

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



TESIS:

**Calidad microbiológica de la leche cruda bovina desde el
ordeño hasta la comercialización en el distrito
de Socos. Ayacucho - 2021**

Para optar el título profesional de:

MÉDICO VETERINARIA

PRESENTADO POR:

Bach. Krizzya Almendra CHAVEZ GALARZA

ASESORA:

Mg. Gloria Betti ADRIANZEN FACUNDO

AYACUCHO - PERÚ

2024

DEDICATORIA:

Primero quiero agradecer a Dios por permitirme llegar a lograr todas mis metas ya que sin él nada de esto sería posible, a mis padres Ketty y Jorge, por estar siempre apoyándome e impulsándome a seguir avanzando para así poder seguir cumpliendo mis metas trazadas, gracias por todo ese apoyo y amor incondicional que me dan, los amo mucho.

A mis abuelos y tíos darle las gracias por el apoyo que me brindan día a día y estar siempre presente en cada momento de mi vida.

A mi compañero de vida Marco Antonio, por aparecer en el momento indicado y brindarme mucho amor, a mi hija Khataleya Rosario, ya que ella fue una pequeña bendición en nuestras vidas y llegó a darnos mucho amor y alegría a toda la familia, por ustedes seguiré avanzando y seré su mayor orgullo.

A mi mejor amiga chayó por siempre estar en los malos y buenos momentos de mi vida y a mis amigos de la vida universitaria en especial a Magaly, Nilton y Maycol gracias por brindarme su amistad.

AGRADECIMIENTO

A mi *Alma Mater* la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por ser mi segundo hogar en el cual aprendí los conocimientos básicos para poder afrontar todas las barreras que se me presenten en mi vida profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a mi querida y amada Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, y a los docentes que la conforman gracias por todas las enseñanzas y conocimientos que me brindaron a lo largo de mi formación profesional.

A la Mg. Gloria Betti Adrianzen Facundo, asesora del presente trabajo, gracias por su apoyo moral y enseñanzas en toda la elaboración de la tesis.

Al Mg. Julio Alberto Ruiz Maquen, gracias por toda la confianza brindada hacia mi persona y en especial por el apoyo brindado durante la elaboración de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes del estudio	4
1.1.1. A nivel internacional	4
1.1.2. A nivel nacional.....	7
1.1.3. A nivel local	8
1.2. Base teórica	9
1.2.1. Definición de la leche	9
1.2.2. Composición de la leche.....	9
1.2.3. Calidad microbiológica de la leche	10
1.2.4. Buenas Prácticas de Ordeño (BPO).....	11
1.2.5. Fuentes de contaminación de la leche cruda	14
1.2.6. Influencia de la limpieza del equipo y las prácticas de higiene de la leche ..	16
1.2.7. Indicadores de la calidad microbiológica de la leche	19
1.2.8. Requisitos microbiológicos de la leche cruda según la Norma Técnica Peruana (NTP) 202.001:2016	20
1.2.9. Requisitos para el análisis microbiológico de superficies en contacto con la leche cruda (RM N° 363-2007/MINSA)	21
1.2.10. Determinación de la calidad microbiológica en la leche cruda	22
1.2.11. Pruebas de laboratorio para la determinación de la calidad higiénica.....	22
1.2.12. Riesgos de la alteración de las características de la leche	24

CAPITULO II	25
METODOLOGÍA	25
2.1. Ubicación.....	25
2.2. Materiales	26
2.2.1. Materiales de campo	26
2.2.2. Materiales de laboratorio	26
2.2.3. Equipos	27
2.3. Problemas específicos	27
2.4. Diseño de la investigación.....	27
2.5. Análisis estadístico	27
2.6. Método procedimental.....	27
2.6.1. Toma de muestra de campo	28
2.6.2. Obtención de la muestra en campo.....	28
2.6.3. Procedimiento en laboratorio.....	30
2.7. Diseño estadístico.....	34
2.8. Análisis estadístico	34
2.9. Definición de la población y tamaño de muestra	35
 CAPÍTULO III.....	 36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
3.1. Determinación de la calidad microbiológica de la leche cruda bovina desde el ordeño hasta la comercialización en la comunidad de Manzanayocc ubicado en el distrito de Socos, Ayacucho	37
3.1.1. Recuento de bacterias mesófilas aerobias	38
3.1.2. Recuento de bacterias coliformes totales.....	39
3.2. Evaluación de la calidad microbiológica desde el ordeño hasta la comercialización de la leche cruda bovina de la comunidad de Manzanayocc ubicada en el distrito de Socos por época del año	40
3.2.1. Recuento de mesófilos aerobios	41
3.2.2. Recuento de coliformes totales.....	42
3.2.3. Recuento de coliformes totales y aerobios mesófilos de las muestras de leche comercializadas procedentes de la comunidad de Manzanayocc ubicada en el distrito de Socos en dos épocas del año.....	44

3.3. Evaluación de la calidad bacteriana de la leche cruda bovina proveniente del distrito de Socos según los criterios establecidos por la “Guía Técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies en contacto con Alimentos y Bebidas” R.M.461 – 2007/MINSA y la “Norma Técnica Peruana” NTP 202.001:2016.	46
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. <i>Método de muestro de superficies</i>	18
Tabla 1.2. <i>Criterios microbiológicos de la leche cruda bovina</i>	20
Tabla 1.3. <i>Indicadores microbiológicos de superficies</i>	21
Tabla 1.4. <i>Límites permisibles para superficies vivas</i>	22
Tabla 1.5. <i>Límites permisibles para superficies inertes regulares</i>	22
Tabla 1.6. <i>Límites permisibles para superficies inertes irregulares</i>	22
Tabla 2.1. <i>Delimitación geográfica de la comunidad del distrito de Socos</i>	25
Tabla 3.1. <i>Promedios de la carga microbiológica en superficies en contacto con la leche y de la leche de expendio procedente de la comunidad de Manzanayocc perteneciente al distrito de Socos - Ayacucho, 2021</i>	37
Tabla 3.2. <i>Promedio de recuento de mesófilos aerobios y coliformes totales en superficies en contacto con la leche cruda bovina (manos, paños, baldes y bidones) antes del ordeño en dos épocas del año</i>	40
Tabla 3.3. <i>Promedio de la carga bacteriana de la leche cruda bovina del centro de expendio en dos épocas del año procedentes de la localidad de Manzanayocc perteneciente al distrito de Socos</i>	44
Tabla 3.4. <i>Cumplimiento de la R.M.461 – 2007/MINSA en muestras de superficies (vivas e inertes)</i>	46
Tabla 3.5. <i>Cumplimiento de la NTP 202.001:2016 en muestras de la leche de expendio</i>	48
Tabla 3.6. <i>Muestras de la leche de expendio y su cumplimiento según la NTP 202.001:2016</i>	48

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. <i>Composición promedio de la leche en vacas (%)</i>	10
Figura 2.1. <i>Geolocalización de la comunidad de Manzanayocc del distrito de Socos</i>	25
Figura 3.1. <i>Recuento bacteriano de mesófilos aerobios en superficies en contacto con leche y de la leche comercializada proveniente de la comunidad de Manzanayocc</i>	38
Figura 3.2. <i>Recuento bacteriano de coliformes totales de las superficies en contacto con leche y de las leches comercializadas provenientes de la comunidad de Manzanayocc</i>	39
Figura 3.3. <i>Recuento de mesófilos aerobios en superficies vivas e inertes en dos épocas del año provenientes de la comunidad de Manzanayocc</i>	41
Figura 3.4. <i>Recuento de coliformes totales en superficies vivas e inertes en dos épocas del año provenientes de la comunidad de Manzanayocc</i>	42
Figura 3.5. <i>Recuento de mesófilos aerobios y coliformes totales (Ufc/cml) de la leche de expendio en dos épocas del año provenientes del distrito de Socos (Manzanayocc)</i>	44
Figura 3.6. <i>Porcentaje de coliformes totales en superficies (vivas e inertes) en contacto con leche cruda bovina</i>	47

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Resultados de los análisis microbiológicos de las superficies vivas e inertes	61
Anexo 2. Resultados de los análisis microbiológicos de la leche de expendio	62
Anexo 3. Flujograma para el recuento de bacterias coliformes totales en superficies en contacto con la leche cruda bovina procedentes del distrito de Socos, 2021	63
Anexo 4. Viaje a la comunidad de Manzanayocc perteneciente al distrito de Socos	64
Anexo 5. Toma de muestras	64
Anexo 6. Siembra de muestras en placas Compact Dry	65
Anexo 7. Crecimiento de colonias	66
Anexo 8. Línea de tiempo para la toma de muestras	67

