

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL
CUSCO**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



**DETECCIÓN DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS Y LA CALIDAD DE LA
LECHE FRESCA COMERCIALIZADA EN LA CIUDAD DEL CUSCO**

Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias: **VERONICA CONDORI HUAMAN**, Para optar al Título Profesional de **INGENIERO ZOOTECNISTA**.

ASESORES:

Dr. WALTER ORESTES ANTEZANA JULIAN

Ing. EDMUNDO ROBERTO LOAYZA MIRANDA

M.Sc. NANCY FRINEE HUANCA MARCA

**PATROCINADO POR EL PROGRAMA DE FINANCIAMIENTO DE TESIS DE
PREGRADO YACHAYNINCHIS WIÑARINAPAQ – UNSAAC**

KAYRA – CUSCO – PERÚ

DEDICATORIA

A **DIOS**, tu amor y tú bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultado de tu ayuda.

A mis padres, **PEDRO CONDORI HUALLPAYUNCA** y **ELENA HUAMÁN JAIMES**, por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, a mis hermanas **YOSELY**, **YAJAIDA**, **BETSAIDA** y a mi hermano **ARNOLD**, que más que hermanos son mis verdaderos amigos.

Les agradezco no solo por estar presentes aportando buenas cosas a mi vida, sino por los grandes lotes de felicidad y de diversas emociones que siempre me han causado.

Gracias a la vida por este nuevo logro, gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

AGRADECIMIENTO

La vida se encuentra llena de retos, y uno de ellos es la Universidad, Tras verme dentro de ella, me he dado cuenta que más allá de ser un reto, es una base no solo para mi entendimiento del campo en el que me he visto inmerso, sino para lo que concierne a la vida y mi futuro.

Gracias a la **Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco**, por haberme permitido forjarme y en ella, gracias a la **Escuela Profesional de Zootecnia**, mi gratitud a todos los docentes que fueron participes de este proceso quienes contribuyeron con conocimientos y enseñanzas en mi formación profesional, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes.

A mis asesores **Dr. Walter Orestes Antezana Julián, Ing. Edmundo Roberto Loayza Miranda e Ing. M.Sc. Nancy Frinee Huanca Marca**, quienes, con sus valiosas sugerencias, orientaciones, confianza y su valioso tiempo dedicado en el asesoramiento hicieron posible que el presente trabajo de tesis concluya de la mejor manera.

Un agradecimiento especial al **Ing. Cesar Ordoñez Rodríguez**, por el apoyo durante la realización de este trabajo de tesis.

A mis amigas **Juliana Alagón Ayala, Bertha Orosco Ccasa, Blanca N. Puelles Condori**, personas de las que aprendí mucho y con las que forjamos una linda amistad.

Y a mi amigo **Efraín Salas Rivas**, por el constante apoyo durante la realización de este trabajo de tesis.

Y para finalizar, agradezco a todos mis amigos del **código 2014** y a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los semestres de Universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

INDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA..... | ii |
| AGRADECIMIENTO..... | iii |
| INDICE DE CONTENIDOS | iv |
| INDICE DE TABLA..... | vii |
| INDICE DE FIGURAS | viii |
| INDICE DE FOTOS..... | viii |
| INDICE DE ANEXOS..... | viii |
| RESUMEN..... | 1 |
| GLOSARIO..... | 2 |
| INTRODUCCION | 3 |
| CAPITULO I | 4 |
| PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO | 4 |
| 1.1 Descripción del problema..... | 4 |
| 1.2 Planteamiento del problema | 4 |
| CAPITULO II | 6 |
| OBJETIVOS Y JUSTIFICACION | 6 |
| 2.1 Objetivo general..... | 6 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 6 |
| 2.3 Justificación..... | 6 |
| 2.4 Hipótesis | 7 |
| CAPITULO III | 8 |
| MARCO TEORICO | 8 |
| 3.1 Antecedentes de la investigación..... | 8 |
| 3.1.1 Antecedentes sobre calidad físico - químicas de leche..... | 8 |
| 3.1.2 Antecedentes sobre residuos de antibióticos en la leche..... | 9 |
| 3.2 Leche..... | 9 |
| 3.3 Composición de la Leche..... | 10 |
| 3.4 Propiedades físico – químicas de la leche | 13 |
| 3.4.1 Características organolépticas de la leche | 13 |
| 3.4.2 Propiedades físicas de la leche | 14 |
| 3.4.3 Composición química de la leche | 16 |
| 3.5 Calidad higiénica de la leche..... | 21 |
| 3.6 Factores que afectan a la calidad de la leche | 22 |
| 3.6.1 Ubre..... | 22 |
| 3.6.2 Ubre con mastitis..... | 22 |

| | | |
|---------------------------------|---|-----------|
| 3.6.3 | Contaminación ambiental..... | 23 |
| 3.6.4 | Contaminación por recipientes..... | 23 |
| 3.7 | Control de calidad de la leche..... | 23 |
| 3.7.1 | Control organoléptico..... | 23 |
| 3.7.2 | Control físico – químico:..... | 24 |
| 3.8 | Calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca..... | 24 |
| 3.8.1 | Calidad higiénica..... | 24 |
| 3.8.2 | Carga bacteriana..... | 25 |
| 3.8.3 | Inhibidores y antibióticos..... | 25 |
| 3.8.4 | Calidad sanitaria..... | 26 |
| 3.9 | Estandarización de calidad de la leche..... | 27 |
| 3.10 | Utilización de antibióticos en la producción animal..... | 29 |
| 3.10.1 | Definición de antibiótico y residuos de antibióticos..... | 29 |
| 3.10.2 | Conceptos generales y clasificación de los antimicrobianos..... | 30 |
| 3.11 | Presencia de residuos de antimicrobianos en la leche..... | 31 |
| 3.11.1 | Origen de la presencia de residuos de antibióticos en la leche..... | 31 |
| 3.11.2 | Efectos de la presencia de residuos de antibióticos en la leche..... | 33 |
| 3.12 | Control de la presencia de antimicrobianos en la leche..... | 34 |
| 3.12.1 | Límite máximo de residuo..... | 34 |
| 3.12.2 | Legislación sanitaria..... | 35 |
| 3.13 | Métodos de detección de antibióticos en la leche..... | 37 |
| 3.13.1 | Clasificación de los métodos de detección de antimicrobianos..... | 38 |
| 3.13.2 | Métodos de cribado para la detección de antimicrobianos en la leche..... | 39 |
| 3.14 | Equipo para la detección de residuos de antibióticos en la leche – ECLIPSE 50..... | 42 |
| 3.14.1 | Detección cualitativa de inhibidores en leche..... | 43 |
| 3.14.2 | Pasos de la prueba..... | 43 |
| 3.15 | Equipos para determinar la calidad de la leche..... | 43 |
| 3.15.1 | Función..... | 43 |
| 3.15.2 | Ventajas del Lactoscan:..... | 44 |
| CAPITULO IV..... | | 47 |
| MATERIALES Y METODO..... | | 47 |
| 4.1 | Lugar de estudio..... | 47 |
| 4.1.1 | Ubicación política..... | 47 |
| 4.1.2 | Ubicación Geográfica..... | 47 |
| 4.1.3 | Altitud de la ciudad del Cusco..... | 48 |
| 4.1.4 | De las condiciones climáticas..... | 48 |

| | | |
|---------------------------------|---|----|
| 4.2 | Materiales y equipo | 48 |
| 4.2.1 | Material Biológico | 48 |
| 4.2.2 | Materiales y equipos para la colección de muestra | 48 |
| 4.2.3 | Materiales y equipos de laboratorio | 48 |
| 4.2.4 | Insumos y reactivos | 50 |
| 4.2.5 | Materiales de escritorio | 50 |
| 4.3 | Metodología de estudio | 51 |
| 4.3.1 | De la recolección de las muestras | 51 |
| 4.3.2 | Evaluación de las características físico - químicas de la leche | 53 |
| 4.3.3 | Detección de residuos de antibióticos en la leche | 54 |
| 4.4 | Análisis estadístico de los resultados | 57 |
| CAPITULO V | | 58 |
| RESULTADOS Y DISCUSIONES | | 58 |
| 5.1 | De la determinar las características de la calidad físico - químicas de la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco. | 58 |
| 5.1.1 | Grasa | 58 |
| 5.1.2 | Proteína | 59 |
| 5.1.3 | Lactosa | 60 |
| 5.1.4 | Solidos no grasos (SNG) | 61 |
| 5.1.5 | Minerales | 61 |
| 5.1.6 | Solidos totales | 61 |
| 5.1.7 | Densidad | 62 |
| 5.1.8 | Punto de congelación | 62 |
| 5.1.9 | pH | 63 |
| 5.1.10 | Conductividad | 64 |
| 5.1.11 | Agua adicionada | 64 |
| 5.2 | De la determinación de la presencia de antibióticos en la leche comercializada en la ciudad del Cusco. | 64 |
| CAPITULO VI | | 66 |
| CONCLUSIONES | | 66 |
| RECOMENDACIONES | | 67 |
| CAPITULO VII | | 68 |
| BIBLIOGRAFIA | | 68 |
| ANEXOS | | 76 |

INDICE DE TABLA

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Composición de la leche de vaca y valor nutritivo..... | 10 |
| Tabla 2. Composición de la leche de diferentes especies (por cada 100g). | 11 |
| Tabla 3. Composición química de la leche en porcentajes por especie..... | 12 |
| Tabla 4. Composición media representativa de la leche de vaca de las razas más comunes en el Perú..... | 12 |
| Tabla 5. Aporte nutricional de la leche de vaca | 13 |
| Tabla 6. Porcentaje de los distintos ácidos grasos presentes en la leche | 17 |
| Tabla 7. Vitaminas de la leche de vaca y humana | 20 |
| Tabla 8. Concentraciones minerales en la leche | 21 |
| Tabla 9. Requisitos físicos y químicas de la leche de vaca | 27 |
| Tabla 10. Límites máximos permisibles en la leche cruda | 35 |
| Tabla 11. Características de los métodos microbiológicos de cribado más utilizados en la detección de antibióticos en España..... | 41 |
| Tabla 12. Ventajas del Lactoscan en comparación con otros analizadores..... | 45 |
| Tabla 13. Características del equipo Lactoscan | 46 |
| Tabla 14. Lugares de compra de la leche fresca en la ciudad del Cusco, puntos de muestreo..... | 52 |
| Tabla 15. Características físico químicas de la leche fresca que se comercializa en la ciudad del Cusco. | 58 |
| Tabla 16. Determinación de residuos de antibióticos en la leche fresca en la ciudad del Cusco. | 64 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Fundamento de estos métodos de detección | 40 |
| Figura 2. Vista Satelital Sector la Ciudad del Cusco | 47 |

INDICE DE FOTOS

| | |
|---|----|
| Foto 1. Tips de 100 microlitros..... | 49 |
| Foto 2. Equipo Lactoscan, impresora y pH metro | 49 |
| Foto 3. Baño María | 49 |
| Foto 4. Agua destilada..... | 49 |
| Foto 5. Hervidora | 49 |
| Foto 6. Micro pipeta de 50ml | 49 |
| Foto 7. Antibiótico | 50 |
| Foto 8. Eclipse 50 | 50 |
| Foto 9. Alcohol de 96°C..... | 50 |
| Foto 10. Desinfectante alcalinas y acidas..... | 50 |
| Foto 11. Centros de expendio de leche | 53 |
| Foto 12. Análisis de la leche con el Equipo LACTOSCAN..... | 54 |
| Foto 13. Rotulado de los kit eclipse 50 | 55 |
| Foto 14. Añadiendo 50 µl de leche | 55 |
| Foto 15. Incubación muestras de leche a 65 °C por 2:30 horas y su resultado por colores..... | 56 |
| Foto 16. Aplicación de antibiótico CEFAFUR para control positivo y negativo | 56 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Situaciones en las que se expende la leche en la ciudad del Cusco.... | 77 |
| Anexo 2. Cuadro resultados generales de la calidad físico - químico y presencia de residuos de antibióticos | 78 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación “Detección de residuos de antibióticos y la calidad de la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco”, se realizó en el laboratorio de tecnología e industrias lácteas de la Escuela Profesional de Zootecnia, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, entre los meses de junio a agosto del 2019. El objetivo fue detectar la presencia de residuos de antibióticos con el test “ECLIPSE 50” y determinar la calidad de la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco. Se evaluaron 200 muestras de leche fresca, la recolección fue dos veces por semana. Se determinó el porcentaje de grasa, sólidos no grasos, densidad, lactosa, minerales, sólidos totales, proteína, porcentaje de agua adicionada, punto de congelación, pH, conductividad y presencia de antibióticos en la leche. Para todas las características fisicoquímicas se utilizó estadística descriptiva.

Los resultados indican que la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco presentan valores medios de: grasa 3,07 % \pm 0,618 %; proteína 2,59 % \pm 0,19; lactosa 3,75 % \pm 0,274; sólidos no grasos 6,68 % \pm 0,509; minerales 0,54 % \pm 0,4 %; sólidos totales 10,27 % \pm 0,73; densidad 1,025 g/cm³ \pm 0,017 g/cm³; punto de congelación -0,42 °C \pm 0,03; pH 6,61 \pm 0,11; conductividad 5,03 ms/cm \pm 2.16 ms/cm y agua adicionada 8,63 % \pm 5,19. Respecto a la presencia de antibióticos en la leche fresca (método microbiológico Eclipse 50) se encontró presencia de antibióticos en el 26% de las muestras.

Palabras claves: antibióticos, calidad de la leche, Eclipse 50.

GLOSARIO

- **LMR:** Límites Máximos de Residuos
- **FAO:** Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- **SENASA:** Servicio Nacional de Sanidad Agraria
- **DIGESA:** Dirección General de Salud Ambiental.
- **LMP:** Limite Máximos Permisibles
- **cP:** Cent poise (punto central)
- **RMA:** Recuento de Bacterias Mesofilas Aeróbicas
- **SPC:** Recuento Estándar en Placas
- **UFC:** Unidades Formadoras de Colonias
- **MRV:** Residuos de Medicamentos Veterinarios
- **OMS:** Organización Mundial de la salud
- **OIE:** Organización Mundial de la Sanidad Animal
- **NTS:** Norma Técnica de Salud.
- **NTP:** Norma Técnica Peruana
- **ST:** Solidos Totales
- **pH:** Coeficiente de grado de acidez o basicidad
- **MINAGRI:** Ministerio de Agricultura y Riego
- **MSDS:** Hoja de datos de seguridad de materiales
- **Ppb:** Partes por billón.

INTRODUCCION

La leche es un producto universal de origen animal que por su alto valor nutritivo y alto grado de digestibilidad es de suma importancia en la alimentación humana. Por esta razón el control higiénico – sanitario debe ser realizado en forma estricta por los organismos competentes **(Gálvez, 2011)**. La crianza de vacunos lecheros implica la presencia y tratamiento de una serie de enfermedades infecciosas que requieren la utilización de antibióticos en su tratamiento. Son varios los antibióticos cuyo uso están ampliamente difundidos en la ganadería lechera, constituyéndose en los principales contaminantes de la leche **(Salas et al., 2013)**. La leche constituye una vía natural de eliminación para los antibióticos y sus metabolitos y la cantidad presente depende de la dosis y vía de aplicación, nivel de producción de leche, tipo y grado de afección mamaria y tiempo entre el tratamiento y el ordeño **(Magariños, 2000)**. Por lo tanto la aparición de residuos de medicamentos en la leche se debe generalmente a que no se respetan tiempos de espera o se usan dosis excesivas **(Pérez et al., 2008)**.

De acuerdo con los lineamientos del Codex Alimentarius, es indispensable que todas las personas que intervienen en la autorización, elaboración, venta y suministro, prescripción y aplicación de antibióticos en el ganado productor de leche actúe dentro del marco legal y responsablemente, a fin de limitar la diseminación de microorganismos en la leche, proteger la salud pública y cumplir con la obligación ética y la necesidad económica de conservar la salud de los animales **(Reyes, 2006)**.

Se debe tener en especial consideración a las poblaciones más susceptibles, tales como los infantes, los adultos mayores y mujeres embarazadas, ya que generalmente dichos grupos de personas son grandes consumidores de la leche, por tanto, en caso de ser expuesto continuamente a residuos de antibióticos pueden perder sensibilidad ante estos **(Balbero & Balbero, 2006)**.

La finalidad del presente trabajo de investigación es evaluar la calidad y el grado de contaminación con residuos de antibióticos de la leche fresca que expende en la ciudad del Cusco, esta información permitirá la toma de decisiones orientada a la preservación de la Salud Pública

CAPITULO I

PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO

1.1 Descripción del problema

Se ha demostrado que después de la administración de cualquier tratamiento veterinario, los residuos del medicamento son excretados por vía urinaria, sudor, leche y heces, y son almacenados temporalmente en los órganos como el hígado, riñón y el corazón (**Sumano, 2003**). Los residuos de antibióticos en los alimentos, producen numerosos problemas en el humano, siendo el de mayor importancia la aparición de resistencia múltiple en bacterias patógenas al ser sometidas a bajas concentraciones sub- terapéuticas, lo cual presenta un potencial peligro para la salud del consumidor (**Noa et al., 2009**).

Adicionalmente, La presencia de residuos antibióticos en la leche genera un riesgo para la seguridad alimentaria y la salud pública, provocando resistencia a los antibióticos y alergias en el consumidor. De otro lado, reduce la producción de acidez y aroma durante la manufactura de la mantequilla y el yogurt generando un perjuicio para la industria láctea, ya que se inhiben los procesos bacterianos necesarios para la elaboración de productos derivados de la leche como el queso y el yogurt (**Crosby, 1995; Fernández, 2012**). Esto ocasiona mayores costos de elaboración, de materia prima y alteración de la producción, reduciendo la rentabilidad para los productores.

1.2 Planteamiento del problema

En la actualidad la producción de leche en el Perú es de 2'057,000 toneladas al año, en esta intervienen 893,769 vacas en ordeño y 500,000 familias. En la región del Cusco la producción de leche fresca es de 102,227 toneladas por año, (**MINAGRI 2018**). En la ciudad del Cusco no existe un sistema de control de la calidad de la leche por lo que la incertidumbre respecto a los indicadores de calidad y de residuos de antibióticos en leche es alta.

El reglamento del Decreto Legislativo N°1062 “Ley de inocuidad de los alimentos”, tiene por finalidad garantizar la inocuidad de los alimentos destinados al consumo humano con el propósito de proteger la vida y la salud de las personas, reconociendo y asegurando los derechos e intereses de los consumidores y promoviendo la competitividad de los agentes económicos involucrados en toda la cadena alimentaria, con un enfoque preventivo e integral, a lo largo de toda la

cadena alimentaria, incluido los piensos. En esta Ley reconoce como autoridades competentes para su cumplimiento y control a la DIGESA y al SENASA.

Por otra parte, la vigilancia de los establecimientos de comercialización, elaboración y expendio de alimentos en la vía pública, están a cargo de los gobiernos locales (municipales) (**Ley 27972**). En la realidad es insuficiente control de estos organismos a nivel de producción primaria y expendio de productos agropecuarios como lo es la leche fresca, dejando la salud de los consumidores en riesgo. En forma general se puede afirmar que no se está aplicando controles para asegurar que la leche producida y comercializada se encuentre libres de contaminantes químicos como los antibióticos y que tengan los estándares de calidad adecuados.

Al respecto de lo mencionado anteriormente, el problema es la escasa información de la calidad de la leche fresca que se comercializa en la ciudad del Cusco y la presencia de residuos de antibióticos en ella.

CAPITULO II

OBJETIVOS Y JUSTIFICACION

2.1 Objetivo general

- Detectar la presencia de residuos de antibióticos y la calidad de leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar las características de la calidad físico - química de la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco.
- Determinar la presencia de antibióticos en la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco.

2.3 Justificación

La producción de leche en el Perú y a nivel mundial ha incrementado considerablemente, **(MINAGRI, 2018)** la leche es uno de los alimentos básico en la alimentación humana **(FAO 2003)**. En los últimos años la calidad de la leche ha cobrado mayor relevancia, ya que la industria alimentaria exige una materia prima con características adecuadas para su transformación, con mayores niveles de calidad a exigencia de los consumidores **(Méndez, 2008)**. Por lo tanto, la leche de alta calidad debe poseer buenas características como: estar libre de todo organismo patógeno, sedimentos y materiales totales y libres de residuos de antibiótico. El consumo de leche contaminada con residuos de antibióticos es un problema de salud pública a nivel mundial, de ahí la importancia del control de la presencia de residuos de antibióticos, para evitar la aparición de resistencia a estos antibióticos en el ser humano **(Gimeno & Ortega, 2005)**.

Esta situación conlleva a la necesidad de efectuar controles continuos que faciliten su detección e impidan la comercialización del producto contaminado, en vista de que estos antibióticos no se metabolizan en su totalidad, ni se inactiva con la industrialización **(Benzunze, 1988)**.

Al realizar el estudio de la determinación de la calidad de la leche fresca y detección de antibióticos en la leche comercializada en la ciudad del Cusco, tendremos una estimación de los parámetros de calidad y del grado de contaminación con residuos de antibiótico de la leche fresca que se comercializa en la ciudad del Cusco. A partir

de esta información se podrán tomar acciones orientadas al control de la calidad de la leche para la preservación de la salud pública.

2.4 Hipótesis

- La leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco cumple los estándares de calidad.
- No existe presencia de residuos de antibióticos en la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.1 Antecedentes de la investigación

3.1.1 Antecedentes sobre calidad físico - químicas de leche

En los últimos años se han realizado estudios focalizados de la calidad de leche, uno de ellos es el realizado por **Quispe (2017)**, el cual evaluó la calidad de la leche acopiada para la elaboración de queso en las comunidades campesinas de Lauramarca y Ccolcca del distrito de Ocongate – Quispicanchi – Cusco, analizando 622 muestras e leche, cuyos resultados medios obtenidos fueron: grasa 3,69 % y 3,71 % (\pm D.S. 0,88 % y 0,85 %); sólidos no grasos (SNG) 7,60 % y 7,50 % (\pm D.S. 0,46 % y 0,52 %); densidad 1,026 g/cm³ y 1,026 g/cm³ (\pm D,S. 1,97 g/cm³ y 2,21 g/cm³); lactosa 4,17 % y 4,12 % (\pm D,S, 0,26 % y 0,29 %); minerales 0,63 % y 0,62 % (\pm D,S, 0,04 % y 0,04 %); proteína 2,79 % y 2,75 % (\pm D,S, 0,17 y 0,19); punto de congelación -0,48 °C y 0,47 °C (\pm D,S, 0,03 % y 0,04); pH 6,55 y 6,54 (\pm D,S, 0,24 y 0,30) y una conductividad de 3,99 ms/cm y 4,00 ms/cm (\pm D,S, 1,33 ms/cm y 1,45 ms/cm), respectivamente.

Un estudio similar fue realizado por **Rodríguez (2017)** en Urinsaya-Ccollana en época de secas, determinando la calidad físico – química de la leche fresca analizando 81 muestras. En promedio se encontró un contenido de grasa de 3,12 % (\pm D.S. 0,86 %); Sólidos no grasos de 7,86 % (\pm D.S. 0,91 %); densidad de 1,027g/cm³ (\pm D.S. 1,68 g/cm³); lactosa de 4,33 % (\pm D.S. 0,23 %); minerales 0,63 % (\pm D.S. 0,03 %); sólidos totales de 10,44 % (\pm D.S. 0,758 %); proteína de 2,99 % (\pm D.S. 0,154); pH de 6,8 (\pm D.S. 0,136).

Estudios similares se han realizado en otras regiones andinas del país como es el caso de la evaluación de la calidad fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno-Perú realizada por **Minaya et al., (2015)**, este evaluó la calidad de la leche en siete cuencas representativas de la región de Puno. Los valores medios obtenidos en este trabajo fueron grasa 3,31 %; sólidos no grasos 8,14 %; sólidos totales 11,40 %; proteína 3,04 %; lactosa 4,3 %; densidad 1,029 g/cm³ y pH 6,50.

