánico (el ácido cítrico), que permite que obtengan la energía calórica y las sales minerales necesarias para la elaboración de su protoplasma.

Por ello, **Pascual (1992)** menciona que el contenido bacteriano de la leche, se emplea para medir su calidad sanitaria; puesto que, según **Figuroa (2004)**, el contenido microbiano de la leche cruda influye mucho en

su calidad. Está en función por una parte, de la higiene mantenida en el proceso de obtención de la leche, de las condiciones de almacenamiento y del transporte y, por otra, del estado sanitario de la vaca.

En los resultados obtenidos del pH y acidez de la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán; según el CUADRO 6 y ANEXOS 4 y 5, calificados de acuerdo a la **N.T.P. 202.001.2010**, que establecen los parámetros permisibles para la leche cruda, se determinó que el 100 % fueron aptas, cumpliendo con los parámetros; cuyo porcentaje difiere del estudio realizado por **Machaca et al. (2002)**, en los expendios de la ciudad de Tacna, ya que el 39,6 % no lo cumplió para acidez.

Según **Alais (1988)** el pH no es un valor constante sino que puede variar en el curso del ciclo de lactación y bajo la influencia de la alimentación, representa la acidez actual de la leche. Su valor en la leche fresca está entre 6,5 y 6,8; el CUADRO 8 muestra un promedio de los resultados obtenidos para el pH, cuyo valor fue de 6,59 que no supera el parámetro permisible. **Alais (1988)** indica que la leche debido a sus sustancias ácidas (ácido fosfórico, ésteres fosfóricos de la caseína, ácido cítrico, ácido láctico, ácido carbónico, ácido aspártico y glutámico) bases débiles (cal, arginina, lisina) actúan como sustancias buffer, los cuales pueden amortiguar las variaciones

de pH. **Zavala (2005)** y **Alais (1988)** precisan, que valores de pH menores de 6,4 indicarían procesos de acidificación y, en este caso, no puede soportar tratamientos térmicos; valores por encima de 6,9 indican neutralización por sustancias alcalinas o presencia de mastitis en el ganado.

En cuanto a la acidez normal, según la normativa vigente nacional de la leche, está entre 14 y 18 °Dornic, el resultado promedio obtenido, mostrado en el CUADRO 8 para la leche cruda del Valle de Sama Inclán en esta investigación, fue de 14,6 °Dornic. **Piñeros et al. (2005)** indicaron que niveles por debajo de 13° Dornic podrían indicar adición de agua, neutralización de la leche con sustancias alcalinas o leches mastíticas y niveles por encima de lo normal se presentan por almacenamiento prolongado de la leche, sin suficiente refrigeración, o por falta de higiene en su manejo.

En cuanto a los resultados de la densidad en el CUADRO 6 y ANEXO 6, según la **N.T.P. 202.001.2010**, se calificaron los resultados para la leche cruda del ganado vacuno del valle de Sama Inclán, encontrándose que el 80 % no cumplían con los parámetros, siendo no aptas y, un 20 % calificado como aptas, ilustrados en el GRÁFICO 3. **Machaca et al. (2002)** determinó en los centros de abasto de Tacna, que el 75 % no cumplieron con

los requisitos establecidos para densidad y **Cervantes et al. (2011)**, en el estudio hecho en las I.E. del programa del PRONAA, determinó que el 73 %, que no cumplían con la densidad establecida; según la N.T.P. Estos resultados podrían darse por el nivel de adulteración, debido a la agregación de agua a la leche para aumentar volúmenes, también podría deberse por una deficiente alimentación del ganado vacuno. **Jiménez (2005)** determinó valores de densidad entre 1,032 g/100 ml en Venezuela. En el CUADRO 8 se muestra para el Valle de Sama Inclán de Tacna, una densidad promedio de 1,029 g/100 ml de leche, este valor se encuentra por debajo de los estándares, lo que indicarían adición de agua y, valores por encima adición de sólidos extraños a la leche. Aquí en Tacna se toma como un parámetro de evaluación de calidad de leche, por parte de los acopiadores de leche.

En cuanto se refiere a los resultados de sólidos grasos para el Valle de Sama Inclán en el CUADRO 6 y ANEXO 7, según la **N.T.P. 202.001.2010**, cumplen con el parámetro mínimo permisible sólo un 76 % y, como no aptas el 24 %, ilustrados en el GRÁFICO 4. Cuyo resultado promedio, dieron un valor de 3,36 g/100 g (CUADRO 6); sin embargo, **Bonilla (2008)** encontró un valor de 3,51 g/100 g; la variabilidad de los resultados entre estos, según **Piñeros et al. (2005)** y **Spreer (1991)**, es debido a su influencia por aspectos

relacionados con genética, raza, época del año, clima, fase y número de lactancia, y principalmente por la alimentación.

Para algunas razas de ganado vacuno **Piñeros et al. (2005)** menciona, un valor normal es de 3,4 a 3,8 g/100 g, para la raza Holstein y de 4,0 a 5,5 g/100 g, para otras razas menos especializadas en producción de leche. Pero básicamente en Sama Inclán, predomina la raza Holstein. **Cervantes et al. (2008)** menciona que se relaciona con el tipo de alimentación. Este y otros factores, manifiestan **Calvache et al. (2012)** y **Jiménez (2005)**, son la humedad y la temperatura de la zona, que también afectan la estacionalidad de la producción de leche, es decir, hay una correlación inversamente proporcional entre la temperatura ambiental y la cantidad de leche, grasa y proteínas producidas y la mastitis que produce una disminución del porcentaje de los sólidos grasos.

En los cálculos obtenidos para los sólidos totales y sólidos no grasos (CUADRO 6 y ANEXOS 8 y 9), realizados a la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán, calificados de acuerdo a la **N.T.P. 202.001.2010**, que establece el parámetro mínimo permisible para la leche cruda, se hallaron que el 66 % no cumplieron con el parámetro permisible y el 34 % cumplieron con el estándar de calidad para los sólidos totales; ilustrados en

el GRÁFICO 5. Mientras que un 94 %, no cumplen con el parámetro de sólidos no grasos y solo el 6 % cumplen con el estándar de calidad; ilustrados en el GRÁFICO 6.

Como un promedio, de los resultados obtenidos para sólidos totales y sólidos no grasos (CUADRO 8), se muestra los valores de 11,26 g/100 g y 7,90 g/100 g, para sólidos totales y sólidos no grasos, respectivamente. En el estudio realizado por **Bonilla (2008)**, halló valores en la leche cruda de 12,95 g/100 g y 8,81 g/100 g, para sólidos totales y sólidos no grasos, respectivamente y, **Mamani (2008)**, en el estudio de la sub-cuenca Majes; observó para sólidos totales 12,2 a 12,4 g/100 g y **Piñeros et al. (2005)** halló para sólidos no grasos valores entre 8,4 y 9,2 g/100 g.