RESUMEN

La calidad de la leche cruda bovina, ya sea destinada como materia prima para consumo directo está sujeto a normas nacionales e internacionales para verificar si está dentro de los estándares de inocuidad, las cuales se dan únicamente en el momento antes, durante y después del ordeño que permiten mantener la salubridad en toda la cadena láctea. Por tal motivo en este trabajo de investigación el objetivo fue determinar la calidad microbiológica de la leche bovina desde el ordeño hasta la comercialización de la comunidad de Manzanayocc perteneciente al distrito de Socos en dos épocas del año, utilizando la técnica del recuento rápido de placa Compact Dry (recuento de bacterias coliformes totales y mesófilos aerobios). Se recolectaron 50 muestras de la cadena de ordeño (manos, paños, baldes y bidones) y 02 muestras de leche de expendio, haciendo un total de 52 muestras. De los resultados obtenidos, se evidenció que el 52 % de muestras analizadas cumplieron con los límites microbiológicos establecidos por la NTP.202.001.2016 y la Guía Técnica (RM N° 461 - 2007) y 48 % muestras que no estaban dentro del rango permitido. El promedio general de coliformes totales en las muestras analizadas en superficies fue: 5.23×10^3 UFC/manos (manos), 5.15×10^3 UFC/cm² (pañós), 9.34×10^2 UFC/cm² (baldes), 7.03×10^3 UFC/cm² (bidones) y para leche de expendio fue de 1.01×10^5 UFC/ ml (coliformes totales) y 7.74×10^5 UFC/ ml (mesófilos aerobios). Concluyendo, que en la época de lluvia se presentaron mayores valores superando los valores permitidos en la calidad microbiológica, debido a las malas prácticas de ordeño.

Palabras clave: Leche, calidad microbiológica, superficies

INTRODUCCIÓN

La leche cruda es un producto con un alto grado de vulnerabilidad físico, químico y microbiológico. Siendo necesario controlar las fuentes de contaminación con un cuidado meticuloso, teniendo en cuenta el animal (glándula mamaria, piel, heces), el establo (mosca, aire, agua) y los utensilios (equipos de ordeño, cubos, filtros, tanques), aplicando un sistema de minimización de riesgos durante las etapas que forman parte de la cadena de ordeño, recogida, transporte y comercialización de la leche (Cabezas, 2019).

Las normas nacionales e internacionales conceden gran importancia a los principios de higiene. Estas normas, que incluyen directrices sobre criterios microbiológicos, deben aplicarse junto con cada código específico de prácticas higiénicas para garantizar la salubridad de la leche. Un principio fundamental es el aseo del personal y dentro de éste el correcto lavado de manos, puesto que las manos es un vehículo de transmisión de patologías. Además, numerosos estudios han demostrado que lavarse las manos es el método más eficaz para prevenir la propagación de microorganismos (OMS, 2015).

Vásquez de Plata (2007) afirma que alrededor del 60% de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) son causadas por la falta de higiene personal de los manipuladores, y el 14% de la contaminación cruzada es causada por no limpiar adecuadamente los utensilios, superficies de contacto, equipos y áreas de trabajo.

Los microorganismos patógenos al encontrar mínimas barreras higiénicas pueden reproducirse hasta valores de riesgo, ya que al colonizar las superficies pueden actuar de reservorios, contaminando un ordeño limpio, aumentando así la carga bacteriana que afectaría toda la cadena láctea. Algunos microorganismos logran sobrevivir incluso al tratamiento de limpieza y desinfección formando así biofilms (Fuster 2006). Las biopelículas son redes de microorganismos que tienen estabilidad, nutrición y protección

frente a agentes hostiles, con implicación directa o indirecta sobre la salud del consumidor, por lo que es fundamental comprender la necesidad de adoptar medidas de limpieza más inequívocas en relación con los programas de desinfección de superficies y la necesidad de utilizar técnicas de control que permitan confirmar rápidamente su adecuación. Según Fuster (2006), la utilidad de los métodos de control de la higiene de superficies debe considerarse un eslabón crucial en la identificación de microorganismos tanto inocuos como patógenos.

El país cuenta con normativas como la “Norma Técnica Peruana” (NTP.202.001.2016) y la “Guía Técnica de Análisis de Superficies” (R.S.N°461 – 2007/MINSA) que tienen como finalidad contribuir y asegurar la calidad higiénica y sanitaria de los alimentos (leche) destinados al consumo humano, dichas directrices establecen límites microbiológicos para evaluar condiciones higiénico – sanitarias.

En la región de Ayacucho la mayor población de ganado lechero se cría bajo el sistema de los pequeños productores, al pastoreo y sistemas mixtos (pastoreo - concentrado). Según el trabajo de Chacmana (2014), la producción de ganado vacuno en los distritos de Socos y Vinchos, tiene precariedad de prácticas modernas para una buena producción ganadera en la zona, la cual se ve reflejada en los parámetros reproductivos, productivos y el manejo sanitario.

El poco conocimiento por parte de los productores acerca de la importancia de las Buenas Prácticas de Ordeño (BPO) en el proceso de la obtención de la leche, genera una limitante de la mejora del producto final comercializado al consumidor.

El presente estudio, tuvo como fin verificar la calidad microbiológica de la leche, siendo esto posible a través de un recuento microbiológico de superficies y de la leche de expendio, el cual determinará, si ésta es apta tanto para el consumo humano, así como su distribución y comercialización rigiéndose en relación a las normas técnicas peruanas de la leche, para así poder generar un producto sano y de buena calidad.

Por lo señalado anteriormente se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar la calidad microbiológica de la leche cruda bovina desde el ordeño hasta la comercialización en el distrito de Socos, Ayacucho – 2021.

Objetivos específicos

1. Evaluar la calidad microbiológica desde el ordeño hasta la comercialización de la leche cruda bovina del distrito de Socos por época del año.
2. Determinar si la leche bovina producida en el distrito de Socos cumple con los rangos microbiológicos establecidos en la “Norma Técnica Peruana 2016” 202.001:2016 y la “Guía Técnica de Análisis de Superficies” (RM N° 461 - 2007).

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes del estudio

1.1.1. A nivel internacional

Cabezas (2019), realizó un estudio sobre el “Desarrollo y Elaboración de un Manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para el centro de acopio de leche cruda de Chuquipogyo, Ecuador”, trabajando con 32 muestras de 100 ml de leche cruda de 3 comunidades, realizando el análisis microbiológico de las superficies inertes (tanque, utensilios) y superficies vivas (manos) mediante el hisopado y la inoculación en las placas Petrifilm. Obteniendo los siguientes resultados: coliformes totales (manos) de 5.75×10^3 UFC/ml, baldes de 5.44×10^3 UFC/ml y tanque 5.23×10^3 UFC/ml. Determinando que el personal no realiza un buen lavado de manos y que las superficies están deterioradas.

Alfaro et al. (2014), evaluaron la “Implementación de un manual de ordeño higiénico en dos establecimientos lecheros mediante análisis microbiológico, El Salvador”, desde junio hasta noviembre, trabajando con 72 muestras de: manos, ubres, pezoneras y leche. De las cuales fueron analizadas mediante métodos para cada superficie, siendo procesadas mediante los análisis microbiológicos de medios de cultivo tradicionales. Obteniendo 4.04×10^4 UFC/manos como promedio general del muestreo de manos y una media en la muestra de leche de 2.2×10^3 UFC/ml, encontrando que el 100% de sus muestras fueron contaminadas por coliformes totales. Concluyendo que la instauración de un correcto método de ordeño higiénico asegura una buena calidad higiénica de la leche.

Chávez (2016), efectuó el “Diseño e Implementación de un Manual de Buenas Prácticas de Ordeño (BPO) para la hacienda la Rinconada, Ecuador”, ejecutando la investigación a partir de registros, con la finalidad de identificar parámetros vulnerables

y proponer un buen manejo de las prácticas de ordeño. Tomó muestras significativas de superficies vivas, inertes y leche. Los cuales fueron procesados mediante análisis microbiológicos tradicionales, encontrando una media de coliformes totales de 6.25×10^3 UFC/manos y 6.10×10^3 UFC/cm² en la muestra de tanques en la época de lluvia. Concluyendo que al incluir la capacitación de las BPO se logra bajar los recuentos bacterianos.

Romero (2015), realizó la “Evaluación fisicoquímica y microbiológica del proceso de elaboración del queso doble crema en una fábrica de lácteos del municipio de Belén - Boyacá, Colombia”, trabajando con 25 muestras, realizando análisis microbiológicos mediante el método de recuento de placa en superficies (vivas de equipos y utensilios), estos análisis fueron ejecutados de acuerdo a los parámetros establecidos en la normativa de su país. Obteniendo un promedio de 6.25×10^3 UFC/manos en las superficies vivas en la época de lluvia. Concluyendo que la contaminación bacteriana afecta la calidad láctea y que al instaurar Buenas Prácticas de Manufactura se reduce la proliferación de microorganismos.