De otro lado **De la Sota Carhuaricra (2016)** estudió la relación de los parámetros físico-químicos e higiénicos de leche fresca con el rendimiento de productos lácteos

en las provincias de Concepción y Jauja, Junín. Los valores medios reportados a nivel de ganaderos fueron: Acidez (Dórnico) 16,83 D. (\pm D.S. 0,20 °D); tiempo de reducción del azul de metileno (TRAM) 81,3 h (\pm D.S. 0,78); recuento de células somáticas (RCS) 89.7 mil (\pm D.S. 11,3); grasa 3,72 % (D.S. \pm 0,14 %); proteína 3,13 % (\pm D.S. 0,08 %); sólidos totales 11,57 % (\pm D.S. 0,12 %) sólidos no grasos 7,85% (\pm D.S. 0,07 %); lactosa 4,17 % (\pm D.S. 0,06 %); minerales 0,57 % (\pm D.S. 0,02 %).

3.1.2 Antecedentes sobre residuos de antibióticos en la leche

Cortesana (2002) estudio la leche fresca que consume la población de Cajamarca, para ello analizo un total de 216 muestras de leche recolectadas de diferentes lugares de expendio como: mercados, tiendas y algunos fundos de la ciudad de Cajamarca durante diciembre de 1990 a febrero 1991, utilizó los métodos cualitativos de cultivo de la cepa *Stearothermophilus* y la prueba de difusión estándar Delvotest, obteniendo como resultado que el 20,83 % de muestras de leche fresca estaban contaminadas con antibióticos.

Un estudio similar fue realizado por **Benzunce (1988)**, el cual determino la presencia de antibióticos en la Campiña de Cajamarca. Para ello utilizo 5 rutas de la campiña obteniendo como resultado que el 11,5 % de positividad a la presencia de residuos de antibióticos en la leche fresca.

3.2 Leche

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (**FAO, 2008**), la leche es el producto integro de la secreción mamaria, obtenido por uno o varios ordeños, sin adición o sustracción alguna; según la salud pública, la leche es el producto integral del ordeño completo de vacas sanas, sin contenido de calostro. La composición de la leche de vaca y su valor nutritivo es referenciada en la tabla 1.

Tabla 1. Composición de la leche de vaca y valor nutritivo

| Factor | Mala | Regular | Buena | Excelente |
|------------------------------------|---------|---------------|------------------|------------------|
| Grasa % | < 3,0 | 3,0 – 3,3 | 3,3 – 3,5 | > 3,5 |
| Proteína % | < 2,6 | 2,6 – 2,8 | 2,8 – 3,2 | > 3,2 |
| Lactosa % | < 4,6 | 4,6 – 4,9 | 4,9 – 5,3 | > 5,3 |
| Solidos Totales % | < 11,3 | 11,3 – 11,8 | 11,8 – 12,0 | > 12,2 |
| Solidos no grasos % | < 8,0 | 8,0 – 8,4 | 8,4 – 8,7 | > 8,7 |
| Reductasa (horas) | < 3,0 | 3,0 – 4,0 | 4,0 – 5,0 | > 5,0 |
| Densidad (g/ml) | < 1,028 | 1,028 – 1,029 | > 1,029 | > 1,029 |
| Crioscopia (°C) | -0,500 | -0,520- 0,500 | -0,530- 0,520 | -0,530- 0,545 |
| Recuento bacteriano UFC/ml (x1000) | > 300 | 100 – 300 | 50 – 100 | < 50 |
| CCS/ml en tanque (x1000) | > 400 | 200 – 400 | 100 – 200 | < 100 |

Donde:

UFC: unidades formadoras de colonias.

CCS: conteo de células somáticas.

Fuente: Gómez & Mejía, (2005).

La leche es una emulsión de materia grasa en una solución acuosa, que contiene numerosos elementos, unos en solución y otros en estado coloidal; por lo tanto, la leche tiene la propiedad de ser mezcla física y química, compuesta por agua, grasa, proteína, azúcares, minerales, vitaminas, enzimas y algunos materiales celulares de la glándula mamaria **(Veisseyre, 1980)**.

El 80 % de la producción mundial de leche se da en los países desarrollados y el 20 % en los países en desarrollo **(FAO, 2004)**.

En cuanto a la producción nacional de leche es de 2'057,000 toneladas por año y el 60 % de esta se da en Cajamarca, Arequipa, Moquegua, Tacna, Lima, Ica y Junín donde se ubica los principales hatos lecheros **(MINAGRI, 2018)**.

3.3 Composición de la Leche

La mayor cantidad de leche producida en el Perú es destinada para la producción de derivados lácteos y en menor porcentaje para la comercialización como leche fresca, fundamentalmente en los mercados. En ese sentido, disponer de información sobre características y composición química de la leche fresca resulta esencial para la industria lechera para el conocimiento de la sociedad, ya que permite una mejora y desarrollo continuo **(MINAGRI, 2018)**.

Desde el punto de vista de la composición fisicoquímica, la leche es una mezcla homogénea de un gran número de sustancias (lactosa, glicéridos, proteína, sales, vitaminas, enzimas, etc.) que algunas están en forma de emulsión (la grasa y sustancias apropiadas) y otras en suspensión (la caseína ligadas a sales minerales) y otras en solución verdadera (lactosa, vitaminas hidrosolubles, proteínas del suero, sales, etc.) (Ordoñez, 1998).

La composición de la leche varía considerablemente por especie como se muestra en las tablas 2 y 3, también hay diferencias entre razas como se muestra en la tabla 4. Por otra parte existen factores ambientales que pueden afectar la composición de la leche como el estado de lactancia, la alimentación, época del año y muchos otros factores, aun así, algunas de las relaciones entre los componentes son muy estables y pueden ser utilizadas para indicar si existe alguna adulteración en la composición de la leche (Del Esteréo, 2009).

Tabla 2. Composición de la leche de diferentes especies (por cada 100 g).

| Especie | Extracto Seco | Prebióticos | | | Lactosa | Lípidos | Sustancias Minerales |
|---------|------------------|-------------|-----------|---------|---------|---------|-------------------------|
| | | Caseína | Albúminas | TOTALES | | | |
| Mujer | 11,5 | 0,70 | 0,8 | 1,5 | 6,80 | 3,00 | 0,20 |
| Yegua | 7,4 | 1,3 | 0,4 | 1,7 | 4,70 | 0,70 | 0,30 |
| Burro | 10 | 0,8 | 1 | 1,8 | 6,20 | 1,50 | 0,50 |
| Vaca | 11,7 | 2,5 | 0,6 | 3,1 | 4,90 | 3,00 | 0,80 |
| Cabra | 12,8 | 2,6 | 1,1 | 3,7 | 3,90 | 4,40 | 0,80 |
| Oveja | 18,1 | 4,5 | 1,6 | 6,1 | 4,30 | 6,90 | 0,80 |
| Búfalo | 19,1 | 5,40 | 0,5 | 5,9 | 4,50 | 7,90 | 0,80 |

Fuente: Carrizo et al., (2007).

Tabla 3. Composición química de la leche en porcentajes por especie.

| Especie | Grasa (%) | Proteína (%) | Solidos Totales (%) |
|----------------|------------------|---------------------|----------------------------|
| Humano | 3,75 | 1,63 | 12,57 |
| Vacuna | 3,7 | 3,5 | 12,8 |
| Búfalo De Agua | 7,45 | 3,78 | 16,77 |
| Cebú | 4,97 | 3,18 | 13,45 |
| Caprina | 4,25 | 3,52 | 13 |
| Ovina | 7,9 | 5,23 | 19,29 |
| Asnal | 1,1 | 1,6 | 9,6 |
| Caballar | 1,7 | 2,1 | 10,5 |
| Camélida | 4,1 | 3,4 | 12,8 |
| Reno | 12,46 | 10,3 | 36,7 |

Fuente: Miralles de la Torre (2003).

Tabla 4. Composición media representativa de la leche de vaca de las razas más comunes en el Perú

| Raza | Agua (%) | Grasa (%) | Proteínas (%) | Lactosa (%) | Cenizas (%) | Solidos Totales (%) |
|-------------|-----------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|
| Jersey | 85,47 | 5,05 | 3,78 | 5,00 | 0,7 | 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: Fennema (1982).

Los datos de la tabla 5, muestra que la leche contiene los más importantes nutrientes de los alimentos, posee la proteína que forma el cuerpo, el calcio que es indispensable en la edificación del sistema óseo, las vitaminas promotoras de la salud y, las grasas y azúcares productores de energía **(Fennema, 1982)**.

Tabla 5. Aporte nutricional de la leche de vaca

| Nutrientes | Aporte |
|-------------------|---------------|
| Calorías | 59 - 65 Kcal |
| Agua | 87 % - 89 % |
| Carbohidratos | 4,8 - 5 g |
| Proteínas | 3 - 3,1 g |
| Grasa | 3 - 3,1 g |
| Sodio | 30 mg |
| Fosforo | 90 mg |
| Potasio | 142 mg |
| Cloro | 105 mg |
| Magnesio | 8 mg |
| Calcio | 125 mg |
| Hierro | 0,2 mg |
| Azufre | 30 mg |
| Cobre | 0,03 mg |

Fuente: Murad (2009).

3.4 Propiedades físico – químicas de la leche

La leche, es un sistema heterogéneo constituido por componentes, los cuales le van a impartir de una manera individual o en conjunto características o propiedades físicas y químicas. Ciertas de estas características son utilizadas en estudios como índices en el control e investigación de la adulteración en la leche.

Algunas propiedades como es el caso físico dependen del total de los componentes (densidad, tensión superficial y calor específico), otras dependen de las sustancias disueltas (punto de congelación) y finalmente hay otras que solo dependen de los iones (pH, conductividad) o de los electrones (Potencial redox).

El componente mayoritario de la leche es el agua, lo cual constituye la fase continua en la que se encuentran dispersos los glóbulos de grasa, en consecuencia, las propiedades de la leche son las de un sistema acuoso (**Barberis, 2000**).

3.4.1 Características organolépticas de la leche

3.4.1.1 Color

La leche posee comúnmente un color blanquecino, ligeramente amarillo y opaco, pero cuando se le adiciona agua o se ha descremado, el color es blanco azulado. Su color se debe principalmente, a la dispersión de la luz de micelas de

fosfacaceinato de calcio. El caroteno (colorantes que se encuentran en la hierba) y la riboflavina son los responsables del color amarillento de la leche de algunas según sea la raza y el tipo de alimentación, así mismo el color de la leche varía según el proceso o tratamiento al que haya sido sometido, por ejemplo, el descremado cambia el color de la leche a un ligero tono azulado, la pasteurización a temperaturas muy altas por corto tiempo intensifica su blancura y opacidad **(Revilla, 2000)**.

3.4.1.2 Olor

La leche fresca casi no tiene un olor característico, pero sin embargo la leche se impregna de olores, provenientes del establo, del alimento predominante en la alimentación de la vaca **(Revilla, 1996)**. Por lo cual debemos evitar que esto suceda para obtener mejores productos. Además, las vacas de raza lechera, a través de las paredes externas de la ubre producen una sustancia cerosa y aromatizada cuyo aroma y el de la leche se confunden algunas veces. La presencia de una mínima acidificación en la leche ya le da un olor especial al igual que ciertos contaminantes **(Nasanovsky & Garijo, 2001)**.

3.4.1.3 Sabor

La leche fresca posee un sabor característico, debido a su alto contenido de lactosa o azúcar. La leche fresca normal tiene un sabor ligeramente dulce, todos los elementos, e inclusive las proteínas son insípidas constituyen en forma directa o indirecta en la sensación del sabor que percibe el consumidor además el sabor puede cambiar por acción de la alimentación, traumatismo de la ubre, alteraciones en el estado de salud de la vaca, sustancias extrañas del medio ambiente o de los recipientes en los que se presenta **(Revilla, 1996)**.

3.4.1.4 Textura

La leche debe ser de consistencia líquida, pegajosa y ligeramente viscosa. Esto se debe al contenido de azúcares, sales disueltas en ella y caseína **(Nasanovsky & Garijo, 2001)**.

3.4.2 Propiedades físicas de la leche

3.4.2.1 Densidad

La densidad de la leche entera depende del contenido de grasa y proteína que presenta, dicha densidad puede fluctuar entre $1,028 \text{ g/cm}^3$ a $1,034 \text{ g/cm}^3$ a una

temperatura de 15°C, su variación con la temperatura es 0,0002 g/cm³ por cada grado de temperatura **(Nasanovsky & Garijo, 2001)**.

El mantener a la leche a diferentes temperaturas puede afectar la medición de la densidad. A medida que la leche se calienta su estructura globular cambia y la densidad decrece.

3.4.2.2 pH de la leche

La leche en un estado óptimo posee un pH de 6,6 a 6,8, en la leche fresca no hay ácido láctico, pero este ácido se produce cuando la lactosa de la leche se fermenta con el paso del tiempo, los niveles de pH pueden presentar también distintos valores cuando el estado sanitario de la glándula mamaria es deficiente por la cantidad de CO₂ disuelto, por la presencia de microorganismos desarrollados que desdoblan la lactosa en ácido láctico, por la acción de microorganismos alcalinizante **(Nasanovsky & Garijo, 2001)**.

3.4.2.3 Viscosidad

La leche es más viscosa que el agua; esto debido a la grasa en emulsión y a las proteínas tiene valores entre 1,7 a 2,2 cent poise (cP) para la leche entera, mientras que una leche descremada tiene una viscosidad de alrededor de 1,2 cP. La viscosidad disminuye con el aumento de la temperatura hasta alrededor de los 70°C, por encima de esta temperatura aumenta su valor **(Nasanovsky & Garijo, 2001)**.

3.4.2.4 Punto de congelación

Una de las características más constantes de la leche es el punto de congelación que, en general el valor media es de -0,54 °C teniendo un rango que va de -0,513 °C a -0,565 °C. Esta propiedad permite utilizarla para detectar la adición de agua ya que esta, al congelarse a 0 °C, influye para que el valor del punto de congelación de la leche se aproxime al del agua, como se aprecia en los valores es menor a la del agua, y es consecuencia de la presencia de las sales minerales y de la lactosa **(Nasanovsky & Garijo, 2001)**. La leche se congela a -0,55 °C con una variación de -0,50 °C a -0,55 °C **(Revilla, 1982)**.

3.4.2.5 Punto de ebullición

El punto de ebullición de la leche varía de acuerdo a la composición y la precisión atmosférica, al agregar sólidos, sales, azúcares o ácidos sube el punto de

ebullición. Sin embargo el punto de ebullición es de 100,17 °C en la Costa (**Revilla, 1982**).

3.4.2.6 Calor específico

Early (2000) menciona es el número de calorías necesarias para elevar 1 °C un gramo de agua. La temperatura de la unidad de peso de la leche es:

Leche completa... 0,93 a 0,94 cal/g °C

Leche descremada.....0, 94 a 0,96 cal/g °C

Suero de queso.....0,97 cal/g °C

Grasa.....0,40 a 0,60 cal/g °C

La leche fresca puede tolerar calentamientos sin cambios en su estructura, solamente los calentamientos prolongados rompen las micelas de caseína provocando cambios en los azúcares de la leche (**Calcina & Salas, 2015**).

3.4.2.7 Acidez de la leche

Una leche fresca posee una acidez de 0,15 % a 0,16 %. Esta acidez se debe en un 40 % a la anfoterica, otro 40 % al aporte de la acidez de las sustancias minerales, CO₂ disuelto y acidez orgánicos; el 20 % restante se debe a las reacciones secundarias de los fosfatos presentes. Una acidez menor al 0,15 % puede ser debido a la mastitis, al aguado de la leche o bien por la alteración provocada con algún producto alcalinizante. La acidez promedio de la leche cruda fresca es de 0,165 % (**Meyer, 1986**).

3.4.3 Composición química de la leche

La composición química de la leche determina su calidad nutritiva, su valor como materia prima para fabricar alimentos y también muchas de sus propiedades (**Alais, 1985**).

La importancia alimentaria de la leche reside principalmente en las proteínas, el calcio y las vitaminas A, B1 Y B2. La leche es una mezcla de sustancias definidas como: lactosa, glicéridos de ácidos grasos, caseína, albumina y sales minerales (**Gómez & Mejía, 2005**).

3.4.3.1 Grasa

El contenido de grasa en la leche de vacas es bastante variable (2,5 % a 5,0 %) y se encuentra como emulsión formando glóbulos de dos a cuatro micras de diámetro. Esta constituido en un 97 % a 98 % por triglicéridos, de 0,8 % a 1% por fosfolípidos (lecitinas y cefalinas mayormente) y un 1 % son grasa insaponificable **(Vargas, 1999)**. Los ácidos grasos de la leche se sintetizan, en su mayor parte, en la misma glándula mamaria tomando como sustrato o base a los ácidos grasos de cadena corta (2 a 6 carbonos) de la sangre que a su vez una parte provienen del sistema digestivo y los de cadena larga (más de 16 carbonos), que derivan directamente del alimento llegando a la leche sin cambio aparente **(Vargas, 1999)**.

La grasa de la leche es usada en la elaboración de mantequilla, helados y cremas **(Revilla, 1971)**. En la tabla 6 se muestra el porcentaje de los distintos ácidos grasos presentes en la leche **(Madrid, 1996)**.

Tabla 6. Porcentaje de los distintos ácidos grasos presentes en la leche

| Ácidos grasos saturados | % total |
|---------------------------|-------------|
| Butírico | 3,2 a 4,5 |
| Caprónico | 1,3 a 2,3 |
| Caprílico | 0,8 a 2,6 |
| Cáprico | 1,8 a 3,8 |
| Laurico | 2,1 a 5,1 |
| Mirístico | 7,0 a 11,0 |
| Palmítico | 25,0 a 29,0 |
| Esteárico | 7,0 a 12,9 |
| Ácidos Grasos Insaturados | % Total |
| Oleico | 30,0 a 40,0 |
| Linoleico | 3,0 a 4,0 |

Fuente: Madrid (1996).

3.4.3.2 Lactosa

Es el carbohidrato disacárido más importante de la leche; de todos los componentes solidos es el que se encuentra en mayor porcentaje 4,7 % a 5,2 %, siendo además el más constante, Por otro lado **Varnam & Sutherland (1995)** reportaron valores de lactosa de 4,1 % a 5 %. Según **Pérez et al., (2007)** los valores oscilan de 3,49

% a 3,79 % para la lactosa, obteniéndose valores mayores (4,16 % a 4,42 %) a los reportados por **Muñoz & Rodríguez (2006)**.

Químicamente, la lactosa es disacárido que está formado por glucosa y galactosa, dos azúcares simples que el cuerpo utiliza directamente como fuente de energía, su principal origen está en la glucosa de la sangre; del tejido mamario (**Ordoñez, 1998**). La enzima lactasa descompone la lactosa en glucosa y galactosa. La lactosa otorga a la leche un sabor algo dulzaino, su proporción cuantitativa es bastante constante y favorece la presencia de bacterias formadoras de ácido láctica, fenómeno que es aprovechado para la obtención de subproductos como: yogurt, queso, kéfir, etc., (**Ordoñez, 1998**).

3.4.3.3 Proteína

Los niveles de proteína en la leche de vaca se encuentran en un rango de 2,5 % a 3,5 %. Este nutriente le da el color característico a la leche y se encuentra formando un sistema coloidal estable asociado al calcio, fosforo y magnesio. Está constituido por; 78 % de caseína en sus formas Alfa, Beta y Kappa; 17 % por las proteínas del suero, como son Alfa y Beta lactoglobulina, inmunoglobulina y seroalbumina y la inmunoglobulina que proviene de la sangre (**Vargas, 1999**).

Las proteínas de la leche son de dos tipos, proteínas del lactosuero y caseínas. Las caseínas corresponden a más del 80 % de las proteínas totales de la leche, aunque la proporción relativa de proteínas del lactosuero frente a caseínas varía según el estado de lactación. La leche producida en los primeros días después del parto y hacia el final de la lactación tiene un contenido de proteínas del suero mucho mayor que la leche de mitad de lactación. Este incremento está acompañado de niveles elevados de proteínas del suero sanguíneo (**Varnam & Sutherland, 1995**). La concentración de proteína es de gran importancia en la calidad de coagulación de la leche para la fabricación de queso y yogurt, siendo mejor con una mayor concentración de caseína, obteniéndose más kg de queso por litro de leche a medida que aumenta la concentración de proteínas (**Alais, 1985**).

3.4.3.4 Enzima

La enzima llamada también fermentos son sustancias orgánicas de naturaleza proteica, secretadas por las células extracelulares (exoenzimas) o intracelulares (endoenzimas); formados por una proteína (apoenzima) y un grupo activo llamado coenzima, actúan como biocatalizadores en las reacciones bioquímicas acelerando

las reacciones. Son compuestos de compleja estructura y elevado peso molecular. Las enzimas lácteas son factores de degradación de los constituyentes originales de la leche, pueden inducir a la pérdida de rendimiento, de propiedades organolépticas. Una gran proporción de las enzimas de la leche se encuentran localizadas en la membrana de los glóbulos grasos. Algunas enzimas tienen actividad antibacteriana y aportan protección limitada a la leche como la lactoperoxidasa y lisozima **(Ordoñez, 1998)**.

La acción de las enzimas es muy específica y depende fundamentalmente de la temperatura y el pH. A temperaturas relativamente bajas se inhibe su acción, a altas temperaturas (70 °C a 80 °C) se destruye la mayor parte de estas, la temperatura óptima es entre los 30 °C y 40 °C.

En la leche de vaca se ha detectado unas 60 enzimas diferentes cuyo origen es difícil de determinar. En términos generales puede decirse que proceden tanto de las células del tejido mamario, como del plasma sanguíneo y de los leucocitos de la sangre **(Ordoñez, 1998)**.

3.4.3.5 Vitaminas

Las vitaminas son sustancias orgánicas que en cantidades vestigiales tal como se muestra en el cuadro 7. Permiten el crecimiento, el mantenimiento y funcionamiento del organismo; la leche figura entre los alimentos que contienen las variedades más completas de vitaminas, tabla 7. Así las vitaminas A, D, E y K son liposolubles encontrándose en su totalidad en la crema y mantequilla; mientras que las vitaminas B y C son hidrosolubles y permanecen en la leche descremada **(Veiseyre, 1988)**.

Tabla 7. Vitaminas de la leche de vaca y humana

| Vitamina | Vaca (mg/L) | Mujer (mg/L) |
|---------------------|-------------|--------------|
| Vitamina A | 0,4 | 0,6 |
| Caroteno | 0,2 | 0,4 |
| Vitamina D | 0,0006 | 0,0006 |
| Vitamina E | 0,98 | 6,64 |
| Tiamina (B1) | 0,44 | 0,16 |
| Riboflavina (B2) | 1,75 | 0,36 |
| Niacina | 0,94 | 1,47 |
| Ácido Pantoténico | 3,46 | 1,84 |
| Piridoxina (B6) | 0,64 | 0,1 |
| Biotina | 0,031 | 0,008 |
| Ácido Fólico | 0,05 | 0,05 |
| Cianobalamina (B12) | 0,0043 | 0,0003 |
| Vitamina C | 21,1 | 43 |

Fuente: Ordoñez (1998).

3.4.3.6 Minerales

Pocos alimentos son tan ricos en sustancias minerales como la leche. Dentro del contenido nutricional de la leche, podemos encontrar sales solubles e insolubles de aniones orgánicos y minerales que provienen de la sangre del animal **Barberis (2000)**.

Dentro del contenido mineral de la leche, podemos encontrar componentes mayoritarios como fosfatos, cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos de minerales. Sodio, potasio, calcio y magnesio; y otros elementos en cantidades menores como: cobre, hierro, boro, manganeso, zinc, yodo, etc. Tabla 8. El contenido de sales en términos totales es bastante constante; en torno al 0,7 – 0,8% de la leche en peso húmedo, las sales de la leche pueden encontrarse en solución o en estado coloidal, las sales en estado soluble pueden encontrarse como iones libres y formando parte de complejo iónico o complejo sin ionizar **(Del Estéreo, 2009)**.

Tabla 8. Concentraciones minerales en la leche

| Minerales | mg/100 ml |
|-----------|-----------|
| Potasio | 138 |
| Calcio | 125 |
| Cloro | 103 |
| Fosforo | 96 |
| Sodio | 62 |
| Azufre | 30 |
| Magnesio | 8 |

Fuente: Del Estereo (2009).

3.5 Calidad higiénica de la leche

La calidad higiénica se define como el grado en que un conjunto de características inherentes a bienes y servicios cumple con unas necesidades o expectativas establecidas, generalmente implícitas u obligatorias **(MSDS, 1959)**. La calidad higiénica de la leche se traduce en la calidad bacteriológica, y se evalúa por el recuento de bacterias mesófilas aeróbicas (RMA) también conocido como recuento estándar en placas (SPC) e, internacionalmente se acepta que debe ser inferior a 100.000 UFC/ml, aunque los procesadores quieren y bonificas recuentos inferiores a 30,000 UFC/ml, **(Gaviria & Barrientos, 2001)**.