Los valores bajos, calculados para la leche cruda del valle de Sama Inclán, nos indicarían la evidencia de leches muy pobres o con agua adicional, es por esto la importancia de los resultados; **Piñeros et al. (2005)** indica, que a mayor medida en que una leche tenga mayor contenido de sólidos totales y por ende sólidos no grasos, tiene más valor económico, pues dará mayor rendimiento en los procesos industriales y será más nutritiva este derivado lácteo por sus componentes.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación de la calidad de la leche cruda de Sama Inclán; calificados mediante parámetros microbiológicos y fisicoquímicos establecidos en la R.M. 591-2008-MINSA y la N.T.P. 202.001.2010, se puede concluir lo siguiente:

- Se determinó que un 80 % de las muestras analizadas no cumplen con los parámetros de calidad microbiológica y el 94 % tampoco con los parámetros de calidad fisicoquímica, realizados en la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán, según la normativa vigente nacional; siendo aptas de buena calidad, solo un 6 % para su consumo y comercialización en Tacna.
- Se evaluaron los recuentos de coliformes totales con un 78 % como no aptos y para aerobios mesófilos viables un 62 % como no aptos, superando los límites permisibles, con valores promedios de  $10,4 \times 10^4$  UFC/ml y  $20,6 \times 10^5$  UFC/ml, respectivamente, en la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán.

- Se estimaron para los análisis de pH y acidez, el 100 % aptas, densidad el 80 % no aptas, sólidos grasos el 76 % aptas, sólidos totales el 66 % no aptas y sólidos no grasos el 94 % no aptas, comparados con los parámetros permisibles, obteniendo como valores promedios de 6,59 H<sup>+</sup>; 14,6 °D; 1,029 g/100 ml; 3,36 g/100 g; 11,26 g/100 g y 7,90 g/100 g; respectivamente, en la leche cruda del ganado vacuno de Sama Inclán.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda, a las autoridades pertinentes realizar capacitaciones referentes a buenas prácticas de ordeño, ganaderas y agrícolas, que ayuden a mejorar la calidad de la leche cruda del Valle de Sama Inclán.
- Posterior a las capacitaciones, realizar un estudio para verificar su influencia en el mejoramiento de la calidad, en el sector pecuario.
- Recomendar a las autoridades sanitarias pertinentes, realizar un seguimiento continuo y permanente, para fiscalizar la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche cruda en la ciudad de Tacna.
- Realizar una investigación paralela que contemple factores físicos, fisiológicos y ambientales, y su influencia en la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche cruda.
- Así mismo, se recomienda hacer una evaluación de la calidad de agua que se usa para el consumo del ganado y lavado de utensilios de ordeño.
- Recomendar al sector industrial privado, realizar capacitaciones que comprometan el mejoramiento de calidad de leche y a futuro implementen un sistema de pago penalizado y/o bonificado de acuerdo a la calidad.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **ADAMS, M.; MOSS M.** 1995. Microbiología de los alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza. España. p. 130, 131 y 135.
- **ALAIS, CH.** 1984. Ciencia de la leche. Ed. CECSA. México. p. 31-35, 195-197, 233-239, 407, 408.
- **ALERTE, V.; CORTÉS, S.; DÍAZ, J.; VOLLAIRE, J.; ESPINOZA, M.; SOLARI, V.; CERDA, J.; TORRES, M.** 2012. Brotes de enfermedades transmitidas por alimentos y agua en la Región Metropolitana, Chile (2005-2010). Rev. Chilena Infect. Vol. 29: 26-31.
- **AMIOT, J.** 1991. Ciencia y tecnología de la leche. Ed. Acribia. Zaragoza. p. 1-47; 112-124
- **ARAÚJO, V.; PAGLIARES, V.; QUEIROZ, M.; FREITAS, A.** 2002. Occurrence of *Staphylococcus* and enteropathogens in soft cheese commercialized in the city of Rio de Janeiro, Brazil. Universidad del Estado de Rio de Janeiro, Facultad Ciencias Médicas. Journal Applied Microbiology. Vol. 92:1172-1177. Brasil.

- **ASSOCIATION OF OFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. (A.O.A.C.)**  
1995. Métodos oficiales de análisis. Método Oficial de la AOAC 986.33: Bacterial and Coliformes en leche. Método del film seco rehidratable. Publicado por AOAC international. 16ava edición Capítulo 17. USA. p. 12.
- **BONILLA, D.** 2008. Caracterización de la composición e higiene de leche acopiada en una planta pasteurizada. Universidad Veracruzana Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz – México. p 78.
- **CALVACHE, I.; NAVAS, A.** 2012. Factores que influyen en la composición nutricional de la leche. Revista Ciencia animal. N°5. ISSN 2011-513X. Bogotá Colombia. pp 73-85.
- **CASTLE, M.; WALKINS, P.** 1988. Producción lechera moderna. Ed. Acribia. Zaragoza. p. 143-149.
- **CELIS, M.; JUAREZ, D.** 2009. Microbiología de la leche. Editorial Universidad Tecnológica Nacional. EDUTECNE. p. 12-17.
- **CERVANTES, J. C.; RIVERA, O. A.** 2011. Control de calidad microbiológico, identificando presencia de Coliformes fecales en la leche fresca recepcionada por las I. E. del programa del PRONAA-Tacna 2010. Rev. Médica Basadrina ISSN 2077-0014 - 2011; 5(2):6-7.Tacna-Peru.

- **CODEX ALIMENTARIUS**, 2009. Código de prácticas de higiene para la leche y productos lácteos. CAC/RCP57-2004. [On line]. Recuperado de [www.codexalimentarius.org/input/download/.../CXP\\_057s.pdf](http://www.codexalimentarius.org/input/download/.../CXP_057s.pdf).
- **CODEX STAN 206**. 1999. Norma general del codex para el uso de términos lecheros. [On line]. Recuperado de [www.codexalimentarius.org/input/download/.../CXS\\_206s.pdf](http://www.codexalimentarius.org/input/download/.../CXS_206s.pdf).
- **COMPAIRE, F.** 1976. Quesos: tecnología y control de calidad. 2 da edición. Ed. Extensión Agraria. Madrid, España. p. 41 y 42.
- **FENEMA, O.** 1982. Introducción a la ciencia de los alimentos. Editorial Reverte S.A. Perú.
- **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (F.A.O.)**. 2013. Producción y productos lácteos. [On line]. Recuperado de <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/portal-lacteo/es/#.UoLMZ4LdnTE>.
- **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (F.A.O.)**. 2007. Producción mundial. [On line]. Recuperado de <http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production.Livestock.Primary&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=ES>