Valera et al. (2020), evaluó la “Valoración económica y microbiológica del uso de toallas y paños durante el ordeño, Costa Rica”, durante los meses de octubre a noviembre del 2018, tomando 5 paños al azar los cuales se sellaron en bolsas herméticas, realizando el análisis bacteriano con el método de recuento de placa. Obteniendo valores UFC g⁻¹ menores de diez al momento de usarse en toallas de papel desechables, resultando valores < 10 UFC/cm² de paños lavados. Concluyendo que no existen diferencias económicas ni microbianas entre los paños de microfibra y el uso de toallas de papel en el secado de los pezones durante el pre sellado.

Chiraboga (2018), efectuó la “Evaluación de la calidad microbiológica de la cuajada ácida refrigerada para su uso en la agroindustria láctea, Quito”, tomando 5 muestras, utilizando el método del hisopado, para lo cual realizó el recuento de microorganismos de contaminación (coliformes totales) de manos de operarios que intervenían en los procesos de la obtención del producto. El análisis microbiológico fue por recuento de placa. Obteniendo promedios inferiores a 0.1 UFC/manos. Concluyendo que se mantiene un conteo microbiológico de acuerdo a los rangos límites de su país.

Arguello et al. (2020), ejecuto un estudio de la “Calidad microbiológica de la salmuera utilizada en el proceso de elaboración de quesos frescos artesanales en una quesera de Quimiag-Chimborazo, ecuador”, tomó muestras de los productos y materiales usados para la elaboración de la salmuera, los utensilios, manipuladores y el ambiente de producción. Obteniendo un promedio de mesófilos totales en la superficie de manos de 6.64×10^4 UFC/manos, el límite permitido por la Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994., donde menciona que el límite microbiológico en superficies vivas de mesófilos aerobios: son $< 3\ 000$ UFC/ manos. Concluyendo que se evidencia una corta vida útil por falta de prácticas correctas de higiene.

Benítez (2009), ejecutó la investigación sobre la “Implementación de prácticas higiénicas para el mejoramiento de la calidad microbiológica de la leche saborizada en la planta procesadora de soya instalada en las Malvinas del suburbio de Guayaquil”, los meses de septiembre del 2008 – marzo del 2009, tomando muestras de la materia prima (manos, utensilios y equipos) hasta el despacho del producto, siendo procesadas mediante las diluciones seriadas y el recuento de placa. Obteniendo un recuento de mesófilos totales en las muestras de manos de 6.38×10^4 UFC/ manos. Concluyendo que las causas de contaminación en las diferentes etapas del proceso, que luego de los análisis microbiológicos respectivos se encontró que los guantes y jarra de envasado presentaban problemas de contaminación con *E. coli* y mesófilos aerobios.

Rodríguez (2017), efectuó un estudio sobre la “Detección de microorganismos indicadores de contaminación durante el proceso de elaboración de queso artesanal a partir de leche sin pasteurizar, producido bajo buenas prácticas de manufactura en la región de Cobachi, Sonora”, México, tomando muestras de superficies vivas e inertes en tres estaciones del año (verano, invierno y primavera), utilizo procedimientos descritos en Normas Oficiales Mexicanas para el análisis de mesófilos aerobios. Encontrando promedios que sobrepasaban el límite permitido establecido para las distintas muestras analizadas, presentando promedios más elevados en la estación de verano en superficies vivas (manos) con 1.50×10^6 UFC/manos, primavera con 7.60×10^4 UFC/manos, presentado promedios bajos en la estación de invierno con 1.20×10^4 UFC/manos. Indicando que el sistema implementado presenta fallas de acuerdo a la calidad microbiológica aceptada por los estándares legales.

1.1.2. A nivel nacional

Rúa (2022), realizó la “Validación del procedimiento de limpieza y desinfección de superficies vivas e inertes de una empresa de derivados lácteos, Lima”, tomando 2 muestras durante 3 días en el mes de octubre, utilizando el método del enjuague, el análisis microbiológico fue realizado mediante el recuento de placa rehidratable de Petrifilm. Obteniendo un promedio de 7.33×10^2 UFC/manos en las superficies vivas. Concluyendo que los datos finales después del procedimiento de limpieza y desinfección de la superficie de las manos, indicaron una eficaz limpieza y cumplimiento del objetivo de erradicar los microorganismos existentes antes de realizar las labores en planta.

López y Pérez (2019), evaluó la “Numeración de bacterias mesófilas viables y coliformes en la leche cruda acopiada para el programa vaso de leche en el distrito de Chiclayo, mayo – octubre 2018”, tomando 180 muestras de leche cruda de 250 ml, siendo transportados en frascos de vidrios, para el recuento bacteriano se realizó las diluciones seriadas y placas con medios tradicionales. Obteniendo promedios de 1.58×10^6 UFC/ml para mesófilos viables y 1.33×10^3 UFC/ml de coliformes totales. Concluyendo que la leche cruda sobrepasa los límites permisibles, siendo de mala calidad.

Acaro (2019), efectuó la “Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura”, durante agosto a octubre del 2018. Tomó 6 puntos de muestras de leche cruda, realizándolo 2 veces por semana dando un total de 144 muestras realizadas durante 3 meses. Se extrajo la leche de los baldes, utilizando botellas de primer uso para su transporte. La determinación de los coliformes totales y mesófilos aerobios se realizó mediante la dilución seriada y el crecimiento bacteriano se dio mediante la placa Petrifilm. Obteniendo en recuentos de mesófilos aerobios un promedio de 4.75×10^5 UFC/ml y para coliformes totales una media de 2.78×10^3 UFC/ml. Concluyendo que los criterios microbiológicos de conteo de coliformes totales se encuentran fuera de la norma, mientras que los mesófilos, están dentro de lo establecido.

Fora (2015), investigó la “Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche cruda del ganado vacuno del distrito de Sama Inclán – Tacna”, se tomó 50 muestras de 100 ml de leche de los baldes de cada proveedor durante los meses de febrero a mayo, siendo transportados en botellas de vidrio estéril. Realizando su

análisis mediante diluciones seriadas y el recuento en las placas rehidratables Petrifilm. Obteniendo las medias de los mesófilos aerobios viables de 2.06×10^7 UFC/ml y coliformes 1.04×10^6 UFC/ml. Concluyendo que las muestras de leche analizadas no cumplen con la normativa del país.

Figuerola (2012), estudió la “Calidad higiénica de la leche cruda comercializada en los puestos ambulatorios del distrito de Tacna”, los meses de marzo – julio, donde se analizó 80 muestras de leche cruda bovina procedentes de 5 mercados, tomando 250 ml directamente de los porongos de expendio, utilizando bolsas de polietileno de primer uso, la determinación de las bacterias fue mediante las diluciones seriadas y el medio de cultivo rápido, placa 3M Petrifilm para coliformes totales y mesófilos aerobios. Cuyo resultado fue el siguiente: mesófilos aerobios una media de 1.3×10^6 UFC/ml y coliformes totales un promedio de 2.34×10^5 UFC/ml. Concluyendo que la leche fresca que se expende en estos puestos ambulatorios es deficiente en cuanto a la calidad higiénica.

1.1.3. A nivel local

Adrianzen et al. (2023), evaluaron la “Calidad microbiológica de la leche de vaca expendida en Ayacucho”, tomaron 30 muestras de leche fresca recolectadas de los 6 centros de venta, tomando de 100 – 250 ml transportándolos en frascos esterilizados, el análisis microbiológico fue de diluciones seriadas usando placas Petri para el recuento de mesófilos aerobios y coliformes totales mediante el método estándar. Obteniendo con el recuento de mesófilos aerobios un promedio de 1.2×10^6 UFC/ml y de coliformes totales una media de 1.97×10^3 UFC/ml. Concluyendo que los 6 sitios de venta supera el 1×10^6 UFC/ml (mesófilos aerobios) y 1×10^3 UFC/ml (coliformes totales) como límite máximo permisible por la NTP 202.001.2016.

Gómez (2022), evaluó los “Valores residuales de antibióticos y carga bacteriana de leche cruda bovina comercializada en establecimientos de expendio y en comercios ambulatorios del distrito de Ayacucho – 2019”, donde tomó 68 muestras de leche cruda bovina seleccionadas de forma aleatoria extrayendo leche (1000 ml) de los porongos de los establecimientos fijos y ambulatorios de venta durante los meses de junio – setiembre. La determinación de la bacteriana de mesófilas y coliformes totales, se realizó mediante diluciones seriadas y recuento mediante las placas Compact Dry. Obteniendo una máxima de mesófilos aerobios de 2.6×10^6 UFC/ml siendo 44 muestras positivas y de coliformes

totales una máxima de 29×10^4 UFC/ml con 46 muestras positivas. Concluyendo que las muestras de leche analizadas en establecimientos de expendio fueron 61.1% fuera de la norma nacional y en comercios ambulatorios con 75%, superando los límites de la NTP.202.001.2016.