Por otro lado, la calidad de la leche es determinada por las características físico-químicas y bacteriológicas que determinan la composición de los productos. Según **(Molina, 1998)** Una leche de buena calidad debe reunir las siguientes características:

- Cantidad y calidad apropiada de los componentes solidos (grasa, proteínas, lactosa y minerales).
- Contener una carga microbiana mínima (< 50.000 UFC/ml).
- Libre de bacterias causantes de enfermedades y toxinas producidas por bacterias u hongos
- Con un máximo de células somáticas de 500 000 células/ml
- Libre inhibidores (antibióticos, pesticidas y otros)
- Ausencia de cuerpos extraños y de agentes patógenos (brucelosis, tuberculosis, paratuberculosis y salmonella).

- Contener adecuadas características organolépticas.

3.6 Factores que afectan a la calidad de la leche

La calidad de la leche depende de las condiciones climáticas y de los factores fisiológicos normales de los animales que la producen, los factores genéticos, de la nutrición y salud de las vacas, de las condiciones en que se ordeña, y del manejo dado al productor hasta llegar al consumidor. La calidad de la leche puede estar afectada igualmente por el contenido de residuos de medicamentos veterinarios **(Gaviria & Barrientos, 2001)**.

Existen diferentes fuentes de contaminación de la leche, los cuales se presentan al momento del ordeño, por las condiciones de tiempo y temperatura de almacenamiento, antes de llegar a la planta de recepción.

Se considera fuentes de contaminación de la leche cruda, las siguientes:

3.6.1 Ubre

Por su comunicación con el exterior, la glándula mamaria puede aportar un reducido número de bacterias, representado principalmente por especies de los géneros lactobacillus, streptococcus y micrococcus, en un número que no supera las 1.000 UFC/ml. Estas bacterias generalmente se localizan en la cisterna del pezón y son eliminadas en los primeros chorros de la leche. Por esto, en una buena rutina de ordeño, el descarte y observación de los primeros chorros de leche debe ser práctica constante que, además ayuda a la estimulación de la vaca y al diagnóstico de casos clínicos de mastitis **(Gaviria & Barrientos, 2001)**

3.6.2 Ubre con mastitis

Las infecciones presentes en la glándula mamaria producen un aumento en el número de bacterias en la leche. Las infecciones generadas por Streptococcus so, por su localización canalicular, producen más bacterias que los Staphylococcus sp, debido a su ubicación interalveolar. Se estima que la leche de un cuarto afectado por mastitis, y mezclado con la de 99 cuartos sanos puede alcanzar un recuento hasta de 100.000 UFC/ml **(Andresen, 2001)**.

Desde el punto de vista del metabolismo bacteriano estas dos clases de contaminación aportan bacterias típicamente mesofilas que no modifican los otros análisis bacteriológicos.

3.6.3 Contaminación ambiental

Es la fuente más importante de la contaminación de la leche, tanto por la variedad y el número de microorganismos que pueden ingresar durante el ordeño, provenientes de la piel de los pezones, manos y/o pezoneras, en general, de todo el entorno del ordeño. Por esta fuente de contaminación ingresan bacterias entéricas, psicótrofas, mesófilas, termófilas, forma esporuladas, mohos y levaduras, en número variables dependiendo de la higiene del ordeño.

Esta fuente de contaminación se puede llegar a controlar, con pezones limpios, desinfectados y secados; utilizando equipos limpios y tener las manos limpias, logrando entregar la leche con menos de 10.000 UFC/ml (**Gaviria & Barrientos, 2001**).

Cualquier error al momento del ordeño puede ser causante suficiente para que el recuento se incremente súbitamente.

3.6.4 Contaminación por recipientes

La lechera, los baldes y los equipos de ordeño mal lavados, y deficientemente desinfectados, aportan numerosas bacterias, principalmente las bacterias termodúricas, por su mayor resistencia a la temperatura y a los desinfectantes (**García & Requielme, 2011**).

3.7 Control de calidad de la leche

Parra et., (2003), Mencionan que es importante contribuir al mejoramiento de la calidad de la leche, porque es un alimento de alto valor nutritivo, y es esencial en la dieta del ser humano; además, con la apertura de los mercados, las únicas restricciones para el libre comercio de la leche están basadas en su calidad composicional y bacteriológico, así como en la ausencia de residuos considerados como tóxicos y nocivos para el consumidor. Por lo tanto, se deben desarrollar programas para el uso racional de medicamentos y sus sustancias químicas, para el control de enfermedades y para procesos de limpieza y desinfección en las fincas. Para elaborar productos lácteos de buena calidad, es importante realizar un estricto control de calidad de la leche (**Magariños, 2000**).

3.7.1 Control organoléptico

Este tipo de control en la leche se realiza utilizando los sentidos como: la vista, olfato y gusto, debe constar las siguientes características (**Magariños, 2000**).

- Color.- blanco amarillento.
- Sabor.- ligeramente dulce.
- Olor.- A pasto fresco.
- Textura.- Consistencia líquida, pegajosa y ligeramente viscosa.
- Opacidad.- es opaca aun en capas muy delgadas.

3.7.2 Control físico – químico:

Este tipo de control de la leche se realiza mediante el uso de equipos y reactivos:

- **Físico:**

Densidad.- Este se realiza con la finalidad de detectar leche adulterada o fraguada. Para determinar la densidad de la leche se usa el Lactodensímetro de (15 °C, 20 °C y 25 °C). La densidad de la leche es 1,028 g/cm³ a 1,034 g/cm³.

- **Químico**

Acidez.- Este control se realiza para determinar la calidad microbiológica de la leche. La acidez de la leche es 14 °D – 18 °D. Existen diferentes tipos de Determinar la acidez:

- **Determinación de la acidez titulable (método DORNIC):**

Este es un método volumétrico que se basa en neutralizar parte de la cantidad total de la leche con una solución alcalina valorada, usando un indicador. Esta prueba nos indica el estado de deterioro que puede tener la leche desde el ordeño hasta su utilización.

- **Determinación de la acidez cualitativa (prueba de alcohol):**

Las leches normales son estables al alcohol y al calor, sin embargo, la leche acidificada y con un balance salino incorrecto es inestable al alcohol y al calor, esta prueba sirve también para descubrir si la leche proviene de vacas con mastitis. Si la leche se coagula en presencia de alcohol, significa que no puede ser sometida a tratamiento térmico (**Magariños, 2000**).

3.8 Calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca

3.8.1 Calidad higiénica

La acidez de la leche es un parámetro que varía principalmente debido a los procesos de degradación que llevan a cabo los microbios que contaminan la leche, pudiendo estar la fuente de contaminación en cualquiera de los pasos, desde el

ordeño hasta el almacenamiento, sin descuidar la calidad bacteriológica del agua de lavado. La alimentación, aunque en menor importancia, puede alterar la acidez normal de la leche debido a fenómenos de:

- acidosis ruminal, en caso de haber consumido un importante volumen de granos o silos de maíz sin acostumbramiento previo de la flora ruminal; - acidosis metabólica: en caso de subalimentación energética. Valores normales de acidez de la leche oscilan entre 14 y 17 Grados Dornic; para su determinación empleamos la prueba de alcohol **(MINAGRI, 2018)**.

3.8.2 Carga bacteriana

El **MINAGRI (2018)**, menciona que no sólo es importante el número de bacterias totales sino también el tipo de microorganismos presentes, por ejemplo bacterias coliformes que pueden crecer a temperaturas de 4 °C a 7 °C, resistiendo a la pasteurización y reduciendo la vida útil de la leche pasteurizada y alterando la calidad de los productos de fermentación (quesos, yogurt y leche cultivada).

El enfriado de la leche ayuda a mantener la calidad higiénica con que fue ordeñada, pero no la mejora.

Las fuentes de contaminación en líneas generales son:

a) microorganismos provenientes del interior de la glándula mamaria, fuente que puede ser importante en rodeos con alta incidencia de cuartos con mastitis, principalmente clínica.

b) microorganismos provenientes del exterior del animal, que constituyen por lo general la principal fuente de contaminación de la leche. Su número final está relacionado con:

- ambiente en el que viven los animales (potreros, corrales, callejones, etc.).
- el grado de contaminación
- las posibilidades de desarrollo de los gérmenes durante el almacenamiento de la leche.
- fundamentalmente, con la rutina de lavado.

3.8.3 Inhibidores y antibióticos

Se entiende por inhibidor a toda sustancia ajena al proceso de secreción de la leche que frena el desarrollo bacteriano, produciendo por lo tanto perjuicios en la industria

al no permitir el normal desarrollo de los fermentos. Los inhibidores más comunes son: cloro, agua oxigenada e yodóforos **(MINAGRI, 2018)**.

Para evitar la presencia involuntaria de estos en la leche, es importante eliminar completamente desinfectantes y detergentes utilizados en el lavado y desinfección del equipo de ordeño y de tanques de almacenamiento y de tarros lecheros **(MINAGRI, 2018)**.

La presencia de antibióticos no sólo se debe a tratamientos intramamarios, sino también a tratamientos por vía oral o inyectable que se apliquen a la vaca lactando. Debido al perjuicio que estos presentan para la industria y para la misma salud humana, ya que algunos de ellos no son destruidos en el proceso de pasteurización, es imprescindible el descarte de la leche de animales tratados por el período que indique el producto o por indicación veterinaria **(MINAGRI, 2018)**.

3.8.4 Calidad sanitaria

Para lograr una buena calidad sanitaria es imprescindible el adecuado control de la mastitis subclínica, así como mantener el rodeo libre de brucelosis, tuberculosis, y participar de los planes de control de fiebre aftosa, que junto con la leucosis bovina se transforman en barreras no arancelarias que dificultan la colocación de productos lácteos en el mercado internacional. El conteo de células somáticas es el método más utilizado para el diagnóstico de mastitis subclínica. Se recomienda llevar a cabo como mínimo una vez al mes. Es importante realizar un seguimiento de los valores de células somáticas y no basarse en análisis puntuales, ya que factores ambientales, nutricionales y de manejo, pueden hacer variar los resultados de estos análisis **(MINAGRI, 2018)**.

3.9 Estandarización de calidad de la leche

Tabla 9. Requisitos físicos y químicas de la leche de vaca

| Características físico – químicas | parámetros |
|---|------------------------------|
| Materia Grasa (g/100g) | Mínimo 3,2 |
| Sólidos no grasos (g/100g) | Min. 8,2 |
| Sólidos totales (g/100g) | Min. 11,4 |
| Impurezas macroscópicas, (mg de impurezas por 500 cm ³) | Max. 0,5 mg (grado 2) |
| Acidez, expresada en g de ácido láctico por 100 g de leche | Min. 0,14 % Máx. 0,18 % |
| Densidad a 20 °C (g/cm ³) | Min. 1,0296 Máx. 1,0340 |
| Índice de refracción del suero, 20 °C (Lectura refractométrica 37.5) | Min. 1,34179 |
| Ceniza total (g/100g) | Máx. 0,7 |
| Alcalinidad de la ceniza total ml HCL 0.1 N/100 g | Máx. 0,7 cm ³ |
| Índice crioscópico | Máx. -0,54 °C |
| Sustancias conservadoras y cualquier otra extraña | Ausencia |
| Prueba de alcohol (74% V/V Mínimo) | No coagulable |
| Tratamiento que disminuye o modifique sus componentes | Ninguno |
| Prueba de la reductasa con azul de metileno | Mínimo: 4 h |
| REQUISITOS MICROBILÓGICOS | |
| Conteo de células somáticas | Máx. 500 000 unidades por ml |
| Numeración de microorganismos mesófilas, aerobios y facultativos viables, por ml. | Máx. 1 000 000 UFC |
| Numeración de coliformes, por ml | Máx. 1 000 UFC |

Donde:

HCL: cloruro de hidrogeno.

V/V: volumen a volumen.

UFC: unidades formadores de colonias.

Fuente: NTP 2002.001

Otras definiciones según la norma precedente de **ITINTEC 202.085, 1991-03-12:**

Leche pasteurizada: es aquella que ha sido sometida a un tratamiento térmico específico y por un tiempo determinado, para lograr la destrucción total de los

organismos patógenos que pueda contener, sin alterar en forma considerable su composición, sabor ni valor alimenticio.

Leche ultra pasteurizada: es la que ha sido sometida a un proceso rápido de alta temperatura, sin causar modificaciones considerables, en su composición, sabor, ni valor alimenticio, obteniéndose un producto comercialmente estéril.

Leche Higienizada: es aquella considerada como Leche, Leche cruda y Leche íntegra o entera que ha sido sometida a uno de los procesos de Leche pasteurizada, Leche ultra pasteurizada y Esterilización comercial.

Leche homogenizada: es aquella que ha sido procesada de manera tal, que los glóbulos grasos han sido fragmentados a tal grado que después de 48 horas de mantener la leche en reposo, no ocurre ninguna separación visible de la crema.

Esterilización comercial: para leche empacada herméticamente, se entiende como tal, el proceso tecnológico, mediante el cual los microorganismos patógenos y sus esporas son destruidos, paralelamente con otros tipos de microorganismos y agentes que causan deterioro al producto.

Leche adulterada: tendrá la condición de adulterada, toda leche a la que se le ha adicionado o sustraído, cualquier sustancia para variar su composición, peso o volumen, con fines fraudulentos o para encubrir cualquier defecto debido a ser de inferior calidad o tener la misma alterada. No se considera adulteración la adición o sustracción de cualquier sustancia para variar su composición, siempre y cuando cumpla con alguno de los tipos contemplados en esta norma.

Leche alterada: tendrá la consideración de alterada, toda leche que durante su obtención, preparación, manipulación, transporte, almacenamiento o tenencia, y por causas no provocadas deliberadamente, hayan sufrido variaciones tales en sus características organolépticas, composición química o valor nutritivo, que su aptitud para la alimentación haya quedado anulada o sensiblemente disminuida, aunque el producto se mantenga inocuo.

Leche contaminada: tendrá la consideración de contaminada, toda leche que contenga gérmenes patógenos, sustancias químicas o radioactivas, toxinas o parásitos capaces de transmitir enfermedades al hombre o a los animales. No será obstáculo, a tal consideración, la circunstancia de que la ingestión de tal leche, no provoque trastornos orgánicos en quien la hubiera ingerido.

Leche falsificada: tendrá la condición de falsificada, toda leche en la que se haga concurrir alguna de las siguientes circunstancias:

- que haya sido preparada o rotulada para simular otra.
- que su composición real no corresponda a la declarada y comercialmente anunciada.
- cualquier otra capaz de confundir al consumidor.

Leche reconstituida: es el producto uniforme que se obtiene de la reintegración de agua a la leche en polvo, sea integra, semi descremada o descremada, agregándole o no grasa láctea deshidratada o sometiéndola luego a higienización de forma que presente las mismas características de la leche líquida correspondiente.

Leche recombinada: es el producto de la mezcla de la leche cruda con la leche reconstituida en proporción no mayor al 30 % de esta última, higienizada posteriormente y que presenta características fisicoquímicas y organolépticas similares a la de la leche correspondiente.

Ordeño: es la extracción higiénica, ininterrumpida y completa, una o varias veces al día de la leche, de su fuente natural, por medios naturales o mecánicos.

3.10 Utilización de antibióticos en la producción animal

3.10.1 Definición de antibiótico y residuos de antibióticos

Los antibióticos, provienen del griego **anti** (contra) y **bios** (vida), se refiere a todo compuesto químico producido por microorganismos o aquellos que se producen mediante síntesis, utilización por su capacidad de inhibir el crecimiento o favorecer la desnutrición de bacterias u otros microorganismos **(IFAH, 2006)**.

El uso de medicamentos veterinarios y concretamente aquellos de tipo infeccioso, representan una práctica muy frecuente en la cría y explotación del ganado, que resulta necesaria para el mantenimiento de un nivel económico rentable **(IFAH, 2006)**.

En la producción de ganado vacuno lechero, los tratamientos con antibióticos presentan efectos muy positivos que se contrarrestan con el hecho de que pueden aparecer residuos de estas sustancias en la leche, incluso varios días después de finalizar el tratamiento.

La presencia de sustancias de antibióticos en la leche puede tener graves consecuencias tanto desde el punto de vista toxicológico como tecnológico (**Calderón et al., (1998)**). Por eso, dentro de los programas de control de calidad de la leche, deben existir laboratorios dedicados al control de residuos de antibióticos en la leche, ya que esto influye directamente en la calidad de la misma.

Por otro lado, para establecer una adecuada estrategia de control de residuos de antibióticos es necesario conocer la causa de su presencia en la leche y cuáles son las sustancias que se emplean con mayor frecuencia, ya que el uso de un tipo u otro, puede variar entre distintas zonas, y además conocer otros factores relacionados con las características de los métodos empleados en su detección (**Giguère et al., 2006**).

3.10.2 Conceptos generales y clasificación de los antimicrobianos

Los antimicrobianos se definen en forma general como aquellas sustancias de origen natural, semisintético y sintético que son capaces de inhibir o provocar muerte del crecimiento bacteriano. Dentro de los agentes de los antimicrobianos se caracteriza al grupo de los antibióticos, que son consideradas como sustancias de bajo peso molecular sintetizadas a partir de otros microorganismos, que producen a bajas concentraciones la inhibición o muerte de otros microorganismos (**Giguère et al., 2006**).

Las propiedades que se buscan en un antibiótico para ser utilizado en el tratamiento de enfermedades infecciosas (**Rang et al., 2000**) se pueden resumir en:

- Elevada actividad antimicrobiana, eficaz y selectiva, que no se vea reducida por la biotransformación que sufra en el cuerpo.
- Las características farmacocinéticas deben proporcionar valores altos en los lugares de acción, y ser mantenidos durante tiempos largos.
- Baja toxicidad para el huésped
- No debe generar resistencias bacterianas
- Que sea eficaz por vía tópica, oral o parental
- De alta penetrabilidad
- Que sea estable, no lábil
- Fácil de producir en grandes cantidades y a bajo costo

Se debe aclarar que reunir todas las características mencionadas anteriormente en una única sustancia, es prácticamente imposible, por lo que se recurre a combinaciones de antimicrobianos para mejorar la efectividad de los tratamientos. Sin embargo, no todas las combinaciones son viables debido a la incompatibilidad química de su estructura **(Lóscher & Schmidt, 1994)**.

Por otro lado, en cuanto a la clasificación de los antimicrobianos se puede establecer basándose en diferentes criterios. Actualmente el sistema más utilizado por la comunidad científica es el que agrupa a los compuestos por similitud química, según los núcleos base de su estructuras, que hace que tengan cierta semejanza en sus propiedades físico – químicas y farmacológicas.

Por otro lado, y de acuerdo a su mecanismo de acción, los agentes antimicrobianos se pueden clasificar en:

- Agentes que inhiben la síntesis de la pared celular de la bacteria: antibióticos betalactámicos, bacitracina, etc.
- Sustancias que afectan la permeabilidad de la membrana celular: polimixinas, entre otros.
- Agentes que inhiben la síntesis proteica a nivel ribosomal: cloranfenicol, tetraciclinas, macrólidos, aminoglucósidos, y otros.
- Sustancias que afectan el metabolismo de los ácidos nucleicos: rifampicina, entre otros.
- Antimetabolitos que impiden la síntesis del ácido fólico, como sulfonamidas y los nitrofuranos.
- Inhibidores de la topoisomerasa: quinolonas, fluoroquinolonas, y otras.

3.11 Presencia de residuos de antimicrobianos en la leche

3.11.1 Origen de la presencia de residuos de antibióticos en la leche

La contaminación de la leche cruda con Residuos de Medicamentos Veterinarios (MRV), especialmente antibióticos, se origina en el tambo, a causa de los tratamientos terapéuticos veterinarios que se aplican a las vacas lecheras en lactación y al incumplimiento de los periodos de seguridad de los medicamentos **(Magariños, 2000)**.

Las sustancias antimicrobianas se pueden administrar de diferentes formas, fundamentalmente por vía parental (subcutánea, intramuscular, endovenosa, etc.),

intramamaria y oral o en piensos medicamentosos. Una vez administrados los medicamentos son absorbidos, distribuyéndose por el organismo y concentrándose en diferentes proporciones dependiendo de varios factores **(Langre & Larrea, 2016)**.

En nuestro organismo los fármacos pasan un proceso de biotransformación debido a la acción enzimática. Esta transformación puede consistir en una degradación (oxidación, reducción o hidrólisis) donde el fármaco pierde parte de su estructura, la consecuencia final de dicho proceso puede ser la inactivación total o parcial de los efectos del fármaco, el aumento de los efectos, o el cambio de nuevos efectos dependiendo de las características de la sustancia sintetizada, **(Villar et al.,(2014)**.

Los factores inherentes a la aplicación de las sustancias, que pueden influir en la cantidad y duración de los tiempos de eliminación y por lo tanto en presencia en la leche. Son su naturaleza del antibiótico, la dosis administrada, la influencia del excipiente, vía de administración y el estado sanitario de la ubre **(Debackere, 1995)**. La cantidad de residuos presentes en la leche será mayor en aquellos casos en los no se cumpla con el periodo de retiro o tiempo de espera, para la eliminación completa del organismo animal **(Botsoglou & Fletouris, 2001)**.

La leche posee inhibidores naturales, tal es el caso de las lacteninas, inmunoglobulinas, pseudoglobulinas, ácido grasos libres y leucocitos; sin embargo la detección de inhibidores se efectúa mediante el análisis de residuos de antibióticos **(Rivas, 2014)**.

En el hato lechero, la infección que demanda mayor suministro de antibióticos es la mastitis, y debido a que los antibióticos de uso intramamario son de fácil aplicación y generalmente baratos, no se hace la consulta respectiva al médico veterinario, constituyéndose en la principal causa de aparición de residuos de antibióticos en la leche. Al ganadero le es muy difícil eliminar leche producida por vacas con tratamiento por mastitis, pues le representa pérdida económica, por ello incurre en la práctica inadecuada de comercializarla derivándola a la industria de leche fluida pasteurizada o esterilizada y a los mercados como leche cruda o en mezcla con leches de buena calidad, para que no sea posible detectarla y que sus deficiencias pasen desapercibidas, **(Bedolla & de León, 2008)**.

Se define como “tiempo de espera” o de seguridad de un antimicrobiano al tiempo necesario que debe transcurrir tras la última aplicación del medicamento y el aprovechamiento de los alimentos obtenidos del animal tratado. Este tiempo de espera, constituye una característica esencial y específica del medicamento para cada tipo de producto (carne, leche, huevos, etc.) y su respeto es necesario para evitar la presencia de residuos en los alimentos por encima de los Límites Máximos de Residuos establecidos por la legislación para cada sustancia y matriz alimentaria **(Coppola, 2011)**.

3.11.2 Efectos de la presencia de residuos de antibióticos en la leche

La presencia de residuos de antibióticos en la leche es considerada ilegal puesto que causa efectos negativos sobre la salud humana. **(Moretain, 1996; Demoly & Romano, 2005; Miranda et al., 2009)**.

Todos los medicamentos veterinarios, ya sea utilizada con una finalidad terapéutica, profiláctica o de diagnóstico, pueden dejar residuos de sustancias madres o compuestos de origen y/o sus metabolitos en los alimentos, esto sucede si no se respetan los modos de empleo oficialmente autorizados, incluidos los periodos de suspensión de tratamiento, **(Cóppola, 2011)**.

Su consumo puede producir acciones adversas como: la sensibilización a los antibióticos producida por una ingestión repetida de pequeñas dosis, perturbaciones en la flora intestinal, reacciones de intoxicación frente a determinados antibióticos de gran toxicidad, desarrollo de resistencias a agentes antibacterianos como resultado de la exposición repetida de las bacterias a dichas sustancias **(Tollefson & Karp, 2004; Miranda et al., 2009)**.

En los últimos años, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Mundial de la Sanidad Animal (OIE) junto a la organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Comisión del Codex Alimentarius, han abordado el riesgo potencial de que aparezcan y se extiendan organismos resistentes a los antibióticos.

En el Perú se utiliza como referencia de los límites máximos permitidos de antibióticos en leche, las normas internacionales del Codex Alimentarius por el acuerdo de medidas sanitarias y fitosanitarias de la Organización Mundial de la Salud (OMS) **(Guerrero et al., 2009)**. Documento con el que se pretende

proporcionar un marco descriptivo de buenas prácticas con el objetivo de que veterinarios y ganaderos trabajen conjuntamente para garantizar el uso seguro de antimicrobianos y reducir al mínimo el desarrollo de resistencias.