- **FERNADEZ, A.; MARTINEZ, L.; PAREDES, L.; QUISPE, G.; PAREJA, J. MOORE, J.; PERZ, L.; LAZARO, C.; PALOMINO, W.** 2010. Programa modular tecnología productiva en lácteos calidad de la leche. Solid OPD organización privada de desarrollo. Perú. p. 78-84.
- **FIGUEROA, C.** 2004. Manual de buenas prácticas en producción de leche. Secretaria de Agricultura – ganadería desarrollo rural y alimentación. Valenzuela.
- **FRAZIER, W.; WESTHOFF, D.** 1993. Microbiología de alimentos. Cuarta edición, Editorial Acribia S. A. Zaragoza España. p 680.
- **GAVIRIA, L.; CLADERON, C.** 1994. Control Microbiológico de la leche y productos lácteos. ICONTEC parte 2. Santa Fé de Bogotá. p. 42.
- **HERNÁNDEZ, A.; BLANCO, O.; ONTIVEROS, C.; TEPAL, C.; MONTERO, L. Y GID, R.** 2009. Calidad de la leche. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS INIFAP (INIFAP). Folleto Técnico No. 3, Veracruz, Ver., Méx. p. 373.
- **HEER, G.** 2007. Microbiología de la leche. [On line]. Recuperado de: <http://www.fcv.unl.edu.ar/archivos/grado/catedras/tecnologialeche/informacion/microbiologia.pdf>

- **HERNÁNDEZ, R.; PONCE, P.** 2002. Composición actual de la leche en Cuba. Revista de Salud Animal. 24 (3):111-114. Cuba.
- **I.C.M.S.F.** 2000. Microorganismos de los Alimentos. Vol. 6, Ecología Microbiana de los productos Alimentarios. Editorial Acribia, S.A. – Zaragoza, España.
- **INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ/ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (INCAP/OPS).** 2006. Adaptación del Manual 5 Claves de la OMS para la Inocuidad de los Alimentos en Escuelas Primarias de Guatemala. Guatemala. [On line]. Recuperado de <http://www.who.int/foodsafety/consumer/Guatemala.pdf>.
- **JAY, J.** 1978. Microbiología moderna de los alimentos. 2<sup>da</sup> ed. Ed. Acribia. Zaragoza, España. p. 301.
- **JIMENEZ, W.** 2005. Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche bovina de tres principales pequeños productores de Santa Ana Mixtan del parcelamiento nueva concepción, escuintla, Guatemala.
- **LANCELLE, M.; VASEK, O.** 2005. Calidad microbiológica de la leche cruda usada en queserías de la provincia de Corrientes. [En línea]. Facultad de Cs. Exactas y Naturales y Agrimensura. UNNE. Argentina.

[On line]. Recuperado de <http://www.unne.edu.ar/cyt/2002/08-Exactas/E-008.pdf>

- **LUIGI, T.; ROJAS, L.; VALBUENA, O.** 2013. Trabajo de evaluación de la calidad higienico – sanitario de la leche cruda y pasteurizada expendida en el estado Carabobo, Venezuela. Rev. Salus ISSN 1316 – 7138. Vol. 17 N° 1. Venezuela.
- **MACHACA, V.; ALBARRACÍN, M.; QUISPE, C.; SAKURAY, S.** 2002. Vigilancia sanitaria de leche cruda de expendio ambulatorio en los centros de abasto de la ciudad de Tacna. Laboratorio de Referencia Regional Tacna. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública ISSN: 1726-4642 vol. 19, núm. 99, pp. S26-S28. Instituto Nacional de Salud. Lima – Perú.
- **MAMANI, J.** 2008. Calidad de leche: resultados de análisis de muestras de leche sub-cuenca majes año 2008. 2009. Perú láctea Arequipa- Perú.
- **MORALES, M.** 1999. Factores que afectan la composición de la leche. Revista Tecno Vet. ISSN 0718-1817. Volumen 05 N°1. Chile.
- **MORENO, F.C.; RODRIGUEZ, G.; MENDEZ, V.M.; OSUNA, L.E.; VARGAS, M.R.** 2007. Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del alto de

Chicamocha (departamento de Boyaca) Revista de medicina veterinaria  
Universidad de la Salle. N°014:61-83 ISSN 0122-9354 Bogotá Colombia  
pp. 61-83

- **MUNGUIA, J.** 2010. Manual de procedimientos para análisis de calidad de la leche. TECHNOSERVE Proyecto Occidente ganadero. Nicaragua. p. 19-33.
- **MURRAY, S.; LARRY, S.** 2009. Estadística. 4ta edición. Mc Graw-Hill. México, D.F.
- **NORMA TÉCNICA PERUANA 202.008.** 1998. Leche y productos lácteos. Leche cruda. Ensayo de la determinación de la densidad relativa método usual. 1998-12-09 2da edición. Lima - Perú.
- **NORMA TÉCNICA PERUANA 202.028.** 1998. Leche y productos lácteos. Leche cruda. Ensayo de materia grasa. Técnica de Gerber. 1998-12-09 2da edición. Lima - Perú.
- **NORMA TÉCNICA PERUANA 202.118.** 1998. Leche y productos lácteos. Leche cruda. Determinación de sólidos totales. 1998-12-09 1era edición. Lima - Perú.

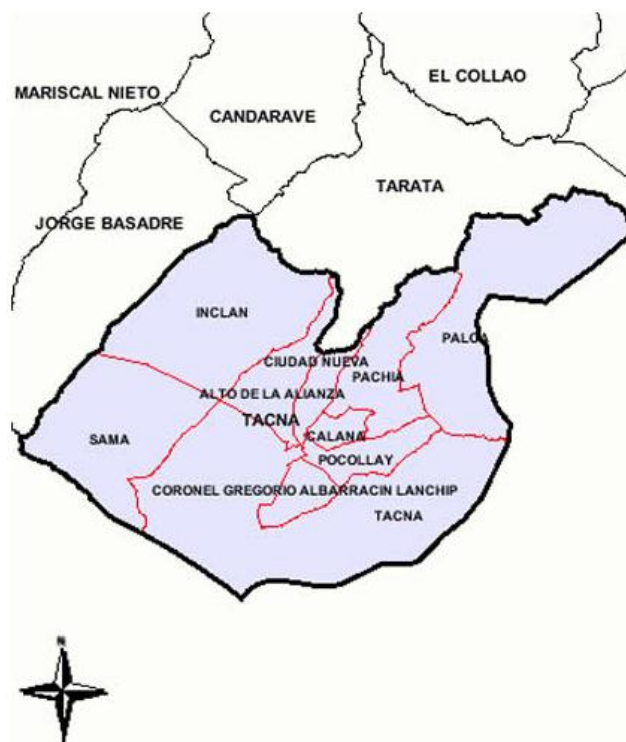
- **NORMA TÉCNICA PERUANA 202.116.** 2008. Leche productos lácteos. Leche cruda. Determinación de acidez de leche. Método volumétrico 2008-01-02 3era edición. Lima – Perú.
- **NORMA TÉCNICA PERUANA 202.001.** 2010. Leche y Productos Lácteos. Leche cruda. Requisitos. 2010-03-10. 5ta edición. Lima - Perú.
- **NORMA TÉCNICA PERUANA 202.112.** 1998. Leche y productos lácteos. Leche cruda. Muestreo de productos Lácteos, Instrucción general. 1998-12-09 1era edición. Lima - Perú.
- **OLSEN, S.; YING, M.; DAVIS, M.; HOLLAND, B.; LAMPIETROT, L.** 2004. Multidrug-resistant *Salmonella typhimurium* infection from milk contaminated after pasteurization. Centers for Disease Control and Prevention. Emerging Infectious Diseases. ISSN: 1080-6059. Vol. 10:5; 932-935. USA.
- **PAREDES, M.; PÉREZ, M.; QUISPE, G.; LÁZARO, C.; CIPRIAN, J.; PALOMINO, W.** 2010. Programa Modular Tecnología Productiva en Lácteos “Calidad de Leche”. Solid Organización Privada de Desarrollo 1era Edición. Lima – Perú.
- **PASCUAL, A.** 1992. Microbiología alimentaria. Ed. Díaz de Santos. Zaragoza, España. p. 17, 205-207.