1.2. Base teórica

1.2.1. Definición de la leche

La leche es un líquido de composición compleja, de color blanquecino y opaco, con un pH cercano al neutro y de sabor dulce, que presenta características especiales como variabilidad, alterabilidad y complejidad, se considera como el producto fresco del ordeño completo de una o varias vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas (Castillo y Álvarez, 2015).

Esta sustancia líquida es obtenida a través de la segregación de las glándulas mamarias de diversas razas las cuales proporcionan al 100% dicho alimento, teniendo en cuenta que esta sustancia es un alimento fundamental para los seres humanos y las crías de estas, las cuales proporcionan vitaminas, proteínas y energía (Jarama, 2011).

Para este alimento es importante la influencia de su raza, edad y dieta de acorde a los números de parto, estado de lactancia, el ambiente de estado físico, ya que gracias a estos factores la leche procesa su calidad mediante el color, sabor y composición generando así también la variedad de sus productos. Se sabe que la obtención del alimento es a través del ordeño de un número significativo de vacas, es a razón de esto que durante el proceso de ordeño se practique un buen método de extracción y utilización de los materiales correspondientes ya que si se da forma inadecuada es un riesgo total a la contaminación de bacterias destructoras y patógenas, las cuales se reproducen ya sea por la temperatura y presencia de microorganismos lo cual se da de manera constante en la producción de la leche cruda. (Cárdena y Murillo, 2018).

1.2.2. Composición de la leche

Los sólidos totales, que incluyen el agua, la grasa, las proteínas, la lactosa, las vitaminas y los minerales, constituyen la compleja mezcla de diversas sustancias de la leche, algunas de las cuales están en suspensión y otras en verdadera disolución. Agudelo

y Bedoya (2008) afirman que diversos factores influyen en los sólidos totales, como la salud de la vaca, el entorno, la raza y el tipo de alimentación.

Según Lluguín (2016), la raza, la edad, la época del año, la alimentación, el sistema de ordeño y la duración de la lactación afectan a la composición química de la leche cruda. La leche tiene un alto beneficio dietético y además un serio nivel de comestibilidad por lo que se ha convertido en alimento vital en la alimentación humana, se compone de: agua en un 87%, caseína 2,9 %, albumina 4.9 %, alfa lacto albumina 0.5 %, beta lacto albumina 0.2 %, fosfolípidos 0.1%, grasa neutra en un 3.7 %, ácido cítrico 0.2 %. Según Granizo (2016), la leche contiene calcio, magnesio, potasio, cloro, fósforo, azufre, hierro y azufre.

Figura 1.1

Composición promedio de la leche en vacas (%)



Nota: Composición química de la leche cruda, tomado de Ácaro (2019).

1.2.3. Calidad microbiológica de la leche

La calidad microbiológica de la leche cruda hace referencia a la concentración de diferentes microorganismos patógenos, principalmente las bacterias (Lluguín, 2016). La leche tiene varias fuentes de contaminación, en donde la ubre en condiciones normales puede aportar hasta 1000 microorganismos/ml; una ubre con mastitis y dependiendo del microorganismo que la cause, un solo cuarto afectado mezclado con la leche de 99 sanos, puede incrementar el recuento hasta de 100000 UFC/ml en la leche del hato; la contaminación ambiental durante el ordeño, producto de deficientes prácticas de manejo, permite que microorganismos de la piel de los pezones, manos del ordeñador, pezoneras, equipos de ordeño, baldes y todo el entorno del ordeño, lleguen a la leche. Esta es la

fuentes de contaminación más importantes y variables, ya que aportan un gran número de microorganismos con diferentes propiedades microbiológicas.

A la contaminación inicial de la leche debe sumarse la multiplicación que sufren las bacterias, debido a que es excelente medio de cultivo para la mayoría de microorganismos (Méndez y Osuna, 2007).

La leche debido a su compleja composición bioquímica, alto contenido en agua y pH cercano a la neutralidad es considerada un buen sustrato para la proliferación de microorganismos, principalmente de las bacterias que modifican sus propiedades y su tiempo de duración. El crecimiento bacteriano y su acción en la leche produce efectos que pueden ser positivos como es el caso de la elaboración de productos fermentados (queso, yogurt) o efectos negativos (alteración, desarrollo de patógenos, formación de toxinas). La interacción entre las bacterias y el entorno determina su crecimiento, el medio ambiente incluye las propiedades del sustrato y las condiciones externas, en la cual la temperatura constituye la variable más importante (Lluguín, 2016).

La importancia del estudio microbiológico de la leche radica en estos dos aspectos: primero tenemos que la leche y los productos lácteos pueden contaminarse con microorganismos patógenos o sus toxinas y provocar enfermedad en el consumidor, y segundo los microorganismos pueden causar alteraciones de la leche y sus derivados lácteos haciéndolos inadecuados para el consumo, entonces saber su calidad tiene gran importancia con la finalidad de preservar y garantizar la salud pública (FCV, 2002).

1.2.4. Buenas Prácticas de Ordeño (BPO)

La aplicación de Buenas Prácticas de Ordeño (BPO) en la ganadería andina, involucra la planificación y ejecución de actividades, que favorecen al cumplimiento de los requisitos básicos para evitar la contaminación de la leche (química, física y/o microbiológica) o reducirla a un nivel aceptable de tal manera que sea apta para el consumo humano, satisfaciendo las expectativas de la industria lechera.

El productor de leche, al encontrarse en el primer eslabón de la cadena láctea, debe conocer a fondo su responsabilidad sobre estos temas. Las buenas prácticas de ordeño son

requisitos higiénicos que se aplican durante el proceso de ordeño y la manipulación de la leche hasta entregarla al acopiador con el fin de obtener un producto sano (Beltrán, 2016).

Los requisitos básicos con los cuales debería contar una ganadería, se refieren a tener instalaciones adecuadas para el ordeño, animales sanos, bajo condiciones aceptables para éstos últimos y en equilibrio con el medio ambiente, apoyándose en la implementación de las buenas prácticas de ordeño, capacitación y motivación del personal encargado de las labores de producción de leche, materiales y utensilios de trabajo y el bienestar de los animales con capacidad productora de leche (SEDESOL, 2007).

a) Rutina de ordeño

Una rutina de ordeño involucra una serie de medidas higiénicas y de correcto manejo del animal, desde el ingreso a la sala de ordeño hasta ser concluido. Estas medidas, que son recomendadas por el National Mastitis Council de los EE.UU, pudiendo reducir la propagación de patógenos contagiosos y ambientales causantes de mastitis, aumentando la producción de leche, acortando los tiempos de ordeño, y reduciendo significativamente la contaminación microbiana de la leche, antes, durante y después del ordeño.

En todos los rebaños lecheros, los trabajadores de sala de ordeño tienen la obligación esencial en cuanto al control de la mastitis, mientras que los demás son responsables del mantenimiento y del cuidado del establo (Cabezas, 2019).

Reconocer que muchas exposiciones a patógenos se producen fuera de la sala de ordeño exige que todos los empleados que influyen en la exposición compartan la responsabilidad de su control. El hacinamiento provoca una deposición excesiva en las áreas de alojamiento y tiene un impacto significativo en la higiene; el movimiento rápido de las vacas para el manejo del ordeño facilita la salpicadura de estiércol en todas direcciones; y la exposición a la humedad, el barro y el estiércol en las áreas de alojamiento puede influir en la tasa de contaminación (Ruegg 2006).

Según Méndez y Osuna (2007), uno de los aspectos más importantes de las tareas de ordeño es la formación de los empleados anteriores para prevenir la mastitis. Por ello,

los nuevos ordeñadores deben recibir formación y los operarios que llevan algún tiempo trabajando en la producción deben recibir actualizaciones sobre las técnicas de ordeño que se espera que sean capaces de utilizar. Aunque es difícil acabar con los malos hábitos, empezar con el método adecuado garantizará mejores resultados.

b) Tipos de ordeño

Ordeño mecánico: Siempre que el procedimiento se lleve a cabo correctamente, esta actividad, que se realiza con la ayuda de máquinas especializadas, representa el método más adecuado para obtener leche de vaca de forma higiénica. Para eso, Ruegg (2006) sugiere que las líneas de ordeño sean siempre esterilizadas para evitar la contaminación de los animales, de los ordeñadores, del aire y del suelo. Además, los programas sanitarios preventivos para el rebaño y la formación del personal ayudan a reducir las pérdidas económicas, aumentar la producción, evitar daños en las ubres y producir leche de mayor calidad.

Ordeño Manual: Se realiza mediante la extracción de la leche por presión manual, este sistema en la actualidad es aplicado en una alta proporción en nuestro país (Ruegg, 2006).

En este tipo de ordeño, las manos del manipulador actúan como vehículos transmisores de bacterias y suele encontrarse escasa profesionalidad del personal responsable del manejo, algunas prácticas que favorecen el contagio son lubricar los pezones con leche del cubo como: la lubricación de las manos con leche o con saliva y la falta de limpieza de las manos después de ordeñar (Méndez y Osuna, 2007).