Por otro lado, la presencia de residuos de antibióticos en la leche reduce la producción de acidez y aroma durante la manufacturación de la mantequilla y el yogurt (**Bogialli et al., 2007**). Además, dificulta la maduración de los quesos por disminuir la retención de agua, originando textura blanda y sabor amargo. Las bacterias empleadas en la fabricación de yogurt resultan ser muy sensibles a los antibióticos, presentan cambios morfológicos y puede darse situaciones en que los cultivos iniciadores sean reemplazados por microorganismos indeseables, provocando la inutilización del producto o que se convierta en peligroso para el consumo humano (**Carreto, 2015**).

Por otro lado, la presencia de residuos de antibióticos puede influir en el resultado del recuento de gérmenes, produciendo interferencias de patógenos, falseando de esta forma la calidad higiénica de la leche (**Moretain, 1996**).

Dentro de todas las sustancias farmacológicas cabe mencionar que existen algunas presentes en la leche resistentes a las altas temperaturas, por lo que no se descarta que llegue al consumidor aun después de haber sido sometidas a tratamientos térmicos en las industrias, (**Oda & Hiwaki, 1996; Zorraquino, 2005; Zorraquino, 2008; Roca et al., 2010**), lo que agrava más el problema que ocasiona la presencia de estos para la salud del consumidor.

3.12 Control de la presencia de antimicrobianos en la leche

En control de la presencia de antimicrobiano en la leche en Perú no establece la obligatoriedad de detectar la presencia de residuos de medicamentos veterinarios y otras sustancias como pesticidas, micotoxinas, etc. en todos los productos de origen animal destinados al consumo humano, dentro de un Plan Nacional de Vigilancia de Residuos.

3.12.1 Límite máximo de residuo

Es la concentración máxima de residuos resultantes del uso de medicamentos veterinarios (expresada en mg/kg o ug/kg sobre la base del peso fresco) que la comisión del CODEX Alimentarius recomienda que se permita legalmente o se reconozca como admisible dentro de un alimento destinado al consumo humano o

en la superficie del mismo (**Ambiental, D. G. 2012**). En la tabla 10 se muestra los límites máximos permisibles en la leche cruda.

Tabla 10. Límites máximos permisibles en la leche cruda

| TIPO DE | LMR Codex | LMR UE |
|----------------------|---------------------|---------------|
| ANTIBIOTICO | Alimentarius | 2010 |
| PENICILINA | Ppb | Ppb |
| Bencilpenicilina | 4 | 4 |
| Ampicilina | 4 | 4 |
| Amoxicilina | 4 | 4 |
| Cloxacilina | 30 | 30 |
| TETRACICLINAS | Ppb | Ppb |
| Tetraciclina | 100 | 100 |
| Oxitetraciclina | 100 | 100 |
| Clortetraciclina | 100 | 100 |

Donde:

LMR: Límite máximo de residuos

UE: Unión Europea

Ppb: Partes por billón.

Fuente: **Ambiental, D. G. (2012).**

3.12.2 Legislación sanitaria

Los posibles efectos tóxicos de los residuos de medicamentos veterinarios en la leche y derivados han ocasionado que las autoridades sanitarias de los países establezcan, límites máximos de estos residuos (LMR) para poder garantizar la inocuidad de este importante alimento. A nivel internacional la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), han desarrollado programas conjuntos a través del Codex Alimentarius, para establecer y recomendar los LMR de medicamentos de uso veterinario, cada país implanta sus propias regulaciones al respecto; se ha observado que en países donde se tienen programas periódicos de seguimiento de residuos en leche se ha logrado disminuir su incidencia, (**Honkanen & Reybroek, 1997**).

Según la FAO, el LMR define el nivel máximo de residuos de cualquier componente de un medicamento veterinario que pueda estar presente en alimentos de origen animal sin que estos niveles signifiquen un peligro para el consumidor. La definición de la Unión Europea es prácticamente la misma a la establecida por el Comité de

Residuos de Drogas Veterinarias en Alimentos del Codex Alimentarius **(FAO, 2003)**.

En nuestro país decreto el decreto legislativo N°1062, ley de inocuidad de los alimentos, establece que la producción, importación y comercio de alimentos destinados al consumo humano están sujetos al ala vigilancia sanitaria, a fin de garantizar su inocuidad, en protección de la salud. Los estándares de límites máximos de residuos (LMR) de plaguicidas y fármacos de uso veterinario contaminantes físicos y químicos y microbiológicos para alimentos destinados al consumo humano, establecidos por la autoridad de salud de nivel nacional, son de función de la autoridad de salud de nivel nacional, así mismo es función de la Autoridad Nacional de Salud el establecer los estándares de límites máximos de residuos (LMR) de plaguicidas y fármacos de uso veterinario contaminantes químicos y microbiológicos para alimentos destinados al consumo humano, en salvaguarda de la vida y la salud humana.

Dentro de la ley N°1062, se aprobó la NTS N°120 – MINSA/DIGESA –V.01 “norma sanitaria que establece los límites máximos de residuos (LMR) de medicamentos veterinarios en alimentos de consumo humanos”.

Al respecto, el Codex Alimentarius, el cual rige a nivel internacional, en su norma CAC/RCP 57–2004 “código de prácticas de higiene para la leche y los productos lácteos” especifica lo siguiente: “La leche cruda debe provenir de animales tratados solamente con medicamentos veterinarios autorizados por la autoridad competente con arreglo a su uso específico y de una manera que no tenga efectos negativos en la inocuidad e idoneidad de la leche, lo que incluye el respeto del período de suspensión prescrito. En caso de animales lecheros tratados con medicamentos veterinarios que puedan pasar a la leche, ésta deberá ser debidamente desechada en tanto no haya transcurrido el período de suspensión prescrito para el medicamento en cuestión. Los residuos de medicamentos veterinarios presentes en la leche no deben superar niveles que entrañen un riesgo inaceptable para el consumidor. Se ha constatado que un uso inadecuado de medicamentos veterinarios puede dar lugar a la presencia de residuos potencialmente nocivos en la leche y los productos lácteos, y afectar a la idoneidad de la leche destinada a la fabricación de productos fermentados.

Se está promoviendo el uso continuo del antibiótico virginiamicina en vacas lecheras, con licencia del SENASA para la profilaxis de la acidosis ruminal subclínica, uso no autorizado en su país de origen (**Andresen, 2001**).

3.13 Métodos detección de antibióticos en la leche

Existen diferentes métodos que se emplean para detectar residuos de antibióticos en la leche, sin embargo, la ejecución de estos depende del presupuesto con el que se cuente; el método microbiológico detecta la presencia o ausencia de un determinado fármaco y puede incluso cuantificar la concentración del mismo, debido a esto es usado habitualmente por su costo, los test rápidos o Snap Test, tales como el BRT, BR – Test, Copan, Delvotest o Eclipse son algunos de los métodos más utilizados hoy en día y todos ellos emplean el *Geobacillus teraothermophilus* var *calidolactis*, antes denominado *Bacillusstearothermophilus*, como microorganismo de prueba, son utilizados comúnmente para conocer la presencia o ausencia de determinado fármaco y basándose en el cambio de color para compararlo posteriormente con una escala. Por otro lado, entre los métodos de confirmación cualitativos, existen actualmente distintos tipos de métodos enzimáticos, inmunoenzimáticos, de unión a receptores, que permiten detectar de una forma más específica y por lo general más rápida, la presencia de residuos de antibióticos y sulfonamidas en la leche (Residuos de sustancias antimicrobianas en la leche. sf), (**Roca et al., 2010**). En la tabla 11 se muestra las características de los métodos microbiológicos de cribado más utilizados en la detección de antibióticos en España.

En cuanto a los métodos utilizados en la fase de confirmación y cuantificación, se emplean métodos físico-químicos que se utilizan para identificar y cuantificar de una forma inequívoca la presencia de residuos de antimicrobianos en las muestras de leche, sin embargo, estos métodos son caros y muy laboriosos, y también requieren haber analizado mediante instrumentación muy precisa un amplio rango de controles positivos a diversas concentraciones conocidas para poder extrapolar mediante curvas patrón la concentración de la muestra problema. Las técnicas cromatografías de gas y de líquidos son las que se emplean con mayor frecuencia (**Roca et al., 2010**).

Los métodos cuantitativos se basan en la capacidad de difusión del antibiótico en el medio de cultivo que contiene una determinada cepa bacteriana control, sobre el

cual se colocan cilindros de acero con muestra de leche y luego se incuban por un período de tiempo, se observan los halos de inhibición proporcionales a la concentración del fármaco en cada cilindro (**Roca et al., 2010**).

3.13.1 Clasificación de los métodos de detección de antimicrobianos

En la actualidad, mediante la decisión 2002/657/CE se clasifican los métodos de detección en dos grupos en función de sus características de funcionamiento. Así se agrupan en: métodos cualitativos como aquellos métodos que identifican sustancias basándose en sus propiedades químicas biológicas o físicas, y métodos cualitativos que determinan la cantidad o la fracción de la masa de una sustancia de forma que pueda expresarse como valor nutritivo.

A su vez, se realiza otra clasificación de los métodos de detección, como método de cribado cuya función es detectar la presencia de una sustancia al nivel de interés y se utilizan para analizar muestras en busca de resultados “no conformes” otro método es la de confirmación cuya función es proporcionar información total o complementaria que permitan identificar y cuantificar las sustancias a nivel de interés.

En el caso de la leche para detectar presencia o ausencia de residuos, los métodos de cribado más utilizados son los métodos microbiológicos, y los métodos de confirmación cualitativas (específicos) permiten detectar de una forma más específica y rápida, la presencia de residuos de antibióticos y sulfonamidas en la leche.

Según las características de funcionamiento se diferencian en tres grupos:

- **Métodos biológicos:** se basan en la detección de la respuesta celular de los analíticos (ej. Métodos microbiológicos).
- **Método bioquímico:** su respuesta se basa en interacciones moleculares entre los analíticos y los receptores proteicos o anticuerpos (ej. ELISA)
- **Método físico – químico:** son métodos que tienen la capacidad de distinguir la estructura química y características moleculares de los analitos (ej. Cromatografía de gases o líquida).

Según el grado de cuantificación se forman también tres grupos:

- **Métodos cualitativos:** indican la presencia o ausencia del analito (ej. Método microbiológico o métodos de unión a receptores proteicos).

- **Métodos semi-cuantitativos:** cuantifican de una forma aproximada la concentración de analito que existe en la muestra. Como es el caso de aquellos métodos que incluyen una curva de calibración de un solo analito (ej. ELISA).
- **Método cuantitativo:** permiten identificar la concentración del analito presente en la muestra (ej. Métodos cromatográficos).

3.13.2 Métodos de cribado para la detección de antimicrobianos en la leche

3.13.2.1 Métodos microbiológicos

Este método fue el primero en ser utilizado para la detección de residuos de antibióticos. El primer método de este tipo fue desarrollado en 1952, (**Mitchell et al., 1998; NaVrátiloVá, 2008**), convirtiéndose en la actualidad en uno de los grupos de métodos más utilizados (**Pikematt, 2009**).

Es un método cualitativo, cuya función es establecer la presencia o ausencia de residuos de antibióticos por encima de los límites máximos de residuos permitidos (LMR). Estos métodos microbiológicos están basados principalmente en la prueba de inhibición del crecimiento de un microorganismo específico. Empleando para la detección de esta inhibición, diversos sistemas como indicadores de pH, redox, bioluminiscencia, etc., es decir, aprovechan fundamentalmente la capacidad de las bacterias de producir ácido, reducir colorantes o producir halos de inhibición en un medio de cultivo, de manera que el resultado se puede interpretar visualmente, (**Kantiani et al., 2009; Pikematt, 2009**).

En la figura 1 se representa el fundamento de estos métodos de detección. En el caso de que las muestras de leche no contengan antibiótico, las esporas del *Geobacillus Stearothermophilus* germinan, crecen y metabolizan el azúcar, el ácido producido por la fermentación hace cambiar el color del indicador y el resultado se interpreta como negativo. Por el contrario si hay antibiótico en la muestra, no se fermenta la glucosa, no hay producción de ácido y el color permanece y de este modo la muestra se califica como positiva.

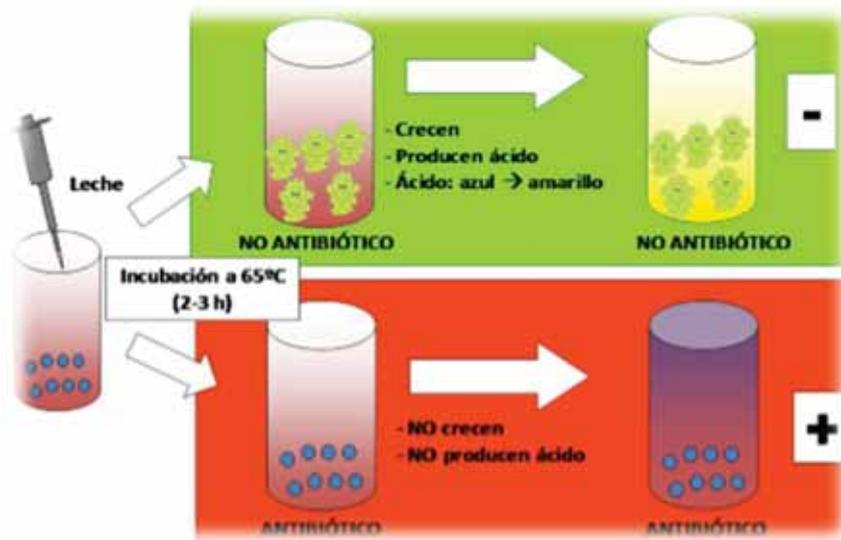


Figura 1. Fundamento de estos métodos de detección

Las principales características del método microbiológicos se muestran en la tabla 11. Donde se observa en el indicador, que puede ser negro brillante (BRT) o el púrpura de bromocresol, el tiempo y la temperatura de incubación, así como el formato en el que se presentan.

Tabla 11. Características de los métodos microbiológicos de cribado más utilizados en la detección de antibióticos en España

| Método | fabricante/ distribuir | Versiones | Indicador | Incubación | Lectura | formato |
|------------------------|---|----------------------------|------------------------|---------------------------|--|---|
| Microbiológicos | | | | | | |
| BRT | Analytik in Milch Produktions - und Vertriebs - GmbH, Munich, Alemania/ Teknokroma | BRT test, MRL, t | Negro Brillante | 65 °C 3h – 3 h 15 min. | Visual (cambio color) Instrumental (espectrofotómetro 450 - 620 nm) | Microplaca 96 análisis (entera o divisible) Tubos o ampollas individuales |
| BLUE YELLOW | Charm Sciences Inc, Massachussets , USA/Grupo Taper | Blue Yellow, Cowside | Purpura de bromocresol | 64 °C 3h – 3h 15 min. | Visual (cambio color) | Microplaca 96 análisis(divisible) Tubos o ampollas individuales |
| DELVOTEST | DSM Food Specialties, Delf, Holanda /Alifarma | MCS,MCS Accelerator, SP-NT | Purpura de bromocresol | 64 °C 2h – 2h 30 min. | Visual (cambio color) Instrumental (MSC: espectrofotómetro 550 -690 nm: MSC Accelerator Delvo Scan) | Microplaca 96 análisis (enteras y divisibles) Tubos o ampollas individuales |
| ECLIPSE | Zeu- Inmunotec, Zaragoza, España/ZEU- Inmunotec | 50, 100, 3G, Farm | Purpura de bromocresol | 65°C 2h – 2h 30 min. | Visual (cambio color) Instrumental (espectrofotómetro 590-650 nm) | Microplaca 96 análisis (entera o divisible) Tubos o ampollas individuales |

Dónde: MCS: Modulation and Coding Scheme (Esquema de modulación y codificación)

Fuente: Borrás (2011)

En cambio, todos los métodos recopilados en la tabla 11 utilizan como microorganismo de prueba el *Geobacillus Stearothermophilus* var. *Calidolactis* (antes denominado *Bacillus Stearothermophilus*) debido a su rápido crecimiento a temperaturas altas y su elevada sensibilidad a los antibióticos betalactámicos, principalmente a la penicilina.

Esta sensibilidad los hace muy adecuados para el cribado de residuos de antibióticos en la leche, ya que como se ha comentado anteriormente los betalactámicos son los antibióticos más utilizados en diferentes tratamientos veterinarios del vacuno lechero (**Zorraquino *et al.*, 2007; Zorraquino, 2008**). Por el contrario, son menos sensibles a otras sustancias como macrólidos, sulfonamidas, tetraciclinas o cloranfenicol (**Botsoglou & Fletouris, 2001; Navrátilová, 2009**).

3.14 Equipo para la detección de residuos de antibióticos en la leche – ECLIPSE 50

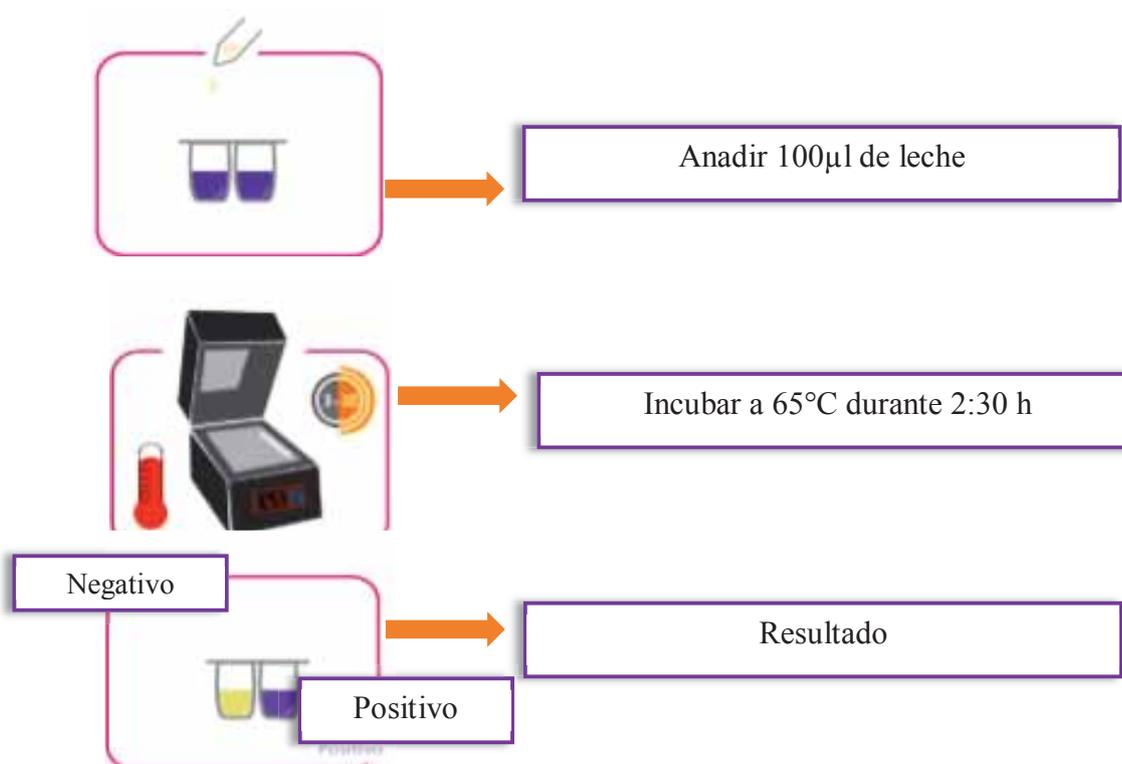
La detección de residuos de medicamentos veterinarios en leche tiene una gran importancia debido a sus repercusiones en la Salud Pública, así como también sobre algunos procesos tecnológicos de fermentación. El uso de este tipo de sustancias en el tratamiento de procesos infecciosos del ganado es recomendado y generalizado para el control de las enfermedades. Dichos tratamientos pueden producir la presencia de los inhibidores en los alimentos y especialmente en la leche, que incluso pueden encontrarse en concentraciones por encima de los límites máximos de residuos (LMR) permitidos.

El kit ECLIPSE 50 es un test de cribado que permite detectar un amplio espectro de antibióticos en leche. El método ECLIPSE ha sido validado siguiendo las directrices de la ISO 13969:2003(E) y se basa en la inhibición del crecimiento microbiano. El kit se presenta en formato de placa microtiter, cuyos pocillos contienen un medio de cultivo específico con esporos de *Geobacillus Stearothermophilus* y un indicador ácido-base. Tras la incubación de la placa a 65°C, los esporos germinan y se multiplican acidificando el medio y provocando el viraje del indicador de un color azul a amarillo. Si la muestra de leche contiene una concentración de antibiótico superior al límite de detección del test, el crecimiento del microorganismo se inhibe y por lo tanto no se producirá el viraje del indicador del medio.

3.14.1 Detección cualitativa de inhibidores en leche

- ❖ **Sencillo:** ensayo en un solo paso
- ❖ **Sensible:** ajustado a los LMRs
- ❖ **Cualitativo:** screening de una amplia gama de inhibidores
- ❖ **Tiempo de ensayo:** aprox. 3 h 30 min
- ❖ **Lectura:** visual o fotométrica (595 y 650 nm)
- ❖ **Indicado:** leche de oveja, cabra, vaca y búfalo
- ❖ **Formato:** Placa microtiter de 96 pocillos (divisible en pocillos individuales)
Kits de 96 y 288 tests (1 y 3 placas).

3.14.2 Pasos de la prueba



3.15 Equipos para determinar la calidad de la leche

3.15.1 Función

La función del analizador ultrasónico de leche es hacer los análisis rápidos de la leche como son: Grasa (FAT), Sólidos no Grasos (SNG), Proteínas, Lactosa y porcentaje de Contenido de Agua, Temperatura (°C), pH, Punto de Congelación, Sólidos, Conductividad así como Densidad de la muestra misma directamente después del ordeño, en la recolección y durante el procesamiento (**Milkotronic, 2015**).

Es un equipo que se puede utilizar en las pequeñas instalaciones lecheras donde se garantizan la calidad de la leche y el control de parámetros económicos importantes como: la grasa y proteína, donde se realiza resultados rápidos y exactos permitiendo ajustes rápidos en la producción para la economía, pago inmediato y justo a los productores de leche.

La tecnología del ultrasonido supera algunas de las desventajas básicas de la tecnología infrarroja. Debido a la tecnología del ultrasonido:

1. Lactoscan mide directamente las muestras frías de la leche que comienzan en 5 °C.
2. No hay necesidad de la calibración periódica de Lactoscan.
3. La exactitud de la medida de Lactoscan no es dependiente en la acidez de la leche y analiza cualquier clase de leche.

3.15.2 Ventajas del Lactoscan:

En la tabla 12 se presenta algunas ventajas del equipo Lactoscan en comparación con otros equipos ultrasónicos (**Milkotronic, 2015**). Y la tabla 12 lo compara con pruebas químicas.

Tabla 12. Ventajas del Lactoscan en comparación con otros analizadores

| Lactoscan | Otros analizadores ultrasónicos de leche |
|---|--|
| Temperatura de la muestra de leche 5 a 40 °C | Temperatura de la muestra de leche solo 15 a 30 °C |
| FAT rango de medición 0 – 25 % | Rango FAT que mide 0.5 – 9 % |
| Rango de temperatura ambiente 5 – 35 °C | Rango de temperatura ambiente a 15 – 30 °C |
| De calibración es posible hacer en cada laboratorio | Se puede calibrar solo de la empresa productora |
| Lactoscan | Otros analizadores ultrasónicos de leche |
| Temperatura de la muestra de leche 5 a 40 °C | Temperatura de la muestra de leche solo 15 a 30 °C |
| FAT rango de medición 0 – 25 % | Rango FAT que mide 0,5 – 9 % |
| Rango de temperatura ambiente 5 – 35 °C | Rango de temperatura ambiente a 15 – 30 °C |
| De calibración es posible hacer en cada laboratorio | Se puede calibrar solo de la empresa productora |

Fuente: Milkotronic (2015).

Se puede observar en el cuadro anterior el Lactoscan presenta grandes ventajas en el análisis de leche en comparación con otros métodos ultrasónicos, la temperatura y rangos de medición son más amplios que los otros métodos, la calibración puede ser posible en cualquier laboratorio permitiendo así más comodidad en el análisis.