- **PASCUAL, A.** 2000. Microbiología alimentaria. Metodología analítica para alimentos y bebidas. Ed. Díaz de Santos. 2da edición. Madrid – España. p. 9 – 19.
- **PIÑEROS, G.; TELLEZ, G.; CUBILLOS, A.** 2005. La calidad como factor de competitividad en la cadena láctea; cuenca lechera del alto Chicamocha (Boyaca). Grupo de investigación en gestión de empresas pecuarias (GIGEP) Universidad nacional de Colombia Facultad de medicina Veterinaria y de Zootecnia. Bogotá. p. 17-33.
- **PONCE, P.** 2002. Una condición para la eficiencia: Calidad de la leche cruda. CENSA ACPA. p. 51-53.
- **RAY, B.; BHUNIA, A.** 2010. Fundamentos de microbiología de los alimentos. Cuarta edición. Editorial Mc. Graw-Hill Interamericana editores S.A. México.
- **SÁNCHEZ, E.** 1998. Evaluación fisicoquímica y bacteriológica de la leche fresca producida en el Parcelamiento Cuyuta Municipio de Masagua, Departamento de Escuintla. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Guatemala. p. 5-19.
- **SASTRE A.** 2005. La leche y los lácteos. [On line] Recuperado de <http://www.geocities.com/tenisoat/leche .htm>

- **SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE (SENA)**, 1987. Derivados Lácteos. Bloque modular 2 Componentes de la leche. Vol 1 Ej 1. Centro agropecuario de la Sabana. Bogotá. p. 9-25.
- **SPREER, E.** 1991. Lactología industrial. Ed. Acribia. Zaragoza - España. p.7-55.
- **VARMAM, A.** 1995. Leche y productos lácteos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza - España. p. 634-637.
- **VITULICH, C.** 2011. Contaminación bacteriológica de la leche: Causas y control. Perú Láctea. [On line]. Recuperado de <http://www.perulactea.com/2011/07/14/contaminacion-bacteriológica-de-la-leche-causas-y-control/>
- **WALSTRA, P., JINNESS, R.** 1987. Química y física lactológica. Zaragoza, ES., Acribia. p.13
- **ZAVALA, J.** 2009. Manual de centros de acopio y pasteurización, en pequeña escala. Dirección general de competitividad agraria del ministerio de Agricultura. Lima-Perú.
- **ZAVALA, J.** 2005. Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche. DGPA dirección general de promoción agraria. Ministerio de agricultura dirección de crianzas. Lima-Perú.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1. Ubicación del distrito de Inclán, Valle Sama región Tacna.



Fuente: INEI, 2015.

**ANEXO 2. Resultados microbiológicos del recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la R.M. 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010.**

Proveedor	Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables (UFC/ml)	Límite máximo permisible según la RM 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010	Calificación
1	64 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
2	12 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
3	44 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
4	68 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
5	18 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
6	46 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
7	26 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
8	16 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
9	29,3 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
10	35,7 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
11	47,3 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
12	22,9 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
13	10,1 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
14	54,1 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
15	14,3 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
16	31,7 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
17	25,8 x 10 <sup>6</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
18	9 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
19	20 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
20	39 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto

(Continúa...)

--- Resultados que sobrepasan los límites permisibles.

**ANEXO 2. Resultados microbiológicos del recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la R.M. 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010.**

Proveedor	Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables (UFC/ml)	Límite máximo permisible según la RM 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010	Calificación
21	98 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
22	27 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
23	30 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
24	25,7 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
25	34,1 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
26	24,7 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
27	34,5 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
28	23,6 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
29	10 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
30	70 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
31	49,5 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
32	16,2 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
33	20 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
34	32,5 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
35	61,5 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
36	47,8 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
37	33 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	Apto
38	88 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
39	20,8 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
40	30,8 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto

(Continúa...)

--- Resultados que sobrepasan los límites permisibles.

**ANEXO 2. Resultados microbiológicos del recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la R.M. 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010.**

<b>Proveedor</b>	<b>Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables (UFC/ml)</b>	<b>Límite máximo permisible según la RM 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010</b>	<b>Calificación</b>
41	25,3 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
42	38,4 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
43	38,5 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
44	27 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
45	19 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
46	59,3 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
47	38,4 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
48	45 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
49	30,6 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto
50	18 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	No apto

**Fuente:** Elaboración propia.

*--- Resultados que sobrepasan los límites permisibles.*

**ANEXO 3. Resultados microbiológicos del recuento de coliformes  
totales de la leche cruda de Sama Inclán comparados con  
la R.M. 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010.**

Proveedor	Recuento de coliformes totales (UFC/ml)	Límite máximo permisible según la RM 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010	Calificación
1	$8 \times 10^3$	$1 \times 10^3$	No apto
2	$71 \times 10^3$	$1 \times 10^3$	No apto
3	$46 \times 10^3$	$1 \times 10^3$	No apto
4	$3 \times 10^3$	$1 \times 10^3$	No apto
5	$13 \times 10^4$	$1 \times 10^3$	No apto
6	$20 \times 10^3$	$1 \times 10^3$	No apto
7	$8 \times 10^2$	$1 \times 10^3$	Apto
8	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$	Apto
9	$11,8 \times 10^4$	$1 \times 10^3$	No apto
10	$15,3 \times 10^4$	$1 \times 10^3$	No apto
11	$15,4 \times 10^4$	$1 \times 10^3$	No apto
12	$10,1 \times 10^4$	$1 \times 10^3$	No apto
13	$36 \times 10^3$	$1 \times 10^3$	No apto
14	$11,3 \times 10^4$	$1 \times 10^3$	No apto
15	$45 \times 10^3$	$1 \times 10^3$	No apto
16	$24,1 \times 10^4$	$1 \times 10^3$	No apto
17	$64,7 \times 10^3$	$1 \times 10^3$	No apto
18	$15 \times 10$	$1 \times 10^3$	Apto
19	$47,3 \times 10^3$	$1 \times 10^3$	No apto
20	$5 \times 10^3$	$1 \times 10^3$	No apto

(Continúa...)