Ruegg (2006) certifica que los sistemas resultan aptos, siempre y cuando se guarden medidas estrictas de higiene y cuidado, que en el ordeño mecánico incluye una constante limpieza y mantenimiento de los equipos utilizados.

En el ordeño de terneros, el ternero se encarga de estimular a la vaca cuando es amamantado hacia el inicio del ordeño, limpiando simultáneamente los pezones con su saliva, que además tiene poder higienizante gracias a las proteínas que contiene, proporcionando al ordeñador una vaca muy vigorizada, que, si es tratada adecuadamente, entrega toda la leche. El ternero es amamantado una vez más al finalizar el ordeño,

resultando un ordeño completo porque es el único método capaz de extraer toda la leche restante. No hay sobreordeño y el sellador es sustituido por la acción enzimática de la saliva (Méndez y Osuna, 2007).

c) El proceso del ordeño y su relación con la calidad de la leche

El ordeño es la actividad medular en la explotación lechera, ya que el proceso de ordeño debe ser dirigido para alcanzar dos objetivos, el primero, reducir al mínimo la contaminación microbiana, química y física de la leche y, el segundo, asegurar que no se produzcan lesiones a las vacas. Para el logro de estos objetivos es necesario asegurar que el ordeño se lleva a cabo en condiciones higiénicas y, sobre todo, que después del ordeño la leche es manipulada adecuadamente. Para reducir al mínimo la contaminación microbiana, física y química de la leche, se deben aplicar de manera ordenada una serie de actividades, y condiciones como el que el ganado no debe padecer enfermedades infectocontagiosas como brucelosis, tuberculosis, hepatitis, entre otras, y deberá estar capacitado y entrenado en las buenas prácticas de higiene y sanidad, así como en las actividades que debe realizar (Canches, 2017).

1.2.5. Fuentes de contaminación de la leche cruda

Dentro de este grupo se encuentran agentes microbianos que pueden afectar a la leche desde el instante de su producción. Su presencia depende básicamente de las prácticas de higiene y sanidad observadas en su manipulación durante su obtención, transporte y venta (Celis y Juárez, 2009).

Este tipo de contaminación puede tener dos orígenes diferentes:

a) Contaminación interna

Es de un origen intrínseco en el estado del animal y la ubre, pudiendo adquirir la contaminación por dos tipos de vías:

Vía ascendente: Es más fácil que los microorganismos que se adhieren a la piel de la ubre de la vaca (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* y *Coliformes*) entren en el animal tras el ordeño ascendiendo por el esfínter del pezón, independientemente de que la vaca esté sana y el ordeño se realice en las mejores condiciones de asepsia (Celis y Juárez, 2009).

Entre los llamados microorganismos masticadores se encuentran *Corynebacterium pyogenes*, *Pseudomonas*, *Escherichia coli*, *Streptococcus pyogenes* y *Staphylococcus aureus lacticus* cuando las glándulas mamarias están infectadas (Umppiri, 2022).

Vía descendente: también llamada endógena o hematógena porque los microorganismos que infectan la ubre proceden de la sangre y pueden desplazarse a través de ella o de los capilares mamarios, dando lugar a una enfermedad sistémica como la tuberculosis, causada por *Mycobacterium tuberculosis*. Estos microorganismos son resistentes al calor y pueden sobrevivir en medios ácidos. *Brucella abortus* y *Brucella melitensis*, responsables de la brucelosis en humanos y de los abortos en vacas, también pueden causar brucelosis (Celis y Juárez, 2009).

b) Contaminación externa

Este tipo de factores extrínsecos responsable de la contaminación poseen múltiples orígenes.

Animal: La suciedad, como el estiércol, en el forraje y el pelo del animal puede albergar un gran número de microorganismos en la superficie exterior de la ubre. Por ello, es de suma importancia llevar a cabo procedimientos de ordeño adecuados y mantener una limpieza precisa de la ubre. Aguhob y Axtell (1998) también recomiendan vigilar de cerca la salud de la vaca con regularidad, ya que las infecciones pueden contener y propagar patógenos extremadamente nocivos.

Contaminación por recipientes: Después de cada uso, los recipientes de ordeño y los filtros pueden acumular microorganismos de deterioro si no se limpian y desinfectan adecuadamente. Según Lluguín (2016), los equipos con un diseño que no es liso y tiene juntas y ángulos son muy difíciles de limpiar. Esto lo convierte en un buen lugar para el crecimiento de microorganismos.

El ordeñador: Como controla en gran medida los niveles sanitarios, tiene que asegurarse de que las instalaciones, el equipo y los utensilios se mantienen limpios. También necesita mantener la higiene personal y la salud de las personas a la altura de las circunstancias y cuidar de los animales para mantenerlos limpios y sanos. Según Aguhob y Axtell (1998), si no se controla lo anterior, puede producirse contaminación al

pasar la leche de un animal a otro. Esto hará que la leche pierda su calidad higiénica y deje de ser apta para el consumo humano.

Ambiente: El entorno influye en los niveles de contaminación de la leche, tanto dentro como fuera del lugar donde se realiza el ordeño. Presentándose un alto riesgo en los establos por la presencia de insectos (moscas) que pululan en el lugar, recomendándose que la extracción de la leche se realice en un lugar especial teniendo cuidado de que los recipientes de su recolección de leche permanezcan cubiertos (Aguhob y Axtell, 1998).

Suministro de agua: El uso de agua contaminada puede contener bacterias peligrosas para la salud de sus consumidores, como coliformes que provocan trastornos estomacales e incluso la enfermedad del cólera (Lluguín, 2016), por lo que las consecuencias de no disponer de agua de la calidad requerida para la limpieza de las ubres de los animales, la higiene personal o el lavado de recipientes, utensilios y equipos necesarios pueden ser graves.

Almacenamiento y transporte: El tiempo, la temperatura y el transporte deben controlarse para conservar adecuadamente la leche recién ordeñada (Moreno et al., 2007). Los alimentos deben llegar al centro de recogida o al almacén con una carga microbiana de 500 a 10000 UFC/ml durante el transporte. Ambos factores deben controlarse para que la leche se conserve correctamente. (Moreno et al., 2007).

1.2.6. Influencia de la limpieza del equipo y las prácticas de higiene de la leche

Los residuos de leche de ordeños previos sobre las superficies de contacto del equipo, pueden propiciar el crecimiento de una gran variedad de microorganismos mediante la formación de condiciones adecuadas para la proliferación de bacterias especiales, como, por ejemplo, las bacterias termófilas pueden resistir limpieza con agua caliente cuando no se eliminan los residuos con detergentes o antisépticos. El mantenimiento de los equipos también cuenta ya que los recipientes con marcas, raspaduras, grietas o tuberías con concreciones lácteas actúan como sitios de persistencia microbiana que a la larga pueden contaminar la leche almacenada en ellos. Por lo tanto, la higiene de las superficies afecta la calidad y seguridad del producto alimenticio (Hui, 2003).

La inspección visual tras la limpieza y desinfección (equipos y/o utensilios) nos puede indicar si quedan restos de materia orgánica macroscópicos, pero en la mayoría no es suficiente y por ello se debe recurrir a pruebas más sensibles. A pesar de la aplicación de métodos de control microbiológicos, muchos microorganismos permanecerán en las superficies. Sin embargo, las técnicas de muestreo de superficies son imprescindibles, especialmente si se relacionan los estados obtenidos con parámetros como: limpieza de superficies o la calidad del producto alimenticio (Salas, 2007).

Si el equipo y/o utensilios tienen un adecuado diseño, correcta instalación y buena higiene, no debe presentar un elemento preocupante en cuanto a contaminación microbiana (Alfaro et al., 2014).

a) Aplicación de los métodos clásicos para el muestreo de superficies

Tradicionalmente, para la evaluación de superficies se recurre al hisopado (con hisopo o esponja) y posterior cultivo microbiano, la aplicación-imprimación y el enjuague con agua. Sin embargo, los medios de diagnóstico se utilizan para enriquecer y aislar las colonias sospechosas en un medio sólido en pruebas tradicionales y estandarizadas para detectar la presencia de microorganismos patógenos. Según el MINSA (2007), este método microbiológico convencional no puede utilizarse como herramienta de vigilancia rápida porque requiere periodos de incubación.

b) Selección de superficie

Superficies inertes

Se deben elegir las superficies que están en contacto con los alimentos que se espera utilizar directamente, como utensilios, cubiertos, superficies de corte, menaje, ferretería, entre otros (Rúa, 2022).

Superficies vivas

Deben elegirse las manos de los controladores, independientemente de los guantes, que estén en contacto con los alimentos previstos para su utilización directa.

Selección del método de muestreo

La elección del método de muestreo debe tomarse en función de las características de la superficie a muestrear.