Existen otras pruebas químicas para determinación de grasa en la leche sin embargo estos suponen mayor coste y también mayor dificultad, se puede observar en el cuadro siguiente que el Lactoscan puede dar resultados de análisis en un rango de 30 a 90 segundos, también permite analizar varios parámetros en un solo análisis, es muy seguro, automático, fácil de mover en cualquier lugar. Características que no poseen los métodos químicos **(Milkotronic, 2015)**.

Tabla 13. Características del equipo Lactoscan

| Características | | Las pruebas químicas de grasa |
|-----------------------------------|--|--|
| Tiempo de análisis | Aprox. 90, 60, 30 s | 12 minutos |
| Parámetros | Grasa, proteína, lactosa, solidos no grasos, punto de congelación, adición de agua, temperatura de la leche, solidos, densidad. | La grasa solo |
| Operación | Para los usuarios no entrenados | Para el personal de laboratorio especializado. |
| Medición | Automático | Manual |
| Estabilidad | Simple y construcción robusta y no hay errores humanos | Incluye muchos accesorios en la experimentación y la manipulación humana |
| Precisión | 2 % CV | ~ 2,5 % CV |
| Manipulación de las muestras | Ningún tratamiento de la muestra – el análisis de muestras en frio. | Centrifugación, baño de agua, productos químicos |
| Reactivos | Sin reactivos | Los productos químicos peligrosos – ácido sulfúrico |
| Tecnología | La tecnología de ultrasonidos | Métodos de referencia aprobados |
| Seguridad | Seguridad de los operarios ofertas | No es seguro de usar |
| Valor de la propiedad de análisis | Bajo costo por análisis y ajuste rápido de la producción para la economía de la producción óptima. El costo por las muestras de leche. | Los costos de botellas de vidrio, butirometros, centrifugado, productos químicos, el trabajo y el tiempo de prueba de largo retraso de ajuste. |

Fuente: (Milkotronic, 2015).

CAPITULO IV

MATERIALES Y METODO

4.1 Lugar de estudio

El trabajo de investigación se realizó durante los meses de junio a agosto en la Ciudad del Cusco. Las muestras se obtuvieron de los diferentes puntos de comercialización de leche fresca de la ciudad del Cusco.

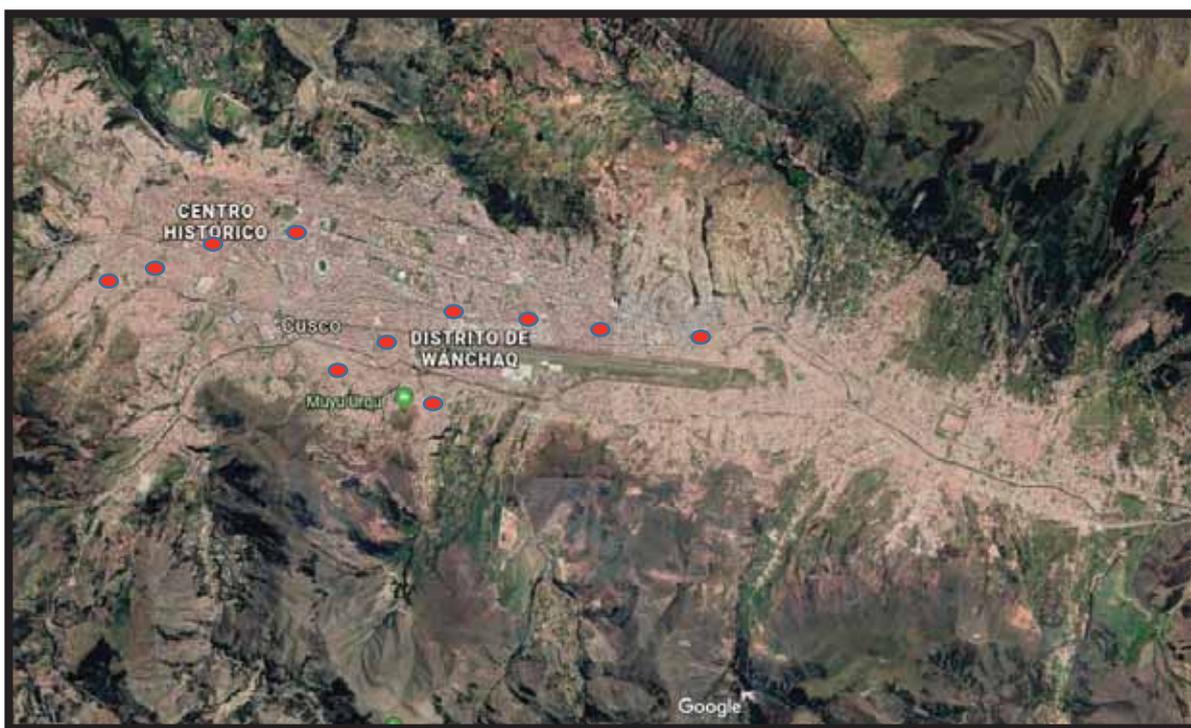


Figura 2. Vista Satelital Sector la Ciudad del Cusco

4.1.1 Ubicación política

- Región : Cusco
- Departamento : Cusco
- Provincia : Cusco

4.1.2 Ubicación Geográfica

- **Superficie:** 71 986,50 km²
- **Latitud Sur:** 13° 30'45"
- **Longitud oeste:** entre meridianos 73° 59'52" y 73° 57' 45"
- **Densidad demográfica:** 16,7 hab. /km²
- **Población: Total:** 1 205.527 habitantes.

4.1.3 Altitud de la ciudad del Cusco

La altura sobre el nivel del mar de la Ciudad del Cusco es 3 399 m.s.n.m. (INEI, 2001)

4.1.4 De las condiciones climáticas

Su clima es generalmente seco y templado. Tiene dos estaciones definidas: una seca entre abril y octubre, con días soleados, noches frías con heladas y temperatura promedio de 13 °C; y otra lluviosa, de noviembre a marzo, temperatura promedio 12 °C. En los días soleados, la temperatura alcanza los 20 °C, aunque el ligero viento de la montaña es habitualmente frío SENAMHI, B. (2015).

4.2 Materiales y equipo

4.2.1 Material Biológico

Se utilizaron 200 muestras de leche fresca adquirida del mismo contenedor en la que se comercializa en los diferentes mercados y tiendas de expendio en la Ciudad del Cusco. Se cubrió la totalidad de puntos de venta. La toma de muestras se realizó durante los meses de junio a agosto del 2019.

La composición físico - química de la leche se determinó mediante la utilización del Lactoscan y el control de residuos de antibióticos con el kit Eclipse 50 ambos en el laboratorio de Tecnología e Industrias Lácteas, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Agrarias.

4.2.2 Materiales y equipos para la colección de muestra

- Envases de plástico para la compra de leche
- Papel toalla
- Plumones indelebles
- Cooler

4.2.3 Materiales y equipos de laboratorio

- Lactoscan (equipo analizador de leche) impresora y pH metro.
- Baño María
- Micro Pipeta de 50ml
- Tips de 100 microlitros
- Uniforme de laboratorio
- Hervidora
- Agua destilada
- Cuaderno de anote
- Lapicero, borrador y lápiz



Foto 2. Equipo Lactoscan, impresora y pH metro



Foto 3. Baño María



Foto 1. Tips de 100 microlitros



Foto 4. Agua destilada



Foto 5. Hervidora



Foto 6. Micro pipeta de 50ml

4.2.4 Insumos y reactivos

- Kit ECLIPSE 50 detector de antibiótico
- Desinfectantes alcalinos y acidos para la limpieza del equipo
- Alcohol 96° C
- Antibiótico intramamario

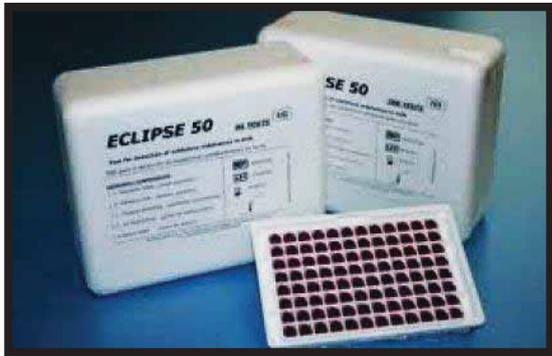


Foto 8. Eclipse 50



Foto 7. Antibiótico



Foto 10. Desinfectante alcalinas y acidas



Foto 9. Alcohol de 96°C

4.2.5 Materiales de escritorio

- Laptop (con programas de Word, SAS, Excel).
- Papel A4
- Cuadernillos
- Lapiceros.
- Plumones

4.3 Metodología de estudio

4.3.1 De la recolección de las muestras

Para el presente trabajo de investigación se colectaron un total de 200 muestras de leche fresca, provenientes de los puntos de venta de leche, como son los mercados y tiendas de la ciudad de Cusco.

La recolección de la leche fue dos veces por semana con un promedio de 10 muestras por día durante los meses de junio a agosto. En la tabla 14 indica los lugares y la cantidad de muestras adquiridas en cada lugar. Las diferencias en el número de muestras en cada lugar dependieron del número de vendedoras de leche que existían en cada lugar.

Tabla 14. Lugares de compra de la leche fresca en la ciudad del Cusco, puntos de muestreo

| Lugar de compra | N° de muestras |
|------------------------------------|----------------|
| Mercado Vinocanchón | 11 |
| Mercado Wanchaq | 8 |
| Mercado Huancaro | 11 |
| Mercado Molino | 8 |
| Mercado Tica Tica | 7 |
| Mercado Central de San Pedro | 9 |
| Mercado Rosas pata | 5 |
| Mercado Chimpahuaylla | 2 |
| Mercado Santa Rosa | 4 |
| Mercado Ttio | 6 |
| Paradero Puente - San Sebastián | 4 |
| Paradero Camionero - San Sebastián | 3 |
| Cuarto Paradero - San Sebastián | 2 |
| Sexto Paradero - San Sebastián | 2 |
| Paradero Belén – Santiago | 5 |
| Paradero Arco – Santiago | 1 |
| Feria puente Almudena – Santiago | 6 |
| Centro comercial Confraternidad | 2 |
| Plaza Túpac Amaru | 6 |
| Feria sábado baratillo | 5 |
| Centro comercial América | 2 |
| Mercado Virgencita Asunta | 4 |
| Mercado San Blass | 4 |
| Mercado Zarzuela | 6 |
| Paradero Chinchero - Santa Ana | 2 |
| Control - San Jerónimo | 3 |
| Mercado modelo de San Sebastián | 10 |
| Mini mercado La Cantuta | 2 |
| Mercado Ccascaparo chico | 12 |
| Mercado Tancarniyq | 3 |
| Centro comercial Paraíso | 6 |
| Mercadillo Santa Anita | 4 |
| Mercado Capulichayoq | 5 |
| Mercadillo de Tres Cruces de Oro | 3 |
| Mercado la Unión | 3 |
| Feria Huancaro | 16 |
| Feria Tica Tica | 8 |
| TOTAL | 200 |

Para la toma de muestras de leche se realizó el siguiente procedimiento:

- a) La unidad de muestreo fue conseguida a razón de 1 litro de leche por cada uno de los puntos a expendio a muestrearse.
- b) Se mezcló el contenido para su homogenización.
- c) Posteriormente se realizó el muestreo introduciendo el cucharón hasta la mitad del recipiente de recolección.
- d) La muestra se guardó en un envase estéril previamente rotulado; en un lugar limpio y seco.
- e) Una vez tomadas las muestras, se colocaron en un cooler con gel refrigerante para su transporte inmediato al laboratorio para su análisis.



Foto 11. Centros de expendio de leche

4.3.2 Evaluación de las características físico - químicas de la leche

Las muestras recolectadas se trabajaron con el equipo LACTOSCAN, cada muestra de leche fresca se colocó en el equipo en una cantidad de 15ml. (cantidad adecuada para realizar la evaluación de los parámetros de la leche), el tiempo que dura la medición es de 50 a 60 s; luego de transcurrido el tiempo se observa en la pantalla del equipo los resultados y se pasa a imprimirlos. Cada muestra en la evaluación fue repetida 3 veces.

La característica física - químicas evaluadas fueron:

- Grasa
- Solidos no Grasos (SNG).
- Densidad.
- Lactosa.
- Minerales
- Proteína.
- Punto de congelación

- pH
- Conductividad
- Agua adicionada



Foto 12. Análisis de la leche con el Equipo LACTOSCAN

4.3.2.1 Lavado del equipo

Se realizó después de terminar todo el proceso de medición de los parámetros de la leche, para ello se empleó material de limpieza como desinfectantes alcalinos y ácidos (Lactodaily y Lactoweekly) y agua a 40 a 50 °C, el modo de lavado tiene 8 ciclos y luego se detiene automáticamente el equipo, luego se efectuó el proceso de secado con un paño seco, y se guardó en óptimas condiciones hasta su próximo uso.

4.3.3 Detección de residuos de antibióticos en la leche

Para el análisis de residuos de antibióticos en la leche fresca se realizó según el método microbiológico; para lo cual se utilizó el kit Eclipse 50 la cual contiene purpura de bromocresol como indicador. Para la detección de residuos de antibióticos en la leche, cuya presentación es microplaca de 96 pocillos.

El kit Eclipse 50 es un test de cribado que permite detectar un amplio espectro de antibióticos en leche. El método Eclipse ha¹ sido validado siguiendo las directrices de la ISO 13969:2003(E) y se basa en la inhibición del crecimiento microbiano. El kit se presenta en formato de placa microtiter, cuyos pocillos contienen un medio de cultivo específico con esporos de *Geobacillus Stearothermophilus* y un indicador ácido-base. Tras la incubación de la placa a 65°C, los esporos germinan y se multiplican acidificando el medio y provocando el viraje del indicador de un color azul a amarillo.

4.3.3.1 Protocolo de la detección de residuos de antibióticos en la leche

- a. Una vez analizada las características físico químicas de la leche se realizó la detección de residuos de antibiótico.
- b. Se transfirió 50 μ l de leche en cada pocillo de la microplaca del kit ECLIPSE 50 y cada pocillo ha sido sellado para evitar la contaminación con sustancias extrañas y con el agua.
- c. Posteriormente se transfirió los pocillos en baño maría para su incubación a 65°C por 2 horas y 30 min.
- d. Finalmente, los resultados se valoran de forma visual de la siguiente forma
 - Color amarillo: negativo
 - Color azul – violeta: positivo

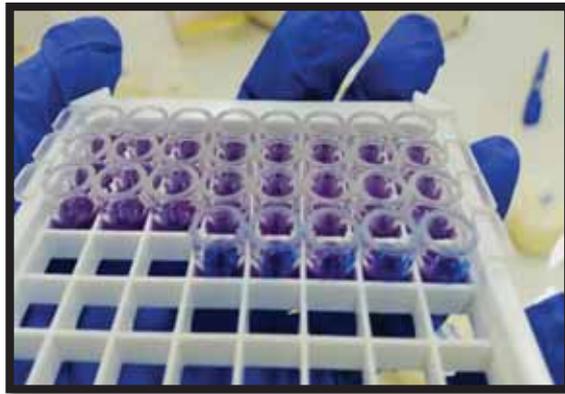


Foto 13. Rotulado de los kit eclipse 50



Foto 14. Añadiendo 50 μ l de leche

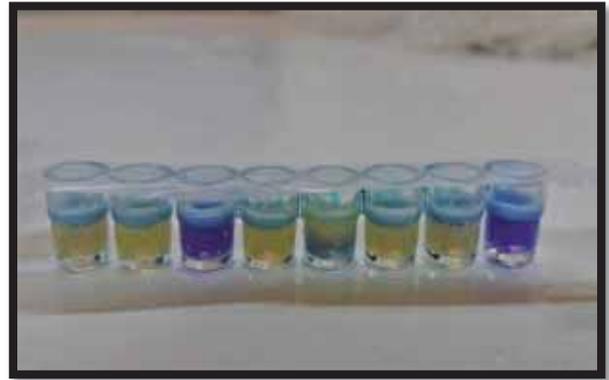


Foto 15. Incubación muestras de leche a 65 °C por 2:30 horas y su resultado por colores

Controles negativos y positivos

Se prepararon controles negativos y positivos; para los controles negativos se tomó leche de una vaca del hato de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a la cual durante los últimos meses no se le había administrado por ninguna vía algún tipo de antimicrobiano. Para el control positivo se tomó esta misma leche y se le adicionó 50 µl de antibiótico intramamario CEFAFUR mastitis aguda.



Foto 16. Aplicación de antibiótico CEFAFUR para control positivo y negativo

4.4 Análisis estadístico de los resultados

El presente trabajo de investigación es descriptivo y explicativo, el tiempo de estudio se clasifica como transversal debido a que sus relaciones causales se basan en informaciones sobre las características del objeto de la investigación.

Los resultados obtenidos de las características físico químicas de la leche fueron procesados en el SAS v 9.4, los resultados fueron sometidos a la prueba de normalidad, para ver si los datos se ajustaban a una distribución normal, para lo cual se utilizó el test de Kolmogorow-Smirmov. Donde se determinó promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad y rangos mínimo y máximo en todas las muestras.

Para la detección de residuos de antibióticos se utilizó la siguiente formula:

$$RA = \left[\frac{TMA}{TML} \right] X 100 \%$$

Donde:

- RA= porcentaje de muestras con residuos de antibióticos
- TMA= total de muestras con antibiótico
- TML= total de muestras de leche evaluadas

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 De la determinar las características de la calidad físico - químicas de la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco.

Los resultados de las características de la calidad de la leche comercializada en la ciudad del Cusco son presentados en la tabla 15.

Tabla 15. Características físico químicas de la leche fresca que se comercializa en la ciudad del Cusco

| Característica | n | Media (%) | Desviación estándar (±) | Coefficiente de varianza (%) | Valor Mínimo (%) | Valor Máximo (%) |
|-------------------------------|-----|-----------|-------------------------|------------------------------|------------------|------------------|
| Grasa (%) | 200 | 3,07 | 0,618 | 20,13 | 2,11 | 6,07 |
| Proteína (%) | 200 | 2,59 | 0,191 | 7,37 | 1,98 | 3,24 |
| Lactosa (%) | 200 | 3,75 | 0,274 | 7,33 | 2,84 | 4,49 |
| Solidos No Grasos (%) | 200 | 6,68 | 0,509 | 7,62 | 5,04 | 8,03 |
| Minerales (%) | 200 | 0,54 | 0,043 | 7,98 | 0,41 | 0,73 |
| Solidos totales (%) | 200 | 10,27 | 0,73 | 7,43 | 7,92 | 12,14 |
| Densidad (g/cm ³) | 200 | 1,025 | 2,21 | 9,38 | 16,06 | 29,59 |
| Punto de congelación (°C) | 200 | -0,42 | 0,03 | -9,22 | -0,53 | -0,15 |
| pH | 200 | 6,61 | 0,11 | 1,68 | 6,17 | 6,92 |
| Conductividad (ms/cm) | 200 | 5,03 | 2,16 | 42,96 | 0,07 | 11,12 |
| Agua adicionada (%) | 200 | 8,63 | 5,19 | 60 | 0 | 19,39 |

5.1.1 Grasa

El promedio de grasa en la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco, es 3,07 %±0,618, tal como se muestra en la tabla 15. Como hemos descrito en la revisión bibliográfica, la grasa de la leche es una buena fuente de energía y un excelente medio de transporte de las vitaminas liposolubles A, D, E y K. además el caroteno precursor de la vitamina A, da a la leche el color “crema”, esta puede variar

por diferentes factores en especial la alimentación juega un rol muy importante para los parámetros de la leche principalmente la grasa (**Revilla, 1971**).

El resultado obtenido en el presente estudio es inferior a lo reportado por **Quispe (2017)** 3,69 % y 3,71 %, en un estudio realizado en las comunidades de Lauramarca y Ccolcca del distrito de Ocongate, respectivamente. Del mismo modo es menor a lo reportado por **Rodríguez (2017)** quien encontró un promedio de 3,12 % en un estudio de la calidad de la leche de vaca en el sector de Urinsaya – Ccollana, Langui. De la misma forma, es inferior a lo reportado por **De la Sota Carhuaricra (2016)** con un promedio de 3,72 % de grasa, y finalmente es inferior a lo reportado por **Minaya, Jiménez, Rodríguez, Villalba & Samata (2015)**, quienes obtuvieron un promedio de grasa de 3,31 % para las cuencas lecheras de Puno.

La diferencia de los resultados probablemente se deba a que la mayoría de la leche comercializada en la ciudad del Cusco es procedente de la provincia de Anta y como se sabe en dicha provincia la raza que más destaca es la Holstein (**MINAGRI, 2018**) esta raza de ganado vacuno se caracteriza por un nivel de grasa bajo (3,41 %), otra explicación podría ser que la leche haya sufrido la adición del agua y como tal la concentración de grasa aparentemente es menor. Por otra parte, la alimentación juega un papel importante en el contenido de grasa que en el caso del presente estudio no ha sido materia de evaluación.

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana (**NTP 2002, 001**) lo reportado en este trabajo se encuentra dentro de los límites.

5.1.2 Proteína

El promedio del contenido de proteína en la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco es 2,59 % \pm 0,19 %, tal como se muestra en la tabla 15. Como hemos descrito en la revisión bibliográfica la proteína juega un papel importante en la producción lechera ya que con ella se elabora productos lácteos, así como también es de vital importancia para el consumidor en el aspecto nutricional (**Gómez & Mejía, 2005**).

El resultado obtenido en el presente trabajo es inferior a lo reportado por **Quispe (2017)** 2,79 % y 2,75 %, en un estudio realizado en las comunidades de Lauramarca y Ccolcca del distrito de Ocongate, respectivamente. Del mismo modo, es inferior a lo reportado por **Rodríguez (2017)** quien encontró 2,99 % para el sector de

Urinsaya – Ccollana, Langui. De la misma forma, es inferior a lo reportado por **De la Sota Carhuaricra (2016)** quien obtuvo un promedio de proteína 3,13 % Y finalmente es inferior a lo reportado por **Minaya et al. (2015)**, quien encontró un promedio de proteína de 3,04 %

El promedio obtenido de este trabajo se encuentra dentro de los valores 2,5 % a 3,5 % según **Alais (1998); Vargas (1999)**, que indican que debemos de tener en cuentas que la concentración de proteína es de gran importancia en la calidad de coagulación de la leche para la fabricación de queso y yogurt, siendo mejor una mayor concentración de caseína, obteniéndose así mayores rendimientos de queso por litro de leche, a medida que aumenta la concentración de proteína.

Respecto a la NTP 2002, 001 el resultado obtenido se encuentra dentro de los parámetros que es 2,5 a 3,5.

5.1.3 Lactosa

El promedio de lactosa en la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco, es 3,75 % \pm 0,274 %, tal como se muestra en la tabla 15. Como se describió en la revisión bibliográfica La lactosa es el principal azúcar (o carbohidrato) de origen natural que hay en la leche y los productos lácteos. La lactosa está formada por glucosa y galactosa, dos azúcares simples que el cuerpo utiliza directamente como fuente de energía. La enzima lactasa descompone la lactosa en glucosa y galactosa **(Alais, 1985)**.

El resultado obtenido en el presente trabajo es inferior a lo reportado por **Quispe (2017)** 4,17 % y 4,12 % para las comunidades de la Lauramarcca y Ccolcca del Distrito de Ocongate. Del mismo modo, es inferior a lo reportado por **Rodríguez (2017)** quien encontró 4,33 % para el sector de Urinsaya – Ccollana, Langui. De la misma forma, es inferior a lo reportado por **De la Sota Carhuaricra (2016)** quien encontró un promedio de lactosa 4,17 %, Y finalmente es inferior a lo reportado por **Minaya et al. (2015)**, quien obtuvo un promedio de lactosa 4,3 %.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo se encuentran por debajo del rango mencionado por **(Varnam & Sutherland, 1995)**, con 4,1 % y 5 % de lactosa, también se encuentra por debajo de lo exigido por NTP 2002, 001 que es de 4,6 %, es probable que la adición de agua provoqué estos resultados.

5.1.4 Sólidos no grasos (SNG)

El promedio de Sólidos no grasos en la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco, es $6,68 \% \pm 0,509 \%$, tal como se muestra en la tabla 15. El resultado obtenido en el presente estudio es inferior a lo reportado por **Quispe (2017)** $7,60 \%$ y $7,50 \%$ para las comunidades de Lauramarca y Ccolcca del Distrito de Ocongate, respectivamente. Del mismo modo es menor a lo reportado por **Rodríguez (2017)**, quien encontró un promedio de $7,86 \%$ en un estudio de la calidad de la leche de vaca en el sector de Urinsaya – Ccollana, Langui. De la misma forma, es inferior a lo reportado por **De la Sota Carhuaricra (2016)** quien encontró un promedio de SNG $7,85 \%$, y finalmente es inferior a lo reportado por **Minaya et al. (2015)**, quien encontró un promedio de SNG $8,14 \%$.