*--- Resultados que sobrepasan los límites permisibles*

**ANEXO 3. Resultados microbiológicos del recuento de coliformes totales de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la R.M. 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010.**

Proveedor	Recuento de coliformes totales (UFC/ml)	Límite máximo permisible según la RM 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010	Calificación
21	20 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
22	12,5 x 10 <sup>2</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
23	47,5 x 10 <sup>2</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
24	25,7 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
25	42,5 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
26	9,5 x 10 <sup>2</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	Apto
27	5 x 10	1 x 10 <sup>3</sup>	Apto
28	16,4 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
29	5 x 10	1 x 10 <sup>3</sup>	Apto
30	5 x 10	1 x 10 <sup>3</sup>	Apto
31	10,1 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
32	10,3 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
33	6 x 10 <sup>2</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	Apto
34	65 x 10	1 x 10 <sup>3</sup>	Apto
35	25 x 10	1 x 10 <sup>3</sup>	Apto
36	53,7 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
37	45 x 10	1 x 10 <sup>3</sup>	Apto
38	35 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
39	57 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
40	12 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto

(Continúa...)

*--- Resultados que sobrepasan los límites permisibles.*

**ANEXO 3. Resultados microbiológicos del recuento de coliformes totales de la leche cruda de Sama Inclán comparados con la R.M. 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010.**

<b>Proveedor</b>	<b>Recuento de coliformes totales (UFC/ml)</b>	<b>Límite máximo permisible según la RM 591-2008-MINSA y N.T.P. 202.001.2010</b>	<b>Calificación</b>
41	57 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
42	21,5 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
43	16 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
44	9 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
45	4 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
46	23,5 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
47	16,8 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
48	38,5 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
49	27 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto
50	45 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	No apto

**Fuente:** Elaboración propia.

*--- Resultados que sobrepasan los límites permisibles.*

**ANEXO 4. Resultados fisicoquímicos del pH comparado con la N.T.P  
202.001.2010.**

<b>Proveedor</b>	<b>pH (H<sup>+</sup>)</b>	<b>Límites permisibles según la NTP 202.001.2010</b>	<b>Calificación</b>
1	6,57	6,40 - 6,70	Apto
2	6,67	6,40 - 6,70	Apto
3	6,50	6,40 - 6,70	Apto
4	6,58	6,40 - 6,70	Apto
5	6,60	6,40 - 6,70	Apto
6	6,59	6,40 - 6,70	Apto
7	6,55	6,40 - 6,70	Apto
8	6,66	6,40 - 6,70	Apto
9	6,64	6,40 - 6,70	Apto
10	6,68	6,40 - 6,70	Apto
11	6,67	6,40 - 6,70	Apto
12	6,52	6,40 - 6,70	Apto
13	6,58	6,40 - 6,70	Apto
14	6,62	6,40 - 6,70	Apto
15	6,63	6,40 - 6,70	Apto
16	6,52	6,40 - 6,70	Apto
17	6,58	6,40 - 6,70	Apto
18	6,62	6,40 - 6,70	Apto
19	6,60	6,40 - 6,70	Apto
20	6,60	6,40 - 6,70	Apto
21	6,66	6,40 - 6,70	Apto
22	6,60	6,40 - 6,70	Apto
23	6,55	6,40 - 6,70	Apto
24	6,60	6,40 - 6,70	Apto
25	6,56	6,40 - 6,70	Apto

(Continúa...)

**ANEXO 4. Resultados fisicoquímicos del pH comparado con la N.T.P.  
202.001.2010.**

<b>Proveedor</b>	<b>pH (H<sup>+</sup>)</b>	<b>Límites permisibles según la NTP 202.001.2010</b>	<b>Calificación</b>
26	6,52	6,40 - 6,70	Apto
27	6,60	6,40 - 6,70	Apto
28	6,60	6,40 - 6,70	Apto
29	6,57	6,40 - 6,70	Apto
30	6,59	6,40 - 6,70	Apto
31	6,54	6,40 - 6,70	Apto
32	6,56	6,40 - 6,70	Apto
33	6,50	6,40 - 6,70	Apto
34	6,57	6,40 - 6,70	Apto
35	6,58	6,40 - 6,70	Apto
36	6,57	6,40 - 6,70	Apto
37	6,61	6,40 - 6,70	Apto
38	6,53	6,40 - 6,70	Apto
39	6,57	6,40 - 6,70	Apto
40	6,65	6,40 - 6,70	Apto
41	6,59	6,40 - 6,70	Apto
42	6,56	6,40 - 6,70	Apto
43	6,60	6,40 - 6,70	Apto
44	6,61	6,40 - 6,70	Apto
45	6,55	6,40 - 6,70	Apto
46	6,58	6,40 - 6,70	Apto
47	6,61	6,40 - 6,70	Apto
48	6,52	6,40 - 6,70	Apto
49	6,60	6,40 - 6,70	Apto
50	6,60	6,40 - 6,70	Apto

**Fuente:** Elaboración propia.

**ANEXO 5. Resultados fisicoquímicos de la acidez de la leche cruda de  
Sama Inclán comparados con la N.T.P. 202.001.2010.**

<b>Proveedor</b>	<b>Acidez (°Dornic)</b>	<b>Acidez expresada en gramos de ácido lactico (g/100 g)</b>	<b>Límites permisibles según la NTP 202.001.2010</b>	<b>Calificación</b>
1	14,9	0,15	0,13 – 0,17	Apto
2	14,8	0,15	0,13 – 0,17	Apto
3	14,4	0,14	0,13 – 0,17	Apto
4	14,9	0,15	0,13 – 0,17	Apto
5	15,4	0,15	0,13 – 0,17	Apto
6	14,5	0,15	0,13 – 0,17	Apto
7	14,4	0,14	0,13 – 0,17	Apto
8	15,3	0,15	0,13 – 0,17	Apto
9	15,9	0,16	0,13 – 0,17	Apto
10	13,8	0,14	0,13 – 0,17	Apto
11	15,4	0,15	0,13 – 0,17	Apto
12	14,3	0,14	0,13 – 0,17	Apto
13	14,3	0,14	0,13 – 0,17	Apto
14	14,5	0,15	0,13 – 0,17	Apto
15	14,3	0,14	0,13 – 0,17	Apto
16	14,1	0,14	0,13 – 0,17	Apto
17	14,6	0,15	0,13 – 0,17	Apto
18	15,9	0,16	0,13 – 0,17	Apto
19	14,0	0,14	0,13 – 0,17	Apto
20	14,6	0,15	0,13 – 0,17	Apto
21	14,3	0,14	0,13 – 0,17	Apto
22	14,4	0,14	0,13 – 0,17	Apto
23	14,4	0,14	0,13 – 0,17	Apto
24	13,8	0,14	0,13 – 0,17	Apto
25	14,4	0,14	0,13 – 0,17	Apto

(Continúa...)