Tabla 1.1*Método de muestro de superficies*

Método de muestreo	Superficies a muestrear
Método del hisopo	Se realiza en superficies inertes (regulares e irregulares), como: tabla de picar, bandejas, mesas de trabajo, utensilios, cuchillas de equipo, cortadora de embutidos, cortadora pan de molde, fajas transportadoras, tolvas, mezcladoras, pisos, paredes y otros.
Método de la esponja	Se utiliza preferentemente para muestrear superficies de mayores áreas.
Método del enjuague	Se utiliza para superficies vivas (manos) y para objetos pequeños o para el muestreo de superficies interiores de envases, botellas, bolsas de plástico, etc.

Fuente: MINSA (2007).

c) Métodos de muestreo de superficies**Hisopado**

El hisopado consiste en arrastrar un hisopo y algodón estéril (generalmente sumergido en un diluyente estéril) sobre la superficie a analizar. El principal problema es que existen variaciones individuales en la forma de aplicarla. Debido a esto, los recuentos suelen ser poco reproducibles y se detecta una gran variabilidad en los resultados. Otra desventaja de la técnica es que los microorganismos adheridos no son arrastrados por el algodón, o pueden quedar retenidos en él, en consecuencia, los resultados obtenidos son inferiores a los esperados. Por otro lado, las principales ventajas, de esta técnica, están relacionadas con un bajo costo, amplia disponibilidad, adaptable a una gran variedad de superficies ya que permite el muestreo de un área definida (Salas, 2007).

Agua de enjuague

Las muestras de agua de enjuague pueden ser evaluadas a intervalos de tiempo durante la limpieza y hasta completar el proceso de higienización. Al realizar el muestreo se debe considerar el momento adecuado, la localización, y el volumen. Entre las ventajas se encuentran que es adaptable para un control de línea, no es molesto, es menos dependiente de la técnica que el hisopado, además permite el muestreo de superficies de áreas mayores y únicas. Sin embargo, sus desventajas principales pueden ser que la sensibilidad de la prueba se menor, debido a que la distribución de los contaminantes o residuos no sea homogénea (Rúa, 2022).

Por lo tanto, el volumen del agua de enjuague es crítico para asegurar la interpretación correcta de los resultados (PDA, 1998).

1.2.7. Indicadores de la calidad microbiológica de la leche

a) Bacterias mesófilas aerobias

Microorganismos que crecen en presencia de oxígeno a temperaturas que oscilan entre los 20 y los 45 grados centígrados, con 30 a 40 grados centígrados como rango ideal. Lo hace contando microorganismos mesófilos aerobios y muestra cuánta leche cruda está completamente contaminada sin poder decir de dónde proviene. Los criterios de aceptación, rechazo y bonificación se utilizan para determinar la calidad bacteriológica de la leche; la meta siempre debe ser un conteo lo más bajo posible (Gaviria, 2010).

Este grupo está compuesto por 21 géneros diferentes, incluyendo *Streptococcus spp.* y *Lactobacillus spp.*, que son conocidos por acidificar la leche mediante la producción de ácido láctico a partir de la lactosa (Alais, 2003). Otros géneros importantes son *Micrococcus spp.*, que es esencial para la vegetación inocua que contamina la leche, y *Staphylococcus spp.* *Staphylococcus aureus*, por ejemplo, es una especie de este último género que es crucial por razones sanitarias e higiénicas. *Enterococcus spp.*, es importante por sus efectos tecnológicos porque fermenta la lactosa, liberando gases y ácidos que pueden causar graves enfermedades humanas por salmonela y algunos coliformes (Alais, 2003).

Las bacterias lácticas, la microbiota natural de la leche cruda, y las bacterias patógenas se encuentran entre los microorganismos mesófilos. De acuerdo con Cadenas y Murillo (2018), el conteo de bacterias mesófilas aerobias se contabiliza para determinar el grado de contaminación en la leche cruda y validar los resultados utilizando estándares microbiológicos de diversas naciones.

b) Bacterias coliformes totales

Este conjunto de microorganismos está compuesto por bacilos gramnegativos de la familia Enterobacteriaceae e incorpora los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter* (Alais, 2003). Producen gas mediante la fermentación de la lactosa en ácido láctico u otros ácidos. Además, son proteolíticos, causando imperfecciones de sabor y aroma vitales en el negocio del queso cheddar. Algunos coliformes tienen atributos

psicrotróficos y pueden comprender hasta el 20% al 33% de los microorganismos psicrotróficos de la leche depositada en los lagos (Cabezón, 2004).

Dado que son huéspedes intestinales típicos de los mamíferos, su presencia en la leche y el agua indica contaminación fecal. Estos microorganismos suelen causar mastitis, que puede ser leve o extremadamente aguda (Negroni, 1999). De acuerdo con Canches (2017), la representación de estas bacterias refleja un deficiente manejo profiláctico de la práctica del ordeño —limpieza de la piel de los pezones, las manos y las pezoneras—, así como la exposición de la leche a las heces.

El estiércol, el polvo, la tierra, el alimento para el ganado, el agua y los insectos pueden contaminar por contacto con los residuos lácteos que permanecen en los utensilios de ordeño y en los tanques de transporte o almacenamiento que no se han limpiado o desinfectado a fondo. Estas bacterias tienden a desarrollarse con mucha facilidad, lo que dificulta enormemente la producción de leche cruda libre de coliformes (Alais, 2003).

1.2.8. Requisitos microbiológicos de la leche cruda según la Norma Técnica Peruana (NTP) 202.001:2016

La Norma Técnica Peruana son estándares orientados a elevar la calidad de los productos de acuerdo a las exigencias del mercado, facilitando su acceso. La calidad de un producto debe ser definida por cada fabricante, por ello las NTP constituyen estándares referenciales.

Según lo requerido por la NTP 202.001:2016, debe cumplir lo siguiente:

Tabla 1.2

Criterios microbiológicos de la leche cruda bovina

Requisitos	N	m	M	c	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viable / ml	5	500000	1000000	1	ISO 4833-1
Numeración de coliformes / ml	5	100	1000	3	ISO 4831

Fuente: Norma Técnica Peruana (202.001:2016).

n: Es cantidad de unidades de la muestra que deben ser estudiadas de un lote de alimentos para satisfacer los requerimientos de un plan de muestreo.

M: Nos brinda la calidad aceptable, dentro de un programa de muestreo de tres clases. Cualidades mayores a “M” son inadmisibles.

c: Se refiere a las unidades de muestreo defectuosas de una cantidad máxima permitida. El lote no se acepta cuando se descubren cantidades superiores de este número.

m: Es un criterio microbiológico, en un muestreo de dos clases, clasifica la calidad defectuosa de la buena calidad. En general “m” representa un nivel admisible y virtudes sobre el mismo que son lateralmente admisibles o inadmisibles.

La normativa del país, fija los rangos (máximos y mínimos) para el recuento de mesófilos y coliformes, debe presentar como máximo debe presentar 1 000 000 UFC/ml respecto al recuento de aerobios mesófilos; en cuanto al recuento de coliformes debe contener como máximo 1 000 UFC/ml (NTP, 2016).

La leche, según Méndez y Osuna (2007), es un medio de cultivo excepcional para el desarrollo de microorganismos. Por ello, es fundamental mantener una vigilancia constante y estricta de las buenas prácticas y procedimientos de obtención de leche para garantizar que el producto esté libre de cualquier sustancia extraña y proteger la salud de los consumidores. La aplicación y la presunción de tiempo son los métodos estándar para contar e identificar los microorganismos que indican calidad.

1.2.9. Requisitos para el análisis microbiológico de superficies en contacto con la leche cruda (RM N° 363-2007/MINSA)

Tabla 1.3

Indicadores microbiológicos de superficies

	Superficies vivas	Superficies inertes
Indicadores de higiene	Coliformes	Coliformes
Patógeno (*)	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Salmonella</i>	<i>Salmonella</i> Sp.

(*) Se podrán considerar otros patógenos según sea la superficie a analizar

Tabla 1.4*Límites permisibles para superficies vivas*

Ensayo	Superficies Vivas
Coliformes	< 100 UFC/ manos (*)
Staphylococcus aureus	< 100 UFC/ manos (*)
Salmonella sp.	Ausencia/ manos

(*) En las operaciones analíticas, estos valores son indicadores de ausencia y están en concordancia con los criterios microbiológicos establecidos para alimentos de consumo directo. (RM N°363 – 2007/MINSA).

Tabla 1.5*Límites permisibles para superficies inertes regulares*

Ensayo	Superficies Inertes
Coliformes	< 1 UFC/cm ² (*)
Salmonella sp.	Ausencia/ 100 cm ²

(*) Procedimiento para el control microbiológico con aplicación del método del hisopo.