La diferencia de los resultados probablemente se deba a factores nutricionales que determinan el contenido de SNG o a la adición de agua lo cual disminuiría la concentración de SNG (**Campabadal, 1999**).

Los Sólidos no grasos encontrados en el presente estudio fue $6,68 \%$, estos están por debajo de los exigido por la DGPA ($8,20 \%$) y NTP 2002.001 ($8,20 \%$); es decir, para este parámetro no se cumpliría con la norma técnica.

5.1.5 Minerales

El promedio de minerales en la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco, es de $0,54 \% \pm 0,43 \%$, tal como se muestra en la tabla 15.

El resultado obtenido en el presente trabajo es inferior a lo reportado por **Quispe (2017)** $0,63 \%$ y $0,62 \%$, para las comunidades de la Lauramarcca y Ccolcca del Distrito de Ocongate. Del mismo modo, es inferior a lo reportado por **Rodríguez (2017)** quien encontró $0,63 \%$ para el sector de Urinsaya – Ccollana, Langui. De la misma forma, es inferior a lo reportado por **De la sota Carhuaricra (2016)** quien encontró un promedio $0,57 \%$.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo se encuentran dentro de los parámetros mencionados en la NTP 2002, 0.01, que es $0,7 \%$, al parecer la dilución de la leche esté causando estos resultados.

5.1.6 Sólidos totales

El promedio de los sólidos totales en la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco, es $10,27 \% \pm 0,73 \%$, tal como se muestra en la tabla 15. Como hemos

mencionado descrito en la revisión bibliográfica los sólidos totales según la NTP es la suma del porcentaje de grasa y los sólidos no grasos.

El resultado obtenido en el presente estudio es inferior a lo reportado por **Rodríguez (2017)** quien encontró 10,44 % para el sector de Urinsaya – Ccollana, Langui. De la misma forma, es inferior a lo reportado por **De la Sota Carhuaricra (2016)** quien encontró un promedio de 11,57 %, Y finalmente es inferior a lo reportado por **Minaya et al. (2015)**, quien encontró un promedio de sólidos totales 11,40 %.

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana, nuestros resultados se encuentran por debajo de los 11,4 % que exige la NTP 2002.001 como mínimo.

5.1.7 Densidad

El promedio de la densidad en la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco, es $1,025 \text{ g/cm}^3 \pm 0,017 \text{ g/cm}^3$, tal como se muestra en la tabla 15. Como hemos descrito en la revisión bibliográfica la densidad en la leche es una variable que determina la relación que hay entre la masa y el volumen de una sustancia, la densidad de la leche puede fluctuar entre $1,028 \text{ g/cm}^3$ a $1,034 \text{ g/cm}^3$ a una temperatura de 15°C ; su variación con la temperatura es de 0.0002 g/cm^3 por cada grado de temperatura superior se suma y por cada grado de temperatura inferior se resta.

El resultado obtenido en el presente trabajo es inferior a lo reportado por **Quispe (2017)** $1,026 \text{ g/cm}^3$ y $1,026 \text{ g/cm}^3$ para las comunidades de la Lauramarcca y Ccolcca del Distrito de Ocongate. Del mismo modo, es inferior a lo reportado por **Rodríguez (2017)** quien encontró $1,027 \text{ g/cm}^3$ para el sector de Urinsaya – Ccollana, Langui. Y finalmente es inferior a lo reportado por **Minaya et al. (2015)**, quien encontró un promedio de densidad de $1,029 \text{ g/cm}^3$. El resultado obtenido en el presente estudio está por debajo de la NTP 2002, 001 ($1,029 \text{ g/cm}^3$).

La causa de no cumplir con los parámetros sería por la adición de agua que existe en los centros de comercialización en la ciudad del Cusco.

5.1.8 Punto de congelación

El promedio de punto de congelación en la leche comercializada en la ciudad del Cusco, es de $-0,42 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,03$, tal como se muestra en la tabla 15.

El resultado obtenido en el presente estudio es menor lo reportado por **Quispe (2017)** $-0,48\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,47\text{ }^{\circ}\text{C}$ (\pm D.S. $0,03\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $0,04\text{ }^{\circ}\text{C}$), en un estudio realizado en las comunidades de Lauramarca y Ccolcca del distrito de Ocongate, respectivamente,

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación no se encuentran dentro parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana que dan un máximo de $-0,540\text{ }^{\circ}\text{C}$. Según la Asociación de Químicos Oficiales Analíticos recomienda un punto de congelación límite superior en $-0,525\text{ }^{\circ}\text{C}$. (**Miltronic, 2015**). Es probable que se haya diluido la leche, disminuyendo la concentración de solutos y alterando la temperatura de congelación.

5.1.9 pH

El promedio de pH en la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco, es de $6,61 \pm 0,11$, tal como se muestra en la tabla 15. Como se describió en la revisión bibliográfica el nivel de pH en la leche, es un indicador valioso de las condiciones higiénicas en las que se encuentra la leche, por ello desde el momento que es recolectada hasta la llegada a los centros de comercialización debe ser controlada.

Sin embargo, el pH de la leche no es un valor constante, puede variar durante la lactación. En cuanto al pH del calostro, es más bajo que el de la leche, por ej. pH 6,0 esto es explicado por el alto contenido de proteínas según (**Alais, 1998**), por otro lado es estado de lactancia también modifica el pH, observándose valores muy altos (mayores a 7,4) al final de la lactancia. El nivel de pH reportado en este trabajo se encuentra dentro del rango mencionado por **Goursaud (1991)**.

El resultado obtenido en el presente estudio es superior a lo reportado por **Quispe (2017)** 6,55 y 6,54 en un estudio realizado en las comunidades de Luramarcca y Ccolcca del distrito de Ocongate, respectivamente. Sin embargo es inferior a lo reportado por **Rodríguez (2017)** quien encontró un promedio de pH 6,8 en el sector de Urinsaya- Ccollana, Langui. De la misma forma es superior a lo reportado por **Minaya et al., (2015)**, quien encontró un promedio de pH 6.50 para las cuencas lecheras de Puno.

Respecto a la NTP 2002, 001 es resultado obtenido se encuentran dentro de los parámetros que es 6,6 a 6,8.

5.1.10 Conductividad

El promedio de conductividad en la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco, es de 5,03 ms/cm \pm 2,16 ms/cm tal como se muestra en la tabla 15. Como hemos referido en la revisión bibliográfica la conductividad varía de acuerdo a la temperatura, normalmente se obtiene a 25 °C. (Milkotronic, 2015), el valor de la conductividad en la leche de vaca, esta entre 4,00 ms/cm a 6,00 ms/mc, por lo que los resultados obtenidos en el presente trabajo se encuentran dentro del rango.

El resultado obtenido en el presente estudio es superior a lo reportado por **Quispe (2017)** 3,99 ms/cm y 4,00 ms/cm, para las comunidades de Lauramarcca y Ccolcca del distrito de Ocongate, respectivamente.

Respecto a la NTP 2002, 001 es resultado obtenido se encuentran dentro de los parámetros.

5.1.11 Agua adicionada

El promedio de agua adicionada en la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco, es de 8,63 % \pm 5,19 %. Este resultado tiene correspondencia con los indicadores de calidad anteriores (SNG, densidad, lactosa y solidos totales) los cuales evidencian una dilución o menor concentración de sólidos lo que evidenciaría la adición de agua en la leche fresca. A diferencia de este resultado **Rodríguez (2017)** menciona que en el sector de Urinsaya – Ccollana, Langui no encontró adición de agua.

5.2 De la determinación de la presencia de antibióticos en la leche comercializada en la ciudad del Cusco.

Tabla 16. Determinación de residuos de antibióticos en la leche fresca en la ciudad del Cusco.

| N | Positivas | Negativas | % RA |
|-----|-----------|-----------|------|
| 200 | 52 | 148 | 26 |

En el presente trabajo se analizaron 200 muestra de leche fresca para determinar la presencia de residuos de antibióticos, como se puede observar en la tabla 16, de las 200 muestras de leche analizadas, resultaron positivas un 26 %. De un trabajo similar efectuado en los lugares de expendio de la ciudad de Cajamarca por

Cortesana (2002) se encontró 20.83 % de muestras positivas a la presencia de residuos de antibióticos en la leche fresca, el resultado es inferior al del presente trabajo.

De la misma forma es superior a lo reportado por **Benzuce (1998)**, quien encontró un promedio de 11,5 % de positividad a la presencia de residuos de antibióticos en la leche fresca.

La presencia de antibióticos en la leche fresca comercializada en Cusco (26 %) evidencia el incumplimiento del Decreto Legislativo N° 1062 “Ley de inocuidad de los alimentos”, falta de control de los productores en el periodo de retiro de fármacos utilizados en la producción animal. La contaminación de leche con antibióticos podría poner en riesgo la salud humana ya que según lo manifestado por **González, Espinosa, Cumplido & Bermúdez. (2004)**, y según FDA (Administración de alimentos y medicamentos) el uso excesivo de antibióticos contribuye significativamente a la resistencia que las bacterias han desarrollado a estos medicamentos (**Navas, 2012**), provocando que los medicamentos disponibles en el mundo sean ineficaces, por lo que los médicos veterinarios, zootecnistas, ganaderos y criadores de animales deben hacer un uso racional de los antibióticos.

Entre los efectos que pueden llegar a producir los residuos de antibióticos tenemos la sensibilización producida por una ingestión repetida de pequeñas dosis, aparición de procesos alérgicos en las personas, que en casos extremos llevaran a anafilaxia. La presencia de estos residuos, provoca perturbaciones pasajeras en la flora intestinal del consumidor. Así mismo, reacciones de intoxicación frente a determinados antibióticos de gran toxicidad, (**Máttar, Calderón, Sotelo, Sierra, & Tordecilla 2009**).

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones del presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

1. En promedio la leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco tiene las siguientes características físico – químicas: grasa $3,07 \% \pm 0,618 \%$; proteína $2,59 \% \pm 0,191 \%$; lactosa $3,75 \% \pm 0,274\%$; solidos no grasos $6,68 \% \pm 0,509 \%$; minerales $0,54 \% \pm 0,43 \%$; solidos totales $10,27 \% \pm 0,73 \%$, densidad $1,025 \text{ g/cm}^3 \pm 0,017 \text{ g/cm}^3$; punto de congelación $-0,42 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,03 \text{ }^\circ\text{C}$; pH $6,61 \pm 0,11$, conductividad $5,03 \text{ ms/cm} \pm 2,16 \text{ ms/cm}$ agua adicionada $8,63 \% \pm 5,19 \%$. De las muestras estudiadas, las características como el contenido de grasa, minerales, proteína, pH, punto de congelación y conductividad se encuentran dentro de los parámetros indicados por la NTP, sin embargo los Solidos No Graso, densidad, contenido de lactosa y solidos totales no cumplen los parámetros establecidos por la NTP.
2. El 26% de las muestras de leche fresca comercializada en la ciudad del Cusco presentaron residuos de antibióticos.

RECOMENDACIONES

- Implementar programas de control sanitario y de calidad permanente de la leche fresca que se comercializa en la ciudad del Cusco en cumplimiento a la normatividad nacional.
- Concientizar a la ciudadanía y a los ganaderos y agentes de la cadena de comercialización de la leche fresca los riesgos y la importancia de la calidad de la leche.
- Promover la participación de los profesionales competentes en el tratamiento y dosificación de enfermedades infecciosas en los hatos lecheros.
- Promover el uso adecuado de antibióticos en la producción animal.
- La Municipalidad debe establecer un programa, a mediano y largo plazo, que permita el expendio exclusivo de la leche pasteurizada a la población, eliminándose paulatinamente el poronguero, como medida de higiene.
- Se debe empadronar a todos los proveedores y vendedores de leche fresca, con la finalidad de orientar sobre el riesgo y peligro de la contaminación por antibióticos.
- El estudio efectuado revelo la presencia de residuos de antibióticos en la leche, tal resultado nos permite recomendar que se debe continuar con trabajos de determinación de residuos de antibióticos, de uso común.
- Deben idearse métodos, sencillos y precisos, de bajo costo para detectar residuos de antibióticos en la leche.
- El Servicio Nacional de Sanidad Agraria SENASA y la Dirección Regional de Salud Ambiental DIGESA, deben vigilar el uso de residuos de antibióticos en la leche de consumo humano.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

Ambiental, D. G. (2012). Resolución Ministerial N°739-2012-MINSA. Ministerio de Salud del Perú.

Andresen, H. (2001). Mastitis: *prevención y control*. Revista de investigaciones veterinarias del Perú.

Alais C. (1985). Ciencia de la Leche. *Principio de Técnica Lechera*. Editorial Reverté. Barcelona, España.

Balbero, J. E., & Balbero, V. I. (2006). *Determinación de residuos de antibióticos en leche de vaca en plantas procesadoras de productos lácteos en el departamento de Sucre*. Tesis Doctoral. Universidad de Sucre Colombia.

Barberis, S. E. (2000). *Bromatología de la leche*. Universidad Nacional de San Luis, Buenos Aires (Argentina). Hemisferio Sur.

Benzunce, L. (1988). *Determinación de antibióticos en la Campiña de Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca. Tesis Doctoral.

Bedolla, C. C., & de León, M. P. (2008). *Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera*. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria.

Borràs Llopis, M. (2011). *Evaluación de los métodos de cribado para el control de la presencia de antibióticos en la leche cruda de vaca*. Tesis Doctoral

Bogialli S, Di Corcia A, Laganà A, Mastrantoni V, and Segi M. (2007). *Un ensayo confirmatorio simple y rápido para analizar los residuos de antibióticos de la clase de macrólidos y lincomicina en la leche bovina y el yogur: extracción con agua caliente seguida de cromatografía líquida / espectrometría de masas en tándem*. Comunicaciones rápidas en espectrometría de masas: una revista internacional dedicada a la difusión rápida de la investigación de última hora en espectrometría de masas.

Botsoglou N. A., Fletouris, J. D. (2001). *Residuos de drogas en los alimentos: farmacología, seguridad alimentaria y análisis*. Serie Food Science and Thecnology. Ed. Marcel Dekker, Inc. New York.

Calderón de la Barca, A. M., Bolaños, A. V., Caire Juvera, G., Román Pérez, R., Valencia, M. E., Casanueva, E., & Coward, W. A. (1998). *Evaluación del consumo de leche humana por dilución con deuterio y detección por espectroscopia de infrarrojo.* Perinatol Reprod Hum.

Campabadal, C. (1999). *Factores que afectan el contenido de sólidos en leche.* Nutrición animal tropical.

Carreto L. (2015). *Impacto de la presencia de antibióticos en leche.* Procedente del 5º Taller Panamericano de Laboratorios Lácteos; Colonia Suiza, Montevideo.

Carrizo Bosio, M., Misiunas, S., Aimar, M. V., Pozzo, L., & Mina, R. (23 de Noviembre de 2007). *Características de la leche.* Obtenido de <http://agro.une.edu.ar/pleche/Trabajpract/Microsoft%20PowerPoint%20%20practico%20calidad%20de%201.pdf>

Cortesana, G. A. L. (2002). *“Determinación de residuos de antibióticos en la leche fresca que consume la población de Cajamarca”.* Alimentaria, tesis para optar el título de ingeniero en Industrias Lácteas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Coppola, B. (2011). *Residuos de medicamentos veterinarios en alimentos de origen animal.* Sitio argentino de producción animal.

Crosby, R. A. (1995). *Estudio retrospectivo de la fasciola hepática en bovinos lecheros empleando metodologías serológicas.* Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia.

De la Sota, C. (2016). *Relación de los parámetros físico-químicos e higiénicos de leche fresca con el rendimiento de productos lácteos en las provincias de concepción y jauja, Junín* (Tesis Doctoral. Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de Zootecnia).

Debackere M. (1995). *Comparación del ensayo de disco, sensibilidad Intest y Delvotest P para residuos de antibióticos en la leche.* En Residuos de fármacos antimicrobianos y otros inhibidores en la leche. Federación Internacional de Lechería. Bruselas, Bélgica

Demoly, P., & Romano, A. (2005). *Actualización sobre el diagnóstico de alergia a los betalactámicos.* Informes actuales de alergia y asma,

Del Estéreo, S. (2009). *Composición de la Leche y Valor Nutritivo*. Obtenido de <http://www.agrobit.com/Infotecnica/Ganaderia/prodlechera/GA000002>

Early, R. (2000). *Leche y nata*. Tecnología de los productos lácteos. Zaragoza: Acribia (España).

Fennema, O. R. (1982). *Introducción a la ciencia de los alimentos*. España.

Fernández Paggi, M. B. (2012). *Estudio de la distribución del antibiótico fosfomicina en calostro-leche de cerdas*. Analecta Veterinaria.

Food, F. A. O. (2003). *Agriculture Organization*. Gender and Access to Land, FAO Land Tenure Studies.

Food, F. A. O. (2008). Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura.

Food, F. A. O. (2004). *Manuales de elaboración de Productos Lácteos*. Chile.

García, N. B., & de Jesús Requelme, N. (2011). *Buenas prácticas de ordeño y la calidad higiénica de la leche en el Ecuador*. La Granja.

Gaviria, A., & Barrientos, J. H. (2001). *Determinantes de la calidad de la educación en Colombia*. Archivos de Economía.

Gálvez Marquina, J. L. (2011). *Residuos antimicrobianos en leche bovina de los proveedores de FONGAL–Tacna*. Gálvez Marquina, Jorge Luis.

Gimeno, O., & Ortega, C. (2005). *Antibioterapia y salud pública veterinaria; desarrollo de microorganismos resistentes, mecanismos de resistencia y estrategias para el uso prudente de antibióticos*. Zaragoza (España).

González h, Espinosa a, Cumplido g, Bermúdez m. (2004). *Estabilidad de sulfametazina en carne y productos cárnicos de cerdo tratado térmicamente*. Veterinaria México.

Gómez, D. A. A., & Mejía, O. B. (2005). *Composición nutricional de la leche de ganado vacuno*. Revista Lasallista de investigación.

Giguère S., Prescott J.F., Baggot J.D., Walker R.D., Dowling P.M. (2006). *Acción e interacción de medicamentos antimicrobianos: una introducción*. En terapia antimicrobiana en medicina veterinaria. 4ta ed. Ed. Blackwell Publishing.

Guerrero, D. M., Motta, R., Gamarra, G., Benavides, E. R., Roque, M., & Salazar, M. E. (2009). *Detección de residuos de antibióticos β -lactámicos y tetraciclinas en leche cruda comercializada en el Callao.* Ciencia e Investigación.

Honkanen-Buzalski T., Reybroeck W. (1997). *Residuos y contaminantes en la leche y los productos lácteos.* Federación Internacional de Lechería. Número especial 9701.

IFAH (International Federation for Animal Health). (2006). *Reporte Anual.* IFAH. Bruselas, Belgica.

INEI. (2001). *Conociendo Cusco.* Obtenido de

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0426/Libro.pdf

Kantiani L., Farré M., Barceló D. (2009). *Metodologías analíticas para la detección de antibióticos β lactámicos en muestras de leche y piensos.* Tendencias Anal.

Leche y derivados lácteos. Norma técnica peruana. Indecopi. NTP 2002.001. (1998).

Langre, S. R., & Larrea, M. S. A. (2016). *Medicamentos veterinarios: aspectos diferenciales.* Panorama actual del medicamento.

Lóscher, W. & Schmidt, D. (1994). *Estrategias en el desarrollo de fármacos antiepilépticos: ¿el diseño racional de fármacos es superior al cribado aleatorio y la variación estructural? Investigación sobre epilepsia.*

Magariños, H. (2000). *Producción higiénica de la leche cruda.* Guatemala: Producción y Servicios Incorporados.

Madrid Vicente, A. (1996). *Curso de industrias lácteas.*

Máttar, S., Calderón, A., Sotelo, D., Sierra, M., & Tordecilla, G. (2009). *Detección de antibióticos en leches: un problema de salud pública.* Revista de Salud Pública.

Meyer, M. (1986). *Elaboración de productos lácteos.* México: Trillas.

Méndez, J. (2008). *Aplicación de la genética molecular en la selección de caracteres de interés para la producción de leche.* Desarrollo sostenible de la

ganadería doble propósito. Cap. XVIII. C. González-Stagnaro, N. Madrid Bury, E. Soto Belloso (Eds). Ediciones Astro Data SA Maracaibo (Venezuela).

Minaya, M. B., Jiménez, A. T., Rodríguez, A. C., Villalba, B. M., & Samata, H. G. (2015). *Calidad fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno–Perú.* Revista de Investigación Universitaria.

Miralles De La Torre, S. (2003). *Calidad de la leche.* Revista Perú.

Milkotronic. (2015). Manual de operaciones "Lactoscan S"

Mitchell J. M., Griffiths M. W., MC Ewen S. A., MC Nab W. B., Yee A. J. (1998). *Residuos de medicamentos antimicrobianos en la leche y la carne: causas, inquietudes, prevalencia, regulaciones, pruebas y rendimiento de las pruebas.* J. comida. Prot.

Mitchell, JM, Griffiths, MW, McEwen, SA, McNab, WB y Yee, AJ (1998). *Residuos de medicamentos antimicrobianos en la leche y la carne: causas, inquietudes, prevalencia, regulaciones, pruebas y rendimiento de las pruebas.* Revista de protección de alimentos.

Miranda, O., Ponce, I., Fonseca, P. L., Cutiño, M., Díaz, R., & Cedeño, C. (2009). *Características físico-químicas de sueros de queso dulce y ácido producidos en el combinado de quesos de Bayamo.* Revista Cubana Aliment Nutr.

MINAGRI, (2018). Obtenido en

<https://www.minagri.gob.pe › portal › inicio>

Moretain, JP (1996). *Elimination des médicaments vétérinaires dans le lait. XIII Reunión de técnicos especialistas en control de mamitis y calidad de leche.* Pamplona, 25 de octubre de 1996. MOLINA, MP; ALTHAUS, RL; ZORRAQUINO, MA; DONAR, MI.

Molina Pons, P. (1998). *Mamitis y calidad de la leche de oveja.* Ovis.

Muñoz Pérez, J. A., & Rodríguez Mendoza, A. O. (2006). *Comportamiento reproductivo, dinámica de producción y calidad de la leche de genotipos lecheros bajo condiciones intensivas, en el trópico seco de Rivas, Nicaragua* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

Murad, S. (2009). *La leche*. Obtenido de

<http://www.zonadiet.com/bebidas/leche.htm>

MSDS. (1959.). Hoja de datos de seguridad

<https://www.eppendorf.com › servicios-soporte › calidad-y-reglamentación>

Navas, J. S. (2012). *Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor*. Revista ReCiTeIA.

NaVrátiloVá, P. (2008). *Métodos de detección utilizados para la detección de residuos de medicamentos veterinarios en la leche cruda de vaca: una revisión*. Czech J Food Sci.

Nasanovshy, M., & Garijo, R. (2001). *Lechería*. Obtenido de

<http://www.hipótesis.com.ar/hipótesis/Agosto2001/Cátedras/Lechería.htm>

Noa-Lima, E., Noa, M., González, D. G., Landeros, P., & Reyes, W. (2009). Evaluación de la presencia de residuos de antibióticos y quimioterapéuticos en leche en Jalisco, México. *Revista de salud animal*.

ODA, T. y HIWAKI, H. (1996). Estabilidad térmica de 24 antibióticos en extractos alimenticios. *Food Hygiene and Safety Science (Shokuhin Eiseigaku Zasshi)*.

Ordoñez, J. (1998). *Tecnología de los Alimentos*. España: Síntesis.

Parra, M. H., Peláez, L., Londoño, J. E., Pérez, N., & Rengifo, G. (2003). Los residuos de medicamentos en la leche problemática y estrategias para su control. *Neiva, Colombia*.

Pérez, L., Anrique, R., & González, H. (2007). Factores no Genéticos que Afectan la Producción y Composición de la Leche en un Rebaño de Particiones de la Décima Región de los Lagos, Chile. *Agricultura Técnica*.

Pérez Méndez, J. A., & Álvarez Pinilla, A. M. (2008). Análisis económico de la producción de leche ecológica. *Información Comercial Española*.