**ANEXO 5. Resultados fisicoquímicos de la acidez de la leche cruda de  
Sama Inclán comparados con la N.T.P. 202.001.2010.**

<b>Proveedor</b>	<b>Acidez (°Dornic)</b>	<b>Acidez expresada en gramos de ácido lactico (g/100 g)</b>	<b>Límites permisibles según la NTP 202.001.2010</b>	<b>Calificación</b>
26	14,5	0,15	0,13 – 0,17	Apto
27	14,9	0,15	0,13 – 0,17	Apto
28	14,5	0,15	0,13 – 0,17	Apto
29	14,6	0,15	0,13 – 0,17	Apto
30	14,4	0,14	0,13 – 0,17	Apto
31	15,1	0,15	0,13 – 0,17	Apto
32	15,1	0,15	0,13 – 0,17	Apto
33	14,1	0,14	0,13 – 0,17	Apto
34	14,9	0,15	0,13 – 0,17	Apto
35	14,9	0,15	0,13 – 0,17	Apto
36	14,6	0,15	0,13 – 0,17	Apto
37	14,8	0,15	0,13 – 0,17	Apto
38	14,6	0,15	0,13 – 0,17	Apto
39	14,5	0,15	0,13 – 0,17	Apto
40	14,2	0,14	0,13 – 0,17	Apto
41	14,7	0,15	0,13 – 0,17	Apto
42	15,0	0,15	0,13 – 0,17	Apto
43	14,3	0,14	0,13 – 0,17	Apto
44	14,5	0,15	0,13 – 0,17	Apto
45	14,7	0,15	0,13 – 0,17	Apto
46	14,5	0,15	0,13 – 0,17	Apto
47	14,5	0,15	0,13 – 0,17	Apto
48	14,5	0,15	0,13 – 0,17	Apto
49	14,5	0,15	0,13 – 0,17	Apto
50	14,5	0,15	0,13 – 0,17	Apto

**Fuente:** Elaboración propia.

**ANEXO 6. Resultados fisicoquímicos de la densidad de la leche cruda  
de Sama Inclán comparados con la N.T.P. 202.001.2010.**

<b>Proveedor</b>	<b>Densidad (g/100 ml)</b>	<b>Límites permisibles según la NTP 202.001.2010</b>	<b>Calificación</b>
1	1,029 7	1,029 6 – 1,034	Apto
2	1,028 9	1,029 6 – 1,034	No apto
3	1,026 9	1,029 6 – 1,034	No apto
4	1,029 9	1,029 6 – 1,034	Apto
5	1,028 8	1,029 6 – 1,034	No apto
6	1,027 8	1,029 6 – 1,034	No apto
7	1,030 1	1,029 6 – 1,034	Apto
8	1,030 1	1,029 6 – 1,034	Apto
9	1,028 5	1,029 6 – 1,034	No apto
10	1,029 4	1,029 6 – 1,034	No apto
11	1,030 0	1,029 6 – 1,034	Apto
12	1,029 1	1,029 6 – 1,034	No apto
13	1,028 3	1,029 6 – 1,034	No apto
14	1,029 0	1,029 6 – 1,034	No apto
15	1,029 3	1,029 6 – 1,034	No apto
16	1,029 0	1,029 6 – 1,034	No apto
17	1,029 6	1,029 6 – 1,034	Apto
18	1,030 1	1,029 6 – 1,034	Apto
19	1,028 6	1,029 6 – 1,034	No apto
20	1,029 2	1,029 6 – 1,034	No apto
21	1,029 0	1,029 6 – 1,034	No apto
22	1,028 1	1,029 6 – 1,034	No apto
23	1,028 7	1,029 6 – 1,034	No apto
24	1,027 5	1,029 6 – 1,034	No apto
25	1,029 1	1,029 6 – 1,034	No apto

(Continúa...)

*--- Resultados que sobrepasan los límites permisibles.*

**ANEXO 6. Resultados fisicoquímicos de la densidad de la leche cruda  
de Sama Inclán comparados con la N.T.P. 202.001.2010.**

<b>Proveedor</b>	<b>Densidad (g/100 ml)</b>	<b>Límites permisibles según la N.T.P. 202.001.2010</b>	<b>Calificación</b>
26	1,030 2	1,029 6 – 1,034	Apto
27	1,029 8	1,029 6 – 1,034	Apto
28	1,027 6	1,029 6 – 1,034	No apto
29	1,028 5	1,029 6 – 1,034	No apto
30	1,028 8	1,029 6 – 1,034	No apto
31	1,027 5	1,029 6 – 1,034	No apto
32	1,028 2	1,029 6 – 1,034	No apto
33	1,028 7	1,029 6 – 1,034	No apto
34	1,028 3	1,029 6 – 1,034	No apto
35	1,027 7	1,029 6 – 1,034	No apto
36	1,028 1	1,029 6 – 1,034	No apto
37	1,028 4	1,029 6 – 1,034	No apto
38	1,028 3	1,029 6 – 1,034	No apto
39	1,028 6	1,029 6 – 1,034	No apto
40	1,029 0	1,029 6 – 1,034	No apto
41	1,029 2	1,029 6 – 1,034	No apto
42	1,029 2	1,029 6 – 1,034	No apto
43	1,029 7	1,029 6 – 1,034	Apto
44	1,029 3	1,029 6 – 1,034	No apto
45	1,029 1	1,029 6 – 1,034	No apto
46	1,029 4	1,029 6 – 1,034	No apto
47	1,028 9	1,029 6 – 1,034	No apto
48	1,029 4	1,029 6 – 1,034	No apto
49	1,029 3	1,029 6 – 1,034	No apto
50	1,029 3	1,029 6 – 1,034	No apto

**Fuente:** Elaboración propia.

*--- Resultados que sobrepasan los límites permisibles.*

**ANEXO 7. Resultados fisicoquímicos de los sólidos grasos de la leche  
cruda de Sama Inclán comparados con la N.T.P.  
202.001.2010.**