Tabla 1.6*Límites permisibles para superficies inertes irregulares*

Ensayo	Superficies Inertes
Coliformes	< 10 UFC/utensilio (*)
Salmonella sp.	Ausencia/ utensilio (s)

(*) Si se utiliza un (01) utensilio.

1.2.10. Determinación de la calidad microbiológica en la leche cruda

En el análisis de la leche cruda existen diferentes métodos que permiten medir de manera indirecta o directa su calidad higiénica. Las pruebas indirectas se fundamentan en la modificación de algunas propiedades por parte de los microorganismos (Castillo y Álvarez, 2015).

1.2.11. Pruebas de laboratorio para la determinación de la calidad higiénica

a) Coliformes totales, coliformes fecales, Número Más Probable (NMP)

Su determinación puede realizarse en placas con agar rojo bilis cristal violeta (coliformes totales) o en tubos con caldo verde brillante (NMP), donde se podrá observar la acumulación de gas (Alais, 2003).

b) Pruebas específicas (determinación de *Salmonella*, *Staphylococcus*)

En leche en polvo se exige la determinación de salmonelas y en productos lácteos es conveniente hacer determinaciones de estafilococos específicamente *Staphylococcus aureus* (Méndez y Osuna, 2007).

Además de los análisis mencionados existen otros que se relacionan con la calidad sanitaria. Haciendo la determinación de mastitis y la medición de la eficiencia de la pasteurización.

c) Recuento Estándar en Placa (REP)

Este análisis directo es empleado para determinar la calidad microbiológica de la leche y de otros alimentos. Este método consiste en hacer diluciones y sembrar en placas de Petri con agar estándar; después de 24 a 48 h de incubación a 37 ± 2 , se cuentan las colonias observadas, las cuales permiten obtener el número de unidades formadoras de colonias por mililitro o gramo de muestra (UFC/ml o UFC/g). Los resultados con el recuento directo siempre son inferiores a los reportados, ya que aquí solo intervienen microorganismos vivos capaces de formar colonias, además una colonia puede estar originada por uno o más de una unidad formadora de colonias (Castillo y Álvarez, 2015).

d) Recuentos en placas Petrifilm

Según Moreno et al. (2007), la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales (AOAC), la Asociación Francesa de Normalización (AFNOR) y el sistema nórdico de validación de métodos microbiológicos alternativos avalan el uso de placas de Petrifilm para pruebas microbiológicas rápidas en alimentos y agua. Las placas de Petrifilm son láminas delgadas que contienen un medio de cultivo y un agente solidificante que se disuelve en agua. El gas producido por ciertas bacterias puede ser capturado por la película hecha de polipropileno en estos. Además, cuentan con indicadores de pH que ayudan a identificar las colonias y una cuadrícula que se puede utilizar para contar las unidades formadoras de colonias (UFC/mL). Se aplica un mililitro de la muestra a las placas de Petrifilm y se diluye 1:10 con agua estéril antes de ser incubada de acuerdo con el procedimiento recomendado (Cárdenas y Murillo, 2018).

e) Recuento en placas Compact Dry

Uno de los métodos microbiológicos más innovadores, las placas Compact-Dry®, fabricadas por la empresa japonesa Nissui Pharmaceuticals, se consideran una innovación

del método convencional de placas y el futuro de las pruebas microbiológicas. En su investigación, Mizuochi y Kodaka (2000) afirman que el cultivo microbiológico se lleva a cabo en placas miniatura mediante un procedimiento sencillo y seguro para la medición y cuantificación de microorganismos. Estas placas están hechas de plástico modificado que contiene un medio orgánico autodifusible. Según Ramírez (2017), estas placas están formadas por un medio de cultivo cromogénico que ha sido deshidratado y preparado para su uso inmediato. Según Mizuochi y Kodaka (2000), la muestra se inyecta directamente en la placa, se dispersa por difusión en el medio y, gracias a indicadores redox y células madre modificadas genéticamente, las colonias de microbios son capaces de desarrollar variedades distintivas sin esfuerzo (Ramírez, 2017). La fiabilidad del producto Compact-Dry® ha sido confirmada por las certificaciones AOAC de la EE.UU. y MicroVal y Nord Val de la UE.

1.2.12. Riesgos de la alteración de las características de la leche

Por su constitución particular, la leche es el producto más delicado de la cadena de suministro. Contiene gran cantidad de proteínas, lípidos, carbohidratos, minerales y vitaminas, lo que la convierte en un nutriente esencial para los humanos y todas las especies de mamíferos (SEDESOL, 2007). Como resultado, existe un riesgo a largo plazo de que la leche se convierta en un problema para los consumidores y una gran amenaza para la salud pública si sirve como vehículo para múltiples microorganismos patógenos durante la producción o el procesamiento. Según Cadenas y Murillo (2018), la propagación de bacterias responsables de enfermedades como la tuberculosis, la brucelosis y la faringitis estreptocócica en la leche contaminada supone una amenaza para la salud humana.

Se deben implementar planes para controlar y/o erradicar las infecciones presentes en el rebaño, con el fin de garantizar la composición de la leche y reducir el riesgo de transmisión de enfermedades. El control higiénico-sanitario de las vacas lecheras es fundamental. La vida útil del producto se puede extender con el transporte en frío y refrigeración después del ordeño. Es posible identificar a los productores que siguen buenas prácticas de manejo evaluando la calidad de la leche cruda mediante pruebas físico-químicas y análisis microbiológicos (Moreno et al., 2007).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación

El estudio se realizó en la Comunidad de Manzanayocc, Figura 2.1, ubicada en el distrito de Socos, a una altitud media de 3394 m.s.n.m. Cuyas coordenadas geográficas son latitud -13.354019 y una longitud de -74.282017, perteneciente a la provincia de Huamanga, región de Ayacucho. Como una de las zonas alto andinas de la región de Ayacucho se caracteriza por presentar una época lluviosa (febrero y marzo) y una época seca (agosto y setiembre).

Tabla 2.1

Delimitación geográfica de la comunidad del distrito de Socos

Comunidad	Distrito	Latitud	Longitud
Manzanayocc	Socos	-13.354019	-74.282017

Figura 2.1

Geolocalización de la comunidad de Manzanayocc del distrito de Socos



2.2. Materiales

2.2.1. Materiales de campo

- Botas
- Mameluco
- Cooller
- Gel congelado
- Protectores de cabello, guantes y mascarillas descartables
- Mechero
- Alcohol
- Hisopos estériles de aproximadamente 10 a 12 cm
- Frascos de vidrio con tapa de 500 ml
- Tubos de vidrio con tapa de 15 ml
- Gradillas estériles
- Bolsas plásticas de primer uso
- Termómetros

2.2.2. Materiales de laboratorio

- Agua bidestilada
- Micropipetas
- Puntas de plástico Braund de 1000 μL (tips)
- Frascos de vidrio de 250 ml y de 100 ml
- Matraz de 250 ml
- Gradilla
- Tubos de ensayo estériles
- Plantillas estériles, con un área en el centro de 100 cm^2 (10 cm x 10 cm)
- Papel Kraft
- Algodón
- Matraz de Erlenmeyer
- Tubos estériles
- Alcohol al 70%
- Placas Compact Dry para recuento de mesófilos aerobios
- Placas Compact Dry para recuento de coliformes totales
- Diluyente de agua de peptona tamponada al 0.1 %

2.2.3. Equipos

- Refrigerador
- Balanza
- Autoclave
- Cámara de flujo laminar
- Incubadora
- Contador de colonias
- Agitador

2.3. Problemas específicos

1. ¿Cuál será la calidad microbiológica desde el ordeño hasta la comercialización de la leche cruda bovina del distrito de Socos según época del año?
2. ¿La leche cruda producida en el distrito de Socos cumple con los criterios microbiológicos establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 202.001-2016?

2.4. Diseño de la investigación

En el presente estudio se aplicó un diseño no experimental, de tipo descriptivo; porque nos permite observar fenómenos tal y como ocurren naturalmente, permitiendo recolectar la información para analizarla y compararla con las normativas correspondientes.

2.5. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron procesados mediante técnicas estadísticas descriptivas. Se realizó la elaboración de tablas, mediante el uso del software Excel con la información procesada a través del uso de medias y desviación estándar que sirvió para realizar la comparación entre los límites máximos permitidos para cada caso, adicionalmente se plasmaron en figuras para facilitar el análisis y la observación de tendencias.

2.6. Método procedimental

Las muestras que constituyeron las unidades experimentales de este estudio fueron provenientes de: muestras de las manos de los ordeñadores (12), muestras de paños usados antes del ordeño (12), muestras de los baldes antes del ordeño (12), muestras de

bidones de acopio (8) y muestras de leche destinadas al expendio (8). Para un total de 52 muestras, siendo procesadas por duplicado.