Pikematt M. (2009). Métodos de detección microbiana para la detección de residuos de antibióticos en animales sacrificados. *Anal. Bioanal.*

Quispe Vargas, M. G. (2017). "Evaluación de la calidad de leche acopiada para la elaboración de queso en las comunidades de Lauramarca y Ccolcca del distrito de

Ocongate – Quispicanchi – Cusco". Tesis de pre grado para optar el título de ingeniero Zootecnista. Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Rang H. P., Dale M. M., Ritter J. M. (2000). *Quimioterapia de enfermedades infecciosas y malignas. In Farmacología, 4ª ed.* Ed Harcourt. Madrid

Reyes, B. R. (2006). Acciones para evitar los efectos indeseables de la aplicación de antibióticos al ganado productor de leche.

Revilla, A. (2000). *Tecnología de la leche.* Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Tegucigalpa (Honduras).

Revilla, A. (1996). Tecnología de la leche. rev. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, Centroamérica.*

Revilla, A. (1982). Tecnología de la leche: procesamiento, manufactura y análisis. rev. *San Jose, Costa Rica: IICA.*

Revilla, A. (1971). *Tecnología de la Leche, Procesamiento, Manufactura y Análisis.* México: Herrera Hnos.

Rivas, M. T. (2014). Estudio de la presencia de inhibidores bacterianos en leches. *Salud Pública de México.*

Roca, M., Borrás, M., Berruga, I., Molina, A., & Molina, M. P. (2009). Presencia de residuos de antibióticos en leche procedente de explotaciones de ganado ovino en Castilla-La Mancha. In *XXXIV Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia.*

Rodríguez Caballero, P. H. (2017). *Determinación de la calidad físico-química de la leche fresca en el sector Urisanya - Qollana, Langui en época de secas.* Tesis de pre grado para optar el título de ingeniero Zootecnista. Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco

Salas, Z., Calle, E., Falcón, T., Pinto, J., & Espinoza, B. (2013). Determinación de residuos de antibióticos betalactámicos mediante un ensayo inmunoenzimático en leche de vacas tratadas contra mastitis. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú.*

SENAMHI, B. (2015). Servicio Nacional de Meteorología de Hidrología. *Recuperado el junio de: Cusco, Perú.*

- Sumano, H. (2003).** *Farmacología clínica en bovinos.* Veterinaria México.
- Tollefson, L., & Karp, B. E. (2004).** Human health impact from antimicrobial use in food animals. *Medecine et maladies infectieuses.*
- Vargas, J. (1999).** Elaboración de Productos Lácteos. *Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú.*
- Varnam, A. H., & Sutherland, J. P. (1995).** Uncooked, comminuted and re-formed meat products. *Meat and Meat Products: Technology, Chemistry and Microbiology. Chapman and Hall, London.*
- Veisseyre, R. (1980).** *Lactología técnica: composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche.* Zaragoza – España.
- Veisseyre, R. (1988).** Lactología técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche. Ed. Acribia. *Zaragoza.*
- Viza Calcina, K. Y., & Salas Yañez, I. S. (2015).** Determinación del tiempo de reducción del azul de metileno como indicador de calidad higiénica de la leche fresca vendida en el mercado Túpac Amaru, Juliaca noviembre 2014 a febrero 2015.
- Villar, A., del Arco, C., & Flórez, J. (2014).** Metabolismo de los fármacos. *Flórez J. farmacología humana.*
- Zorraquino, M., Berruga, M., & Molina, M. (2007).** Investigación de campo de los antibióticos (principio activo-formulación) utilizados en vacuno de leche en España y patología tratada. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.*
- Zorraquino, M. A. (2005).** *Inactivación térmica de sustancias antimicrobianas en leche* (Doctoral dissertation, Tesis Doctoral. Universidad Pública de Navarra. España)
- Zorraquino, M. (2008).** Investigación de campo sobre tratamientos antimicrobianos en vacuno de leche en procesos patológicos no mamíticos. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.*

ANEXOS

Anexo 1. Situaciones en las que se expende la leche en la ciudad del Cusco



Anexo 2. Cuadro resultados generales de la calidad físico - químico y presencia de residuos de antibióticos

| Muestra | Grasa % | SNG % | Densidad g/cm ³ | Lactosa % | Minerales % | Proteína % | Agua adicionada % | T° muestra °C | Punto de congelación °C | PH | Conductividad ms/cm | Antibiótico | Lugar de muestreo |
|---------|---------|-------|----------------------------|-----------|-------------|------------|-------------------|---------------|-------------------------|------|---------------------|-------------|-------------------|
| 1 | 3,42 | 7,44 | 26,1 | 4,16 | 0,61 | 2,86 | 0,00 | 22,2 | -0,475 | 6,63 | 0,22 | Negativo | M. Vinocanchon |
| 2 | 4,04 | 6,74 | 22,86 | 3,78 | 0,56 | 2,60 | 8,05 | 24,1 | -0,431 | 6,88 | 0,85 | Positivo | M. Vinocanchon |
| 3 | 2,21 | 7,20 | 26,10 | 4,03 | 0,59 | 2,77 | 4,01 | 24,5 | -0,452 | 6,69 | 1,37 | Positivo | M. Vinocanchon |
| 4 | 2,83 | 7,45 | 26,57 | 4,16 | 0,61 | 2,86 | 0,73 | 23,9 | -0,472 | 6,67 | 0,08 | Positivo | M. Vinocanchon |
| 5 | 2,15 | 7,30 | 26,54 | 4,08 | 0,60 | 2,81 | 2,79 | 24,3 | -0,459 | 6,65 | 1,66 | Positivo | M. Vinocanchon |
| 6 | 2,94 | 6,74 | 23,72 | 3,77 | 0,55 | 2,60 | 9,20 | 24,0 | -0,425 | 6,67 | 0,83 | Negativo | M. Vinocanchon |
| 7 | 2,60 | 5,43 | 18,93 | 3,06 | 0,44 | 2,12 | 5,93 | 24,0 | -0,338 | 6,72 | 2,47 | Negativo | M. Vinocanchon |
| 8 | 2,77 | 7,37 | 26,33 | 4,12 | 0,61 | 2,83 | 1,69 | 25,5 | -0,467 | 6,66 | 0,45 | Negativo | M. Vinocanchon |
| 9 | 3,75 | 7,44 | 25,80 | 4,16 | 0,61 | 2,86 | 0,28 | 25,1 | -0,477 | 6,73 | 0,23 | Negativo | M. Vinocanchon |
| 10 | 4,35 | 7,45 | 25,42 | 4,16 | 0,61 | 2,86 | 0,14 | 25,1 | -0,481 | 6,69 | 0,07 | Negativo | M. Vinocanchon |
| 11 | 3,23 | 6,44 | 22,34 | 3,61 | 0,53 | 2,49 | 12,73 | 26,7 | -0,407 | 6,83 | 5,94 | Positivo | M. Vinocanchon |
| 12 | 3,25 | 6,83 | 23,84 | 3,83 | 0,56 | 2,64 | 7,73 | 26,4 | -0,433 | 6,67 | 6,77 | Negativo | M.Wanchaq |
| 13 | 2,48 | 7,47 | 26,92 | 4,17 | 0,61 | 2,87 | 1,11 | 26,2 | -0,472 | 6,71 | 5,75 | Negativo | M.Wanchaq |
| 14 | 2,60 | 6,96 | 24,86 | 3,90 | 0,57 | 2,68 | 6,64 | 27,5 | -0,439 | 6,71 | 8,53 | Positivo | M.Wanchaq |
| 15 | 3,46 | 6,64 | 22,93 | 3,72 | 0,55 | 2,56 | 9,97 | 27,5 | -0,421 | 6,70 | 4,50 | Negativo | M.Wanchaq |
| 16 | 3,26 | 7,27 | 25,54 | 4,07 | 0,60 | 2,80 | 2,27 | 27,8 | -0,463 | 6,66 | 5,52 | Negativo | M.Wanchaq |
| 17 | 2,56 | 7,23 | 25,93 | 4,05 | 0,59 | 2,78 | 3,30 | 25,6 | -0,150 | 6,66 | 6,73 | Positivo | M.Wanchaq |
| 18 | 2,81 | 6,23 | 22,66 | 3,50 | 0,51 | 2,42 | 6,70 | 23,5 | -0,386 | 6,59 | 2,69 | Negativo | M.Wanchaq |
| 19 | 3,65 | 6,46 | 22,09 | 3,62 | 0,53 | 2,50 | 11,65 | 23,8 | -0,410 | 6,68 | 4,29 | Negativo | M.Wanchaq |
| 20 | 2,70 | 7,39 | 27,78 | 4,13 | 0,61 | 2,84 | 0,24 | 25,6 | -0,459 | 6,72 | 5,60 | Positivo | M.Huancaro |
| 21 | 2,31 | 7,19 | 26,16 | 4,03 | 0,59 | 2,77 | 4,80 | 26,2 | -0,449 | 6,81 | 7,55 | Positivo | M.Huancaro |
| 22 | 3,70 | 6,86 | 23,62 | 3,84 | 0,57 | 2,65 | 6,79 | 25,6 | -0,437 | 6,75 | 5,84 | Negativo | M.Huancaro |
| 23 | 3,69 | 6,29 | 21,36 | 3,52 | 0,52 | 2,43 | 11,25 | 25,1 | -0,399 | 6,82 | 6,42 | Negativo | M.Huancaro |
| 24 | 2,99 | 7,07 | 24,98 | 3,95 | 0,58 | 2,72 | 3,84 | 25,2 | -0,448 | 6,75 | 5,12 | Negativo | M.Huancaro |

| Muestra | Grasa % | SNG % | Densidad g/cm ³ | Lactosa % | Minerales % | Proteína % | Agua adicionada % | T° muestra °C | Punto de congelación °C | PH | Conductividad ms/cm | Antibiótico | Lugar de muestreo |
|---------|---------|-------|----------------------------|-----------|-------------|------------|-------------------|---------------|-------------------------|------|---------------------|-------------|-------------------|
| 25 | 3.31 | 6.60 | 22.90 | 3.70 | 0.54 | 2.55 | 4.94 | 25.3 | -0.418 | 6.67 | 5.05 | Negativo | M.Huancaro |
| 26 | 2.74 | 7.24 | 26.63 | 4.05 | 0.59 | 2.79 | 1.72 | 27.4 | -0.453 | 6.69 | 5.58 | Positivo | M.Huancaro |
| 27 | 3.13 | 5.71 | 20.36 | 3.21 | 0.47 | 2.22 | 8.62 | 26.3 | -0.355 | 6.76 | 3.54 | Negativo | M.Huancaro |
| 28 | 2.77 | 6.81 | 24.13 | 3.81 | 0.56 | 2.66 | 6.41 | 26.5 | -0.429 | 6.66 | 7.40 | Negativo | M.Huancaro |
| 29 | 3.77 | 7.09 | 24.49 | 3.97 | 0.58 | 2.73 | 0.88 | 27.1 | -0.453 | 6.56 | 7.04 | Negativo | M.Huancaro |
| 30 | 2.98 | 7.90 | 28.28 | 4.41 | 0.65 | 3.04 | 0.00 | 27.0 | -0.503 | 6.72 | 7.29 | Positivo | M.Huancaro |
| 31 | 3.07 | 6.85 | 24.07 | 3.84 | 0.56 | 2.67 | 2.47 | 27.1 | -0.434 | 6.67 | 5.91 | Positivo | M.Molino |
| 32 | 2.71 | 7.04 | 25.09 | 3.94 | 0.58 | 2.71 | 5.13 | 26.3 | -0.444 | 6.74 | 10.12 | Positivo | M.Molino |
| 33 | 2.87 | 7.43 | 27.05 | 4.12 | 0.60 | 2.83 | 0.60 | 26.2 | -0.461 | 6.67 | 4.08 | Negativo | M.Molino |
| 34 | 4.53 | 7.04 | 23.66 | 3.94 | 0.58 | 2.71 | 1.95 | 27.1 | -0.453 | 6.50 | 2.79 | Positivo | M.Molino |
| 35 | 2.64 | 6.90 | 24.58 | 3.86 | 0.57 | 2.66 | 7.47 | 26.9 | -0.434 | 6.63 | 5.14 | Positivo | M.Molino |
| 36 | 3.59 | 6.98 | 23.88 | 3.91 | 0.55 | 2.85 | 0.52 | 26.0 | -0.433 | 6.61 | 4.08 | Negativo | M.Molino |
| 37 | 2.55 | 5.81 | 20.69 | 3.30 | 0.48 | 2.28 | 11.67 | 24.1 | -0.366 | 6.58 | 5.31 | Negativo | M.Molino |
| 38 | 2.51 | 6.74 | 25.01 | 3.78 | 0.55 | 2.60 | 8.96 | 24.2 | -0.418 | 6.51 | 6.51 | Positivo | M.Molino |
| 39 | 3.01 | 7.03 | 25.63 | 3.94 | 0.57 | 2.71 | 6.32 | 25.0 | -0.440 | 6.68 | 3.23 | Negativo | M.Tica tica |
| 40 | 3.20 | 7.21 | 26.17 | 4.04 | 0.59 | 2.78 | 2.46 | 25.5 | -0.453 | 6.69 | 7.52 | Negativo | M.Tica tica |
| 41 | 4.59 | 5.53 | 17.50 | 3.11 | 0.45 | 2.17 | 8.15 | 25.3 | -0.352 | 6.66 | 5.96 | Positivo | M.Tica tica |
| 42 | 3.54 | 7.17 | 24.78 | 4.00 | 0.58 | 2.74 | 2.71 | 24.9 | -0.453 | 6.63 | 5.66 | Negativo | M.Tica tica |
| 43 | 2.76 | 6.96 | 25.27 | 3.85 | 0.57 | 2.64 | 6.08 | 25.4 | -0.428 | 6.59 | 6.35 | Negativo | M.Tica tica |
| 44 | 3.05 | 6.60 | 24.08 | 3.75 | 0.55 | 2.58 | 10.85 | 27.7 | -0.413 | 6.69 | 6.68 | Negativo | M.Tica tica |
| 45 | 3.52 | 6.25 | 26.23 | 4.05 | 0.58 | 2.79 | 1.63 | 26.0 | -0.458 | 6.62 | 6.70 | Negativo | M.Tica tica |
| 46 | 2.74 | 6.84 | 25.11 | 3.84 | 0.56 | 2.65 | 8.86 | 28.0 | -0.428 | 6.63 | 9.54 | positivo | M. San Pedro |
| 47 | 2.79 | 7.15 | 25.45 | 4.00 | 0.59 | 2.75 | 2.74 | 21.9 | -0.452 | 6.57 | 3.33 | Negativo | M. San Pedro |
| 48 | 2.35 | 7.19 | 26.83 | 4.02 | 0.59 | 2.77 | 3.01 | 24.6 | -0.448 | 6.92 | 7.03 | Negativo | M. San Pedro |
| 49 | 2.75 | 6.38 | 23.27 | 3.57 | 0.52 | 2.47 | 13.57 | 24.5 | -0.396 | 6.85 | 5.22 | Negativo | M. San Pedro |
| 50 | 2.97 | 7.30 | 25.95 | 4.09 | 0.60 | 2.81 | 0.00 | 24.9 | -0.463 | 6.79 | 5.58 | positivo | M. San Pedro |
| 51 | 2.44 | 5.57 | 19.59 | 3.13 | 0.45 | 2.17 | 11.79 | 24.3 | -0.346 | 6.82 | 4.02 | Negativo | M. San Pedro |

| Muestra | Grasa % | SNG % | Densidad g/cm ³ | Lactosa % | Minerales % | Proteína % | Agua adicionada % | T° muestra °C | Punto de congelación °C | PH | Conductividad ms/cm | Antibiótico | Lugar de muestreo |
|---------|---------|-------|----------------------------|-----------|-------------|------------|-------------------|---------------|-------------------------|------|---------------------|-------------|-------------------|
| 52 | 4.38 | 6.15 | 20.30 | 3.45 | 0.51 | 2.38 | 15.42 | 25.2 | -0.393 | 6.86 | 3.46 | Negativo | M. San Pedro |
| 53 | 2.46 | 6.16 | 21.85 | 3.46 | 0.50 | 2.39 | 17.02 | 24.6 | -0.385 | 6.79 | 3.90 | Negativo | M. San Pedro |
| 54 | 2.64 | 5.30 | 18.36 | 2.98 | 0.43 | 2.07 | 16.27 | 24.5 | -0.329 | 6.79 | 3.96 | Negativo | M. San Pedro |
| 55 | 6.07 | 5.88 | 17.99 | 3.30 | 0.49 | 2.28 | 0.75 | 25.7 | -0.382 | 6.67 | 3.03 | Negativo | M. Rosas Pata |
| 56 | 2.61 | 6.77 | 22.17 | 3.79 | 0.56 | 2.62 | 9.07 | 25.2 | -0.426 | 6.84 | 10.89 | Negativo | M. Rosas Pata |
| 57 | 2.17 | 6.81 | 24.61 | 3.81 | 0.56 | 2.63 | 7.61 | 25.4 | -0.425 | 6.80 | 7.01 | Negativo | M. Rosas Pata |
| 58 | 2.65 | 7.18 | 25.69 | 3.95 | 0.59 | 2.76 | 0.00 | 26.8 | -0.454 | 6.62 | 3.49 | Negativo | M. Rosas Pata |
| 59 | 3.46 | 7.07 | 24.63 | 3.96 | 0.58 | 2.72 | 3.27 | 25.7 | -0.451 | 6.66 | 6.16 | positivo | M. Rosas Pata |
| 60 | 3.13 | 6.72 | 23.52 | 3.77 | 0.55 | 2.59 | 9.26 | 25.9 | -0.425 | 6.65 | 7.99 | Negativo | M.Chimpahuaylla |
| 61 | 2.86 | 7.04 | 24.95 | 3.94 | 0.58 | 2.71 | 3.82 | 25.5 | -0.445 | 6.72 | 6.23 | Negativo | M.Chimpahuaylla |
| 62 | 2.84 | 7.54 | 27.72 | 4.21 | 0.62 | 2.90 | 0.20 | 25.4 | -0.473 | 6.72 | 6.31 | Negativo | M. Santa Rosa |
| 63 | 2.81 | 6.38 | 22.44 | 3.58 | 0.52 | 2.46 | 13.94 | 25.4 | -0.401 | 6.73 | 3.22 | positivo | M. Santa Rosa |
| 64 | 2.38 | 6.88 | 24.73 | 3.85 | 0.57 | 2.65 | 7.92 | 25.2 | -0.432 | 6.69 | 6.21 | Negativo | M. Santa Rosa |
| 65 | 3.41 | 6.99 | 25.12 | 3.91 | 0.58 | 2.69 | 6.51 | 27.0 | -0.439 | 6.67 | 9.20 | Negativo | M. Santa Rosa |
| 66 | 2.33 | 6.90 | 24.84 | 3.86 | 0.57 | 2.66 | 7.73 | 27.1 | -0.433 | 6.72 | 7.93 | Negativo | M. Ttio |
| 67 | 2.81 | 6.61 | 23.35 | 3.71 | 0.54 | 2.55 | 10.93 | 27.2 | -0.416 | 6.68 | 5.80 | Negativo | M. Ttio |
| 68 | 2.34 | 6.82 | 24.54 | 3.82 | 0.56 | 2.63 | 8.63 | 26.2 | -0.428 | 6.78 | 5.07 | Negativo | M. Ttio |
| 69 | 2.11 | 6.43 | 23.23 | 3.61 | 0.53 | 2.49 | 13.82 | 25.5 | -0.401 | 6.86 | 4.60 | positivo | M. Ttio |
| 70 | 3.99 | 6.38 | 21.54 | 3.58 | 0.53 | 2.47 | 12.79 | 26.1 | -0.407 | 6.83 | 4.41 | Negativo | M. Ttio |
| 71 | 2.80 | 6.99 | 25.63 | 3.91 | 0.55 | 2.69 | 7.02 | 26.3 | -0.437 | 6.78 | 6.16 | Negativo | M. Ttio |
| 72 | 4.24 | 5.82 | 16.71 | 3.27 | 0.48 | 2.26 | 0.01 | 26.3 | -0.384 | 6.74 | 3.73 | Negativo | P. Puente |
| 73 | 2.86 | 6.44 | 22.66 | 3.61 | 0.49 | 2.49 | 11.38 | 26.1 | -0.405 | 6.75 | 5.26 | Negativo | P. Puente |
| 74 | 3.03 | 7.27 | 26.55 | 4.07 | 0.60 | 2.80 | 0.57 | 26.2 | -0.456 | 6.72 | 4.55 | Negativo | P. Puente |
| 75 | 2.35 | 6.97 | 25.11 | 3.90 | 0.57 | 2.69 | 6.70 | 26.6 | -0.438 | 6.72 | 4.48 | positivo | P. Puente |
| 76 | 3.24 | 7.13 | 26.64 | 3.99 | 0.58 | 2.75 | 5.74 | 26.0 | -0.443 | 6.76 | 2.45 | Negativo | P. Camionero |
| 77 | 2.73 | 6.82 | 24.21 | 3.82 | 0.56 | 2.63 | 8.37 | 26.2 | -0.430 | 6.75 | 2.36 | Negativo | P. Camionero |
| 78 | 2.91 | 6.57 | 23.15 | 3.68 | 0.54 | 2.54 | 11.44 | 26.2 | -0.414 | 6.81 | 0.65 | positivo | P. Camionero |

| Muestra | Grasa % | SNG % | Densidad g/cm ³ | Lactosa % | Minerales % | Proteína % | Agua adicionada % | T° muestra °C | Punto de congelación °C | PH | Conductividad ms/cm | Antibiótico | Lugar de muestreo |
|---------|---------|-------|----------------------------|-----------|-------------|------------|-------------------|---------------|-------------------------|------|---------------------|-------------|--------------------|
| 79 | 5.19 | 5.85 | 16.06 | 3.28 | 0.49 | 2.27 | 14.04 | 26.5 | -0.390 | 6.69 | 3.20 | Negativo | 4to Paradero |
| 80 | 3.58 | 7.52 | 26.25 | 4.21 | 0.62 | 2.89 | 0.00 | 26.5 | -0.482 | 6.64 | 1.38 | positivo | 4to Paradero |
| 81 | 3.00 | 6.70 | 23.55 | 3.76 | 0.55 | 2.59 | 9.58 | 25.7 | -0.423 | 6.68 | 3.78 | Negativo | 6to Paradero |
| 82 | 2.73 | 6.54 | 23.10 | 3.66 | 0.53 | 2.52 | 12.03 | 23.0 | -0.411 | 6.79 | 3.74 | Positivo | 6to Paradero |
| 83 | 3.01 | 6.83 | 24.03 | 3.82 | 0.56 | 2.64 | 7.98 | 23.8 | -0.432 | 6.70 | 5.37 | Positivo | P. Belén |
| 84 | 2.95 | 6.65 | 23.39 | 3.73 | 0.55 | 2.57 | 10.29 | 23.9 | -0.420 | 6.61 | 5.75 | Negativo | P. Belén |
| 85 | 3.59 | 6.85 | 23.63 | 3.83 | 0.56 | 2.64 | 7.15 | 23.9 | -0.436 | 6.62 | 5.46 | Negativo | P. Belén |
| 86 | 2.69 | 6.77 | 24.06 | 3.79 | 0.55 | 2.61 | 9.01 | 25.1 | -0.426 | 6.61 | 4.83 | Negativo | P. Belén |
| 87 | 2.95 | 6.51 | 22.85 | 3.65 | 0.54 | 2.52 | 12.08 | 24.6 | -0.410 | 6.59 | 3.63 | Negativo | P. Belén |
| 88 | 2.71 | 6.71 | 23.81 | 3.76 | 0.55 | 2.59 | 9.78 | 24.9 | -0.422 | 6.65 | 5.62 | Negativo | P. Arco |
| 89 | 4.03 | 7.13 | 24.40 | 3.99 | 0.59 | 2.75 | 2.98 | 25.4 | -0.458 | 6.57 | 2.59 | Positivo | F. Almudena |
| 90 | 2.76 | 6.85 | 24.31 | 3.84 | 0.56 | 2.64 | 7.85 | 25.3 | -0.432 | 6.58 | 5.13 | Positivo | F. Almudena |
| 91 | 3.61 | 6.36 | 21.74 | 3.57 | 0.52 | 2.46 | 13.37 | 25.0 | -0.404 | 6.60 | 4.63 | Negativo | F. Almudena |
| 92 | 2.87 | 7.19 | 26.36 | 4.02 | 0.59 | 2.77 | 4.46 | 24.9 | -0.450 | 6.60 | 5.02 | Negativo | F. Almudena |
| 93 | 3.12 | 6.44 | 23.25 | 3.61 | 0.53 | 2.49 | 13.62 | 29.5 | -0.402 | 6.66 | 6.26 | Negativo | F. Almudena |
| 94 | 3.71 | 6.69 | 23.73 | 3.75 | 0.55 | 2.58 | 10.03 | 25.0 | -0.421 | 6.60 | 5.52 | Negativo | F. Almudena |
| 95 | 3.10 | 6.40 | 22.29 | 3.59 | 0.53 | 2.46 | 13.37 | 24.8 | -0.404 | 6.62 | 2.99 | Negativo | CC. Confraternidad |
| 96 | 2.69 | 7.06 | 25.10 | 3.95 | 0.58 | 2.78 | 5.42 | 25.4 | -0.445 | 6.73 | 7.00 | Positivo | CC. Confraternidad |
| 97 | 2.61 | 6.76 | 24.09 | 3.79 | 0.55 | 2.61 | 9.20 | 28.0 | -0.425 | 6.77 | 7.61 | Positivo | Plaza Túpac Amaru |
| 98 | 2.45 | 6.68 | 24.71 | 3.74 | 0.55 | 2.58 | 11.19 | 25.8 | -0.415 | 6.65 | 4.39 | Negativo | Plaza Túpac Amaru |
| 99 | 2.94 | 7.92 | 28.35 | 4.42 | 0.65 | 3.03 | 0.00 | 25.4 | -0.505 | 6.61 | 3.62 | Negativo | Plaza Túpac Amaru |
| 100 | 3.14 | 6.82 | 23.90 | 3.82 | 0.56 | 2.63 | 7.92 | 26.1 | -0.432 | 6.57 | 3.79 | Negativo | Plaza Túpac Amaru |
| 101 | 2.98 | 6.49 | 22.73 | 3.64 | 0.53 | 2.51 | 12.34 | 26.4 | -0.409 | 6.56 | 4.60 | Negativo | Plaza Túpac Amaru |
| 102 | 3.35 | 6.31 | 21.70 | 3.54 | 0.52 | 2.44 | 14.33 | 26.0 | -0.398 | 6.62 | 5.66 | Positivo | Plaza Túpac Amaru |
| 103 | 3.11 | 6.40 | 22.30 | 3.59 | 0.53 | 2.48 | 13.30 | 26.1 | -0.404 | 6.59 | 3.75 | Negativo | F. Baratillo |
| 104 | 2.97 | 6.57 | 23.07 | 3.68 | 0.54 | 2.54 | 11.25 | 26.3 | -0.415 | 6.58 | 5.74 | Negativo | F. Baratillo |
| 105 | 2.43 | 6.65 | 24.59 | 3.73 | 0.54 | 3.24 | 11.70 | 26.9 | -0.412 | 6.62 | 4.16 | Negativo | F. Baratillo |