<b>Proveedor</b>	<b>Sólidos grasos (g/100 g)</b>	<b>Límites permisibles según la N.T.P. 202.001.2010</b>	<b>Calificación</b>
1	3,45	Minimo 3,20	Apto
2	3,04	Minimo 3,20	No apto
3	3,15	Minimo 3,20	No apto
4	3,39	Minimo 3,20	Apto
5	3,86	Minimo 3,20	Apto
6	3,16	Minimo 3,20	No apto
7	3,68	Minimo 3,20	Apto
8	3,56	Minimo 3,20	Apto
9	3,43	Minimo 3,20	Apto
10	3,59	Minimo 3,20	Apto
11	3,15	Minimo 3,20	No apto
12	3,24	Minimo 3,20	Apto
13	3,44	Minimo 3,20	Apto
14	3,74	Minimo 3,20	Apto
15	3,59	Minimo 3,20	Apto
16	3,24	Minimo 3,20	Apto
17	3,31	Minimo 3,20	Apto
18	3,77	Minimo 3,20	Apto
19	3,49	Minimo 3,20	Apto
20	3,46	Minimo 3,20	Apto
21	3,63	Minimo 3,20	Apto
22	3,70	Minimo 3,20	Apto
23	3,74	Minimo 3,20	Apto
24	3,05	Minimo 3,20	No apto
25	3,26	Minimo 3,20	Apto

(Continúa...)

*--- Resultados que sobrepasan los límites permisibles.*

**ANEXO 7. Resultados fisicoquímicos de los sólidos grasos de la leche  
cruda de Sama Inclán comparados con la N.T.P.  
202.001.2010.**

<b>Proveedor</b>	<b>Sólidos grasos (g/100 g)</b>	<b>Límites permisibles según la N.T.P. 202.001.2010</b>	<b>Calificación</b>
26	2,91	Minimo 3,20	No apto
27	3,21	Minimo 3,20	Apto
28	3,44	Minimo 3,20	Apto
29	3,61	Minimo 3,20	Apto
30	3,35	Minimo 3,20	Apto
31	3,51	Minimo 3,20	Apto
32	3,09	Minimo 3,20	No apto
33	3,36	Minimo 3,20	Apto
34	3,21	Minimo 3,20	Apto
35	3,30	Minimo 3,20	Apto
36	3,21	Minimo 3,20	Apto
37	3,07	Minimo 3,20	No apto
38	3,58	Minimo 3,20	Apto
39	3,15	Minimo 3,20	No apto
40	3,10	Minimo 3,20	No apto
41	3,20	Minimo 3,20	Apto
42	3,50	Minimo 3,20	Apto
43	3,08	Minimo 3,20	No apto
44	3,42	Minimo 3,20	Apto
45	3,18	Minimo 3,20	No apto
46	3,20	Minimo 3,20	Apto
47	3,35	Minimo 3,20	Apto
48	3,40	Minimo 3,20	Apto
49	3,30	Minimo 3,20	Apto
50	3,35	Minimo 3,20	Apto

**Fuente:** Elaboración propia.

*--- Resultados que sobrepasan los límites permisibles.*

**ANEXO 8. Resultados fisicoquímicos de los sólidos totales de la leche  
cruda de Sama Inclán comparados con la N.T.P.  
202.001.2010.**

<b>Proveedor</b>	<b>Sólidos totales (g/100 g)</b>	<b>Límites permisibles según la NTP 202.001.2010</b>	<b>Calificación</b>
1	11,57	Mínimo 11,40	Apto
2	10,87	Mínimo 11,40	No apto
3	10,51	Mínimo 11,40	No apto
4	11,54	Mínimo 11,40	Apto
5	11,83	Mínimo 11,40	Apto
6	10,75	Mínimo 11,40	No apto
7	11,94	Mínimo 11,40	Apto
8	11,80	Mínimo 11,40	Apto
9	11,24	Mínimo 11,40	No apto
10	11,66	Mínimo 11,40	Apto
11	11,29	Mínimo 11,40	No apto
12	11,15	Mínimo 11,40	No apto
13	11,19	Mínimo 11,40	No apto
14	11,72	Mínimo 11,40	Apto
15	11,63	Mínimo 11,40	Apto
16	11,12	Mínimo 11,40	No apto
17	11,37	Mínimo 11,40	No apto
18	12,04	Mínimo 11,40	Apto
19	11,34	Mínimo 11,40	No apto
20	11,45	Mínimo 11,40	Apto
21	11,60	Mínimo 11,40	Apto
22	11,47	Mínimo 11,40	Apto
23	11,66	Mínimo 11,40	Apto
24	10,53	Mínimo 11,40	No apto
25	11,18	Mínimo 11,40	No apto

(Continúa...)

*--- Resultados que sobrepasan los límites permisibles.*

**ANEXO 8. Resultados fisicoquímicos de los sólidos totales de la leche  
cruda de Sama Inclán comparados con la N.T.P.  
202.001.2010.**

<b>Proveedor</b>	<b>Sólidos totales (g/100 g)</b>	<b>Límites permisibles según la NTP 202.001.2010</b>	<b>Calificación</b>
26	11,04	Mínimo 11,40	No apto
27	11,29	Mínimo 11,40	No apto
28	11,03	Mínimo 11,40	No apto
29	11,45	Mínimo 11,40	Apto
30	11,22	Mínimo 11,40	No apto
31	11,09	Mínimo 11,40	No apto
32	10,76	Mínimo 11,40	No apto
33	11,20	Mínimo 11,40	No apto
34	10,94	Mínimo 11,40	No apto
35	10,89	Mínimo 11,40	No apto
36	10,87	Mínimo 11,40	No apto
37	10,77	Mínimo 11,40	No apto
38	11,37	Mínimo 11,40	No apto
39	10,93	Mínimo 11,40	No apto
40	10,97	Mínimo 11,40	No apto
41	11,13	Mínimo 11,40	No apto
42	11,50	Mínimo 11,40	Apto
43	11,11	Mínimo 11,40	No apto
44	11,42	Mínimo 11,40	Apto
45	11,09	Mínimo 11,40	No apto
46	11,20	Mínimo 11,40	No apto
47	11,23	Mínimo 11,40	No apto
48	11,43	Mínimo 11,40	Apto
49	11,27	Mínimo 11,40	No apto
50	11,33	Mínimo 11,40	No apto

**Fuente:** Elaboración propia.

*--- Resultados que sobrepasan los límites permisibles.*

**ANEXO 9. Resultados fisicoquímicos de los sólidos no grasos de la  
leche cruda de Sama Inclán comparados con la N.T.P.  
202.001.2010.**

<b>Proveedor</b>	<b>Sólidos no grasos (g/100 g)</b>	<b>Límites permisibles según la N.T.P. 202.001.2010.</b>	<b>Calificación</b>
1	8,11	Minimo 8,20	Apto
2	7,83	Minimo 8,20	No apto
3	7,36	Minimo 8,20	No apto
4	8,16	Minimo 8,20	No apto
5	7,97	Minimo 8,20	No apto
6	7,59	Minimo 8,20	No apto
7	8,26	Minimo 8,20	Apto
8	8,24	Minimo 8,20	Apto
9	7,82	Minimo 8,20	No apto
10	8,08	Minimo 8,20	No apto
11	8,14	Minimo 8,20	No apto
12	7,91	Minimo 8,20	No apto
13	7,75	Minimo 8,20	No apto
14	7,98	Minimo 8,20	No apto
15	8,04	Minimo 8,20	No apto
16	7,88	Minimo 8,20	No apto
17	8,06	Minimo 8,20	No apto
18	8,27	Minimo 8,20	Apto
19	7,85	Minimo 8,20	No apto
20	7,99	Minimo 8,20	No apto
21	7,97	Minimo 8,20	No apto
22	7,77	Minimo 8,20	No apto
23	7,92	Minimo 8,20	No apto
24	7,48	Minimo 8,20	No apto
25	7,91	Minimo 8,20	No apto

(Continúa...)