| Muestra | Grasa % | SNG % | Densidad g/cm ³ | Lactosa % | Minerales % | Proteína % | Agua adicionada % | T° muestra °C | Punto de congelación °C | PH | Conductividad ms/cm | Antibiótico | Lugar de muestreo |
|---------|---------|-------|----------------------------|-----------|-------------|------------|-------------------|---------------|-------------------------|------|---------------------|-------------|----------------------|
| 106 | 3.62 | 6.56 | 24.10 | 3.68 | 0.54 | 2.54 | 12.60 | 26.7 | -0.408 | 6.58 | 5.17 | Negativo | F. Baratillo |
| 107 | 3.34 | 6.31 | 21.72 | 3.54 | 0.52 | 2.44 | 14.39 | 26.5 | -0.399 | 6.60 | 3.07 | Negativo | F. Baratillo |
| 108 | 2.92 | 7.87 | 28.23 | 4.41 | 0.65 | 3.02 | 0.00 | 26.6 | -0.503 | 6.64 | 4.63 | positivo | CC. América |
| 109 | 3.34 | 7.30 | 27.07 | 4.08 | 0.60 | 2.81 | 1.20 | 28.0 | -0.460 | 6.54 | 5.45 | Negativo | CC. América |
| 110 | 2.81 | 6.82 | 24.14 | 3.82 | 0.56 | 2.63 | 8.30 | 28.4 | -0.430 | 6.58 | 3.49 | Negativo | M. Virgencita Asunta |
| 111 | 2.71 | 7.02 | 25.00 | 3.96 | 0.58 | 2.70 | 5.80 | 28.4 | -0.443 | 6.55 | 5.74 | Negativo | M. Virgencita Asunta |
| 112 | 3.01 | 6.68 | 23.46 | 3.75 | 0.55 | 2.58 | 9.54 | 27.2 | -0.422 | 6.57 | 4.06 | positivo | M. Virgencita Asunta |
| 113 | 2.29 | 6.31 | 22.57 | 3.54 | 0.52 | 2.44 | 15.29 | 27.0 | -0.394 | 6.42 | 4.40 | Negativo | M. Virgencita Asunta |
| 114 | 3.13 | 6.85 | 24.01 | 3.84 | 0.56 | 2.64 | 7.60 | 26.9 | -0.434 | 6.55 | 4.75 | positivo | M. san Blass |
| 115 | 2.24 | 6.60 | 23.77 | 3.70 | 0.54 | 2.55 | 11.57 | 27.3 | -0.413 | 6.57 | 5.18 | Negativo | M. san Blass |
| 116 | 4.02 | 7.11 | 20.96 | 3.98 | 0.58 | 2.73 | 0.76 | 27.3 | -0.455 | 6.53 | 3.29 | Negativo | M. san Blass |
| 117 | 2.76 | 6.37 | 22.46 | 3.58 | 0.52 | 2.47 | 14.01 | 26.8 | -0.400 | 6.52 | 3.85 | positivo | M. san Blass |
| 118 | 2.63 | 6.72 | 23.90 | 3.76 | 0.55 | 2.59 | 9.71 | 27.7 | -0.423 | 6.58 | 5.45 | Negativo | M. Zarzuela |
| 119 | 3.62 | 6.49 | 22.24 | 3.64 | 0.53 | 2.51 | 11.70 | 27.4 | -0.412 | 6.58 | 5.74 | Negativo | M. Zarzuela |
| 120 | 4.00 | 7.13 | 24.41 | 3.99 | 0.59 | 2.75 | 1.65 | 27.2 | -0.458 | 6.54 | 3.35 | Negativo | M. Zarzuela |
| 121 | 3.16 | 6.83 | 23.90 | 3.83 | 0.56 | 2.64 | 7.85 | 27.0 | -0.432 | 6.57 | 4.90 | positivo | M. Zarzuela |
| 122 | 2.92 | 7.87 | 28.23 | 4.41 | 0.65 | 3.02 | 0.00 | 26.6 | -0.503 | 6.64 | 4.63 | Negativo | M. Zarzuela |
| 123 | 2.69 | 5.04 | 17.34 | 2.84 | 0.41 | 1.98 | 11.74 | 26.7 | -0.313 | 6.57 | 3.50 | Negativo | M. Zarzuela |
| 124 | 2.69 | 5.11 | 17.59 | 2.88 | 0.42 | 2.01 | 12.09 | 28.7 | -0.318 | 6.57 | 3.67 | Negativo | P. Chinchero |
| 125 | 2.35 | 7.29 | 26.33 | 4.08 | 0.60 | 2.80 | 2.06 | 27.1 | -0.459 | 6.50 | 5.43 | Negativo | P. Chinchero |
| 126 | 3.81 | 6.31 | 22.18 | 3.54 | 0.52 | 2.44 | 14.71 | 27.3 | -0.397 | 6.50 | 4.08 | positivo | Control |
| 127 | 2.67 | 6.59 | 24.17 | 3.69 | 0.54 | 2.55 | 9.91 | 25.7 | -0.410 | 6.53 | 5.63 | Negativo | Control |
| 128 | 3.02 | 6.61 | 23.16 | 3.70 | 0.58 | 2.61 | 1.78 | 28.0 | -0.417 | 6.53 | 7.14 | positivo | Control |
| 129 | 2.75 | 7.03 | 25.00 | 3.93 | 0.58 | 2.71 | 3.97 | 28.3 | -0.444 | 6.58 | 6.44 | positivo | M. san Sebastián |
| 130 | 2.34 | 7.25 | 26.17 | 4.05 | 0.59 | 2.79 | 1.29 | 27.7 | -0.457 | 6.50 | 5.27 | Negativo | M. san Sebastián |

| Muestra | Grasa % | SNG % | Densidad g/cm ³ | Lactosa % | Minerales % | Proteína % | Agua adicionada % | T° muestra °C | Punto de congelación °C | PH | Conductividad ms/cm | Antibiótico | Lugar de muestreo |
|---------|---------|-------|----------------------------|-----------|-------------|------------|-------------------|---------------|-------------------------|------|---------------------|-------------|-------------------|
| 131 | 2.92 | 7.17 | 26.50 | 4.08 | 0.58 | 2.76 | 2.12 | 26.3 | -0.472 | 6.52 | 6.17 | Negativo | M. san Sebastián |
| 132 | 3.69 | 6.85 | 23.55 | 3.84 | 0.53 | 2.80 | 4.73 | 28.0 | -0.437 | 6.52 | 6.23 | positivo | M. san Sebastián |
| 133 | 3.42 | 6.33 | 21.78 | 3.55 | 0.52 | 2.45 | 11.72 | 26.7 | -0.401 | 6.54 | 6.61 | Negativo | M. san Sebastián |
| 134 | 2.74 | 5.40 | 23.75 | 3.72 | 0.56 | 2.59 | 6.64 | 24.7 | -0.424 | 6.61 | 5.40 | positivo | M. san Sebastián |
| 135 | 3.15 | 6.80 | 23.80 | 3.81 | 0.56 | 2.62 | 8.18 | 25.2 | -0.424 | 6.55 | 6.02 | positivo | M. san Sebastián |
| 136 | 2.95 | 7.87 | 28.14 | 4.40 | 0.65 | 3.02 | 0.00 | 28.6 | -0.502 | 6.57 | 5.71 | Negativo | M. san Sebastián |
| 137 | 3.08 | 6.38 | 22.51 | 3.58 | 0.53 | 2.47 | 11.85 | 28.8 | -0.403 | 6.54 | 4.52 | positivo | M. san Sebastián |
| 138 | 3.68 | 7.08 | 23.52 | 3.83 | 0.56 | 2.64 | 8.73 | 29.0 | -0.435 | 6.52 | 5.52 | positivo | M. san Sebastián |
| 139 | 2.54 | 6.75 | 23.87 | 3.75 | 0.55 | 2.58 | 10.20 | 28.1 | -0.420 | 6.51 | 4.49 | Negativo | M. La Cantuta |
| 140 | 2.61 | 7.17 | 25.70 | 4.01 | 0.59 | 2.76 | 1.08 | 27.7 | -0.453 | 6.68 | 0.24 | positivo | M. La Cantuta |
| 141 | 2.95 | 6.27 | 22.62 | 3.53 | 0.51 | 2.43 | 14.14 | 27.9 | -0.391 | 6.40 | 2.35 | positivo | M. Ccascaparo |
| 142 | 2.63 | 6.85 | 24.43 | 3.86 | 0.56 | 2.64 | 7.89 | 29.3 | -0.431 | 6.49 | 0.69 | Negativo | M. Ccascaparo |
| 143 | 2.52 | 6.14 | 22.44 | 3.51 | 0.51 | 2.43 | 13.01 | 28.0 | -0.390 | 6.35 | 0.48 | Negativo | M. Ccascaparo |
| 144 | 2.79 | 6.21 | 21.78 | 3.41 | 0.51 | 2.41 | 16.12 | 29.1 | -0.389 | 6.50 | 4.78 | Negativo | M. Ccascaparo |
| 145 | 2.74 | 6.73 | 23.84 | 3.77 | 0.55 | 2.60 | 7.33 | 27.4 | -0.424 | 6.55 | 6.60 | Negativo | M. Ccascaparo |
| 146 | 2.35 | 7.29 | 26.33 | 4.08 | 0.60 | 2.80 | 2.06 | 27.1 | -0.459 | 6.50 | 5.43 | Negativo | M. Ccascaparo |
| 147 | 3.81 | 6.31 | 22.18 | 3.54 | 0.52 | 2.44 | 14.71 | 27.3 | -0.397 | 6.50 | 4.08 | Negativo | M. Ccascaparo |
| 148 | 2.12 | 6.46 | 23.09 | 3.63 | 0.52 | 2.48 | 13.87 | 23.4 | -0.400 | 6.77 | 3.33 | Negativo | M. Ccascaparo |
| 149 | 2.77 | 6.24 | 23.11 | 3.50 | 0.51 | 2.42 | 16.79 | 23.7 | -0.385 | 6.73 | 3.71 | Negativo | M. Ccascaparo |
| 150 | 2.69 | 7.01 | 25.09 | 3.92 | 0.58 | 2.70 | 5.88 | 24.4 | -0.439 | 6.56 | 4.74 | Negativo | M. Ccascaparo |
| 151 | 3.79 | 6.45 | 21.95 | 3.62 | 0.53 | 2.49 | 10.39 | 25.7 | -0.417 | 6.50 | 6.70 | Negativo | M. Ccascaparo |
| 152 | 2.67 | 7.04 | 25.10 | 3.94 | 0.58 | 2.71 | 2.85 | 24.2 | -0.444 | 6.61 | 4.73 | Negativo | M. Ccascaparo |
| 153 | 3.38 | 6.25 | 23.06 | 3.51 | 0.51 | 2.42 | 16.76 | 24.7 | -0.386 | 6.50 | 4.18 | Negativo | M. Tancarniyoq |
| 154 | 3.38 | 6.63 | 22.41 | 3.63 | 0.53 | 2.51 | 12.02 | 25.7 | -0.411 | 6.53 | 5.75 | Negativo | M. Tancarniyoq |
| 155 | 2.27 | 6.40 | 22.98 | 3.59 | 0.53 | 2.54 | 12.29 | 24.7 | -0.401 | 6.17 | 3.44 | positivo | M. Tancarniyoq |
| 156 | 2.38 | 6.07 | 22.41 | 3.48 | 0.50 | 2.36 | 18.84 | 26.4 | -0.478 | 6.51 | 6.65 | Negativo | CC. Paraíso |
| 157 | 2.59 | 7.04 | 25.19 | 3.94 | 0.73 | 2.71 | 4.55 | 26.4 | -0.444 | 6.51 | 5.69 | Negativo | CC. Paraíso |
| 158 | 3.02 | 5.94 | 20.64 | 3.34 | 0.49 | 2.34 | 19.39 | 27.0 | -0.372 | 6.47 | 4.83 | Negativo | CC. Paraíso |

| Muestra | Grasa % | SNG % | Densidad g/cm ³ | Lactosa % | Minerales % | Proteína % | Agua adicionada % | T° muestra °C | Punto de congelación °C | PH | Conductividad ms/cm | Antibiótico | Lugar de muestreo |
|---------|---------|-------|----------------------------|-----------|-------------|------------|-------------------|---------------|-------------------------|------|---------------------|-------------|-----------------------|
| 159 | 3.45 | 6.28 | 23.14 | 3.52 | 0.51 | 2.43 | 16.38 | 27.0 | -0.534 | 6.48 | 4.10 | Negativo | CC. Paraíso |
| 160 | 2.69 | 7.01 | 25.09 | 3.92 | 0.58 | 2.70 | 5.88 | 24.4 | -0.439 | 6.56 | 4.74 | Negativo | CC. Paraíso |
| 161 | 4.30 | 6.53 | 21.84 | 3.66 | 0.54 | 2.52 | 10.68 | 26.4 | -0.418 | 6.50 | 4.93 | Negativo | CC. Paraíso |
| 162 | 3.83 | 6.42 | 21.79 | 3.60 | 0.52 | 2.48 | 12.41 | 24.9 | -0.421 | 6.56 | 5.19 | Negativo | M. Santa Anita |
| 163 | 4.38 | 6.55 | 21.82 | 3.67 | 0.54 | 2.53 | 10.35 | 26.8 | -0.395 | 6.52 | 4.61 | Negativo | M. Santa Anita |
| 164 | 2.64 | 6.43 | 22.80 | 3.61 | 0.53 | 2.49 | 13.37 | 27.2 | -0.404 | 6.62 | 0.88 | Negativo | M. Santa Anita |
| 165 | 3.85 | 6.46 | 21.91 | 3.62 | 0.53 | 2.50 | 11.95 | 27.3 | -0.411 | 6.55 | 0.75 | Negativo | M. Santa Anita |
| 166 | 2.87 | 5.96 | 20.75 | 3.34 | 0.49 | 2.31 | 19.20 | 27.6 | -0.372 | 6.51 | 5.06 | Negativo | M. Capulichayoq |
| 167 | 3.44 | 6.48 | 22.31 | 3.63 | 0.53 | 2.50 | 12.09 | 27.8 | -0.410 | 6.47 | 4.18 | Negativo | M. Capulichayoq |
| 168 | 2.53 | 7.02 | 25.16 | 3.93 | 0.58 | 2.71 | 5.87 | 27.5 | -0.443 | 6.53 | 0.74 | Negativo | M. Capulichayoq |
| 169 | 3.42 | 6.45 | 22.24 | 3.62 | 0.53 | 2.50 | 12.41 | 28.1 | -0.409 | 6.46 | 4.23 | Negativo | M. Capulichayoq |
| 170 | 2.94 | 5.98 | 20.79 | 3.36 | 0.49 | 2.32 | 18.85 | 27.5 | -0.375 | 6.51 | 4.83 | Negativo | M. Capulichayoq |
| 171 | 4.14 | 6.33 | 21.20 | 3.55 | 0.52 | 2.45 | 13.37 | 32.2 | -0.404 | 6.42 | 6.03 | Negativo | M. tres cruces de oro |
| 172 | 3.84 | 6.47 | 21.96 | 3.63 | 0.53 | 2.50 | 11.83 | 27.3 | -0.412 | 6.54 | 6.93 | Negativo | M. tres cruces de oro |
| 173 | 2.68 | 6.46 | 22.83 | 3.62 | 0.53 | 2.50 | 13.05 | 27.9 | -0.405 | 6.64 | 10.61 | Negativo | M. tres cruces de oro |
| 174 | 2.44 | 6.26 | 23.09 | 3.52 | 0.51 | 2.43 | 16.44 | 28.1 | -0.388 | 6.48 | 5.30 | positivo | M. La Unión |
| 175 | 4.19 | 6.36 | 21.24 | 3.57 | 0.52 | 2.46 | 12.98 | 28.6 | -0.406 | 6.46 | 5.69 | Negativo | M. La Unión |
| 176 | 2.29 | 6.44 | 23.04 | 3.60 | 0.53 | 2.49 | 13.75 | 26.0 | -0.402 | 6.57 | 4.77 | Negativo | M. La Unión |
| 177 | 2.66 | 6.47 | 22.92 | 3.63 | 0.53 | 2.50 | 12.85 | 27.2 | -0.406 | 6.61 | 10.54 | Negativo | F. Huancaro |
| 178 | 2.70 | 6.98 | 25.00 | 3.93 | 0.58 | 2.70 | 5.86 | 27.1 | -0.442 | 6.53 | 3.44 | Negativo | F. Huancaro |
| 179 | 4.35 | 6.51 | 21.73 | 3.65 | 0.54 | 2.52 | 10.80 | 29.5 | -0.417 | 6.48 | 6.07 | Negativo | F. Huancaro |
| 180 | 4.27 | 6.60 | 22.02 | 3.69 | 0.54 | 2.54 | 9.84 | 28.9 | -0.422 | 6.46 | 6.25 | Negativo | F. Huancaro |
| 181 | 3.84 | 6.47 | 21.97 | 3.63 | 0.53 | 2.50 | 11.83 | 28.7 | -0.412 | 6.54 | 7.38 | Negativo | F. Huancaro |
| 182 | 2.94 | 6.00 | 20.83 | 3.36 | 0.49 | 2.33 | 18.69 | 28.0 | -0.376 | 6.51 | 4.73 | Negativo | F. Huancaro |
| 183 | 3.41 | 6.45 | 22.36 | 3.62 | 0.53 | 2.49 | 12.47 | 28.8 | -0.408 | 6.48 | 6.84 | Negativo | F. Huancaro |
| 184 | 3.42 | 6.47 | 22.30 | 3.63 | 0.53 | 2.50 | 12.21 | 28.6 | -0.410 | 6.47 | 6.80 | Negativo | F. Huancaro |
| 185 | 2.23 | 6.39 | 22.94 | 3.58 | 0.52 | 2.47 | 14.27 | 28.8 | -0.399 | 6.56 | 4.61 | Negativo | F. Huancaro |

| Muestra | Grasa % | SNG % | Densidad g/cm ³ | Lactosa % | Minerales % | Proteína % | Agua adicionada % | T° muestra °C | Punto de congelación °C | PH | Conductividad ms/cm | Antibiótico | Lugar de muestreo |
|-----------------|-------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|---------------|-------------------------|-------------|---------------------|-------------|-------------------|
| 186 | 2.93 | 5.98 | 20.79 | 3.36 | 0.49 | 2.32 | 18.91 | 27.7 | -0.375 | 6.49 | 4.33 | positivo | F. Huancaro |
| 187 | 3.45 | 6.50 | 22.39 | 3.68 | 0.53 | 2.51 | 11.89 | 28.1 | -0.415 | 6.49 | 6.78 | Negativo | F. Huancaro |
| 188 | 2.29 | 6.44 | 23.04 | 3.60 | 0.53 | 2.49 | 13.75 | 26.0 | -0.402 | 6.57 | 4.77 | Negativo | F. Huancaro |
| 189 | 2.58 | 6.44 | 23.01 | 3.59 | 0.53 | 2.46 | 14.02 | 28.1 | -0.368 | 6.57 | 4.71 | Negativo | F. Huancaro |
| 190 | 2.68 | 6.47 | 22.91 | 3.63 | 0.54 | 2.51 | 12.78 | 28.0 | -0.420 | 6.57 | 10.99 | positivo | F. Huancaro |
| 191 | 4.35 | 6.54 | 21.83 | 3.66 | 0.54 | 2.52 | 10.42 | 24.0 | -0.419 | 6.49 | 6.17 | Negativo | F. Huancaro |
| 192 | 2.64 | 6.44 | 22.80 | 3.77 | 0.53 | 2.57 | 13.37 | 28.4 | -0.404 | 6.60 | 10.93 | Negativo | F. Huancaro |
| 193 | 2.63 | 6.39 | 22.45 | 3.50 | 0.56 | 2.49 | 13.88 | 29.0 | -0.401 | 6.65 | 11.12 | Negativo | F. Tica Tica |
| 194 | 3.35 | 6.40 | 22.10 | 3.59 | 0.53 | 2.47 | 10.96 | 28.4 | -0.405 | 6.50 | 6.79 | Negativo | F. Tica Tica |
| 195 | 3.44 | 6.45 | 22.21 | 3.62 | 0.52 | 2.50 | 12.47 | 27.7 | -0.422 | 6.44 | 6.79 | positivo | F. Tica Tica |
| 196 | 2.59 | 6.46 | 22.94 | 3.62 | 0.53 | 2.50 | 11.60 | 29.0 | -0.408 | 6.63 | 10.97 | Negativo | F. Tica Tica |
| 197 | 2.39 | 6.26 | 23.13 | 3.51 | 0.51 | 2.43 | 16.59 | 28.7 | -0.391 | 6.50 | 6.84 | Negativo | F. Tica Tica |
| 198 | 2.91 | 5.96 | 20.73 | 3.38 | 0.45 | 2.31 | 19.13 | 28.0 | -0.374 | 6.48 | 4.38 | Negativo | F. Tica Tica |
| 199 | 3.80 | 6.49 | 22.06 | 3.63 | 0.53 | 2.51 | 11.70 | 28.1 | -0.412 | 6.57 | 7.70 | Negativo | F. Tica Tica |
| 200 | 2.33 | 6.41 | 22.92 | 3.59 | 0.53 | 2.48 | 14.01 | 28.7 | -0.410 | 6.58 | 5.11 | Negativo | F. Tica Tica |
| promedio | 3.07 | 6.68 | 23.5 | 3.75 | 0.54 | 2.59 | 8.63 | 26.4 | -0.420 | 6.61 | 5.03 | | |

Donde:

M: Mercado, P: Paradero, F: Feria, CC: Centro comercial.