*--- Resultados que sobrepasan los límites permisibles.*

**ANEXO 9. Resultados fisicoquímicos de los sólidos no grasos de la  
leche cruda de Sama Inclán comparados con la N.T.P.  
202.001.2010.**

<b>Proveedor</b>	<b>Sólidos no grasos (g/100 g)</b>	<b>Límites permisibles según la N.T.P. 202.001.2010.</b>	<b>Calificación</b>
26	8,12	Minimo 8,20	No apto
27	8,08	Minimo 8,20	No apto
28	7,59	Minimo 8,20	No apto
29	7,84	Minimo 8,20	No apto
30	7,87	Minimo 8,20	No apto
31	7,58	Minimo 8,20	No apto
32	7,67	Minimo 8,20	No apto
33	7,84	Minimo 8,20	No apto
34	7,72	Minimo 8,20	No apto
35	7,59	Minimo 8,20	No apto
36	7,66	Minimo 8,20	No apto
37	7,71	Minimo 8,20	No apto
38	7,79	Minimo 8,20	No apto
39	7,78	Minimo 8,20	No apto
40	7,87	Minimo 8,20	No apto
41	7,93	Minimo 8,20	No apto
42	8,00	Minimo 8,20	No apto
43	8,03	Minimo 8,20	No apto
44	8,00	Minimo 8,20	No apto
45	7,91	Minimo 8,20	No apto
46	8,00	Minimo 8,20	No apto
47	7,88	Minimo 8,20	No apto
48	8,03	Minimo 8,20	No apto
49	7,97	Minimo 8,20	No apto
50	7,98	Minimo 8,20	No apto

**Fuente:** Elaboración propia.

*--- Resultados que sobrepasan los límites permisibles.*

**ANEXO 10. Conservación de muestras en el Valle Sama Inclán – Tacna.**



**Fuente:** Elaboración propia.

**ANEXO 11. Disposición de muestras para análisis microbiológico en el laboratorio de microbiología de la E.A.P. de Biología y Microbiología.**



**Fuente:** Elaboración propia.

**ANEXO 12. Muestras de leche cruda obtenidas del distrito de Sama Inclán - Tacna.**



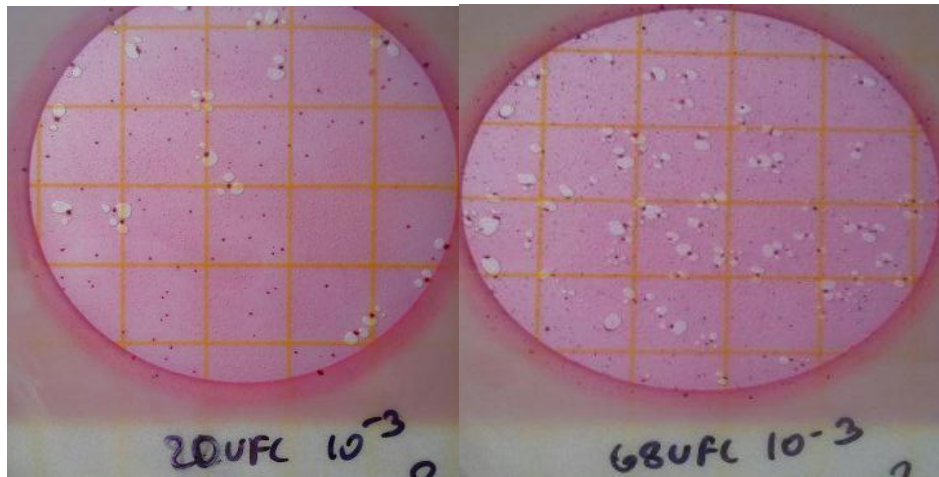
**Fuente:** Elaboración propia.

**ANEXO 13. Procesamiento e inoculación de muestras de leche cruda obtenidas del distrito de Sama Inclán, en el laboratorio de la E.A.P. de Biología – Microbiología.**



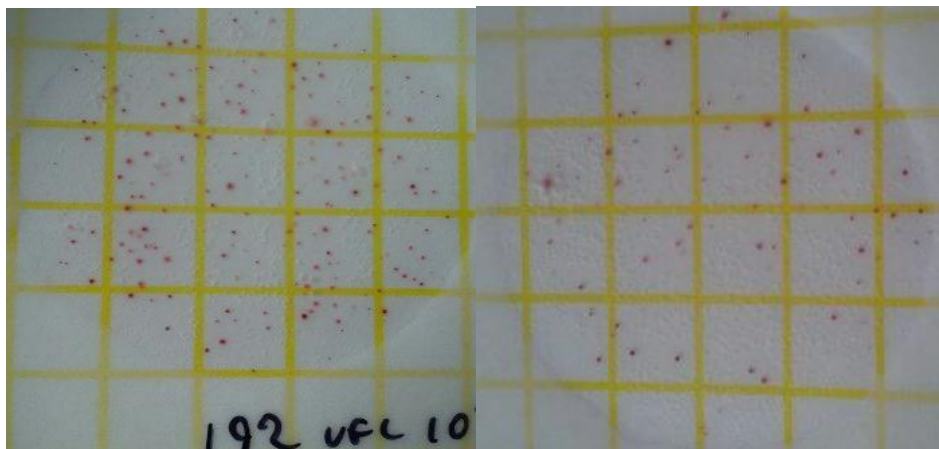
**Fuente:** Elaboración propia.

**ANEXO 14. Recuentos de coliformes totales en placas Petrifilm™, realizados a la leche cruda.**



Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 15. Recuentos de microorganismos aerobios mesófilos viables en placas Petrifilm™, realizados a la leche cruda.**



Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 16. Valoración volumétrica de la acidez titulable de leche cruda.**



**Fuente:** Elaboración propia.

**ANEXO 17. Determinación de la densidad de leche cruda.**



**Fuente:** Elaboración propia.



Bach. Gabriela de Lourdes Fora Quispe

TESISTA



Dr. César Julio Cáceda Quiroz

ASESOR