La recolección de estas muestras se dio en la comunidad de Manzanayocc perteneciente al distrito de Socos, durante 4 meses en dos épocas del año: época lluviosa (febrero - marzo) y época seca (agosto - setiembre). Para lo cual se hicieron programaciones de actividades en el laboratorio antes de la toma de muestra de campo, que consistió en lo siguiente:

- a. Preparación de materiales para la muestra de campo y el procesamiento de la muestra en el laboratorio.
- b. Esterilización de materiales.
- c. Preparación de implementos de seguridad.
- d. Preparación del diluyente estéril (agua peptonada al 0.1 %).

2.6.1. Toma de muestra de campo

Se realizó el viaje a la comunidad de Manzanayocc en horas de la madrugada, para la obtención de muestra en el horario de las 6.00 am – 9.00 am, con una temperatura ambiente en la comunidad de 6 °C, realizando tres métodos para la toma de muestras, tardando en la obtención de cada muestra en menos de 10 minutos, siendo de la siguiente manera:

2.6.2. Obtención de la muestra en campo

a) Superficies vivas

Muestra de manos

Las muestras provenientes de los ordeñadores (manos) se sacaron mediante el método del enjuague, para cada una se utilizaron 100 ml de agua peptonada al 0.1% contenidas en frascos estériles, el contenido fue vertido en una bolsa plástica en el cual el operario introdujo sus manos y las enjuagó durante 1 minuto, el líquido fue transportado en un cooler manteniendo la temperatura no mayor de 4°C - 6°C.

La toma de muestra del lavado de mano se realizó antes de dar inicio al ordeño.

b) Superficies inertes

Muestras de paños

El método usado fue el hisopado, se hisoparon superficies de los paños utilizados para el secado de pezones, con un hisopo humedecido con diluyente se realizó el muestreo

frotando la superficie, cada una en dirección opuesta a la anterior. Se colocó el hisopo al tubo con la solución de agua peptonada al 0.1%, quebrando la parte del hisopo en contacto con los dedos del muestreador siendo eliminada. Los tubos fueron colocados en gradillas dentro de cooler con temperatura no mayor de 4°C - 6°C.

La toma de muestra de los paños se efectuó antes de realizarse el ordeño.

Muestra de baldes

El procedimiento para la toma de muestra se realizó mediante el hisopado (método del hisopado) desde los bordes y superficies internas de los baldes con un hisopo estéril, humedecido con agua peptonada al 0.1%, luego fue sumergida en el tubo con la solución, en el cual se transportó la muestra en gradillas dentro de cooler con temperatura no mayor de 4°C - 6°C.

Este procedimiento de muestreo se realizó en los baldes antes de ser utilizados para la recepción de la leche.

Muestras de bidón

Se tomaron muestras mediante el hisopado de los bordes y de la base del bidón de recepción de leche, subiendo lentamente con ligeras presiones y movimientos de rotación, el hisopo fue humedecido con solución estéril (agua peptonada 0.1%) en una cantidad de 10 ml en un tubo con tapa hermética, se quebró la base del hisopo que estuvo en contacto con los dedos del muestreador. Se colocó en el cooler manejando una temperatura no mayor de 4°C - 6°C.

Este procedimiento de muestreo se realizó antes de recepcionar la leche para ser transportada a la localidad de huamanga.

c) Muestra de leche

Muestra de leche de expendio

Después de realizar todo el proceso de ordeño se obtuvo como producto final la leche bovina, la cual fue recolectada en los baldes de los productores, para luego poder verter en los bidones que serán transportados, esta recolección se dio a partir de las 9.00 am a 10.00 am.

Una vez recolectada toda la leche de los productores, ésta fue transportada a la ciudad de Huamanga, oscilando la temperatura ambiente en la comunidad entre 15°C–18°C.

La duración del viaje desde la comunidad de Manzanayocc a la ciudad de Huamanga osciló entre 2 horas. Una vez arribada la leche a los centros de expendio (aproximadamente a la 1.00 pm), se procedió a realizar el muestreo correspondiente, teniendo una temperatura ambiente en el lugar de obtención de la muestra de 18°C – 23°C. La variación de la temperatura dependió de la estación del año.

Las muestras fueron tomadas directamente del bidón, realizando la homogenización de la leche cruda depositando unos 500 ml a frascos estériles, colocando las muestras en el cooller, posteriormente fueron trasladadas inmediatamente en un tiempo de 10 minutos a los ambientes del laboratorio de Microbiología Veterinaria para poder procesar las muestras.

2.6.3. Procedimiento en laboratorio

Todas las muestras fueron transportadas y trasladadas al Laboratorio de Microbiología de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, donde se realizaron las pruebas respectivas para su evaluación microbiológica, siendo procesadas en un máximo de 12 horas.

a) Preparación del agua peptonada al 0.1%

- Se disolvió 1 gramo de peptona en 1000 ml de agua destilada, distribuyéndolo en frasco con tapa hermética de 500 ml.
- Se llevó a la autoclave para su esterilización a 121°C, 15 lbs de presión por 15 minutos.
- El diluyente obtenido se distribuyó en tubos de ensayo estériles tanto para el muestreo de hisopado (10 ml) y de enjuague (100 ml).

b) Preparación de las diluciones seriadas

- Se vertió 90 ml de solución (agua peptonada al 0.1%) en recipientes de vidrio esterilizados y se le agregó 10 ml de muestra, previa homogenización, obteniendo la solución madre (10^{-1}).

- Seguidamente se procedió a la homogenización de la dilución madre extrayendo 1ml de la muestra y se depositó a un tubo conteniendo 9 ml de agua peptonada obteniendo la dilución (10^{-2}), repitiendo este proceso hasta la obtención de la dilución (10^{-3}) y (10^{-4}), según el tipo de bacteria a analizar.
- En el caso de las muestras obtenidas por el método de enjuague la dilución se efectuó directamente de los 100 ml de muestra obtenida considerándola como la dilución madre (10^{-1}), a partir de ella se realizaron las diluciones seriadas (10^{-3}) y (10^{-4}), para el recuento de las bacterias coliformes totales y mesófilas aerobias.

c) Siembra de las muestras

- Antes de sembrar las muestras las placas Compact Dry se colocaron en una superficie plana y se rotularon cada una con su respectiva identificación (sigla).
- Luego se tomaron las diluciones de la siguiente forma:
Para coliformes totales: dilución 10^{-3} .
Para mesófilos aerobios: dilución 10^{-4} .
- De las diluciones 10^{-3} y 10^{-4} , se tomó 1ml con una micropipeta y se sembró en las placas Compact Dry (EC para coliformes totales y TC para mesófilos aerobios).
- Terminada la inoculación se aseguró que la tapa este esté bien cerrado para evitar alguna contaminación.

d) Incubación

Una vez concluida con la inoculación las placas fueron llevadas a la incubadora poniéndolo de manera inversa, se manejó la temperatura y tiempo de la siguiente manera:

Para coliformes totales: $\pm 37^{\circ}\text{C}$ durante 24 h.

Para mesófilos aerobios: $\pm 37^{\circ}\text{C}$ durante 48 h.

e) Interpretación de los resultados

– Para la interpretación de coliformes totales

Gracias al sustrato enzimático cromogénico que contienen las placas Compact Dry EC (Magenta-Gal y X-Gluc) se puede detectar el crecimiento

de colonias de los coliformes totales y de la *E. coli*, diferenciando sus colonias mediante coloraciones rojizas violáceas para coliformes y coloración azulada para *E. coli*. La suma de ambas colonias da el resultado del total de coliformes (Umppiri, 2022).

Esta característica se da ya que los Coliformes son bacilos gramnegativos que no forman esporas, tienen la capacidad para fermentar lactosa, para así poder generar ácido y / o dióxido de carbono gaseoso. Este proceso se da gracias a la enzima β -galactosidasa que es la encargada de degradar la lactosa. En caso de la *Escherichia coli* presenta la enzima extra llamada β -glucoronidasa, esta placa Compact Dry EC es capaz de detectar ambas enzimas por que presenta los agentes selectivos y presenta dos tipos de sustratos cromogénicos: Magenta-Gal y X-Gluc, es por ello que reaccionan dando coloraciones a las bacterias Coliformes Totales presentando una coloración rojiza, a diferencia de las colonias de *E. coli*, estas presentan la coloración azulada (CompactDry, 2019).

– **Para la interpretación de mesófilos aerobios**

Las placas TC, contienen un indicador rédox (Sal de Tetrazolio), gracias a este componente las colonias bacterias mesófilos crecen con una coloración rojiza (Umppiri, 2022).

Las placas Compact Dry TC presentan un medio no selectivo con indicador redox de 2, 3, 5 - Cloruro de tripenil tetrazolio (TTC), gracias a este indicador es que presentan la coloración roja. Hay presencia de algunos microorganismos que no pueden reducir el TTC para desarrollar color rojo, es por ello que esta placa permite que presente otras coloraciones no exactamente del color rojo (CompactDry, 2019).

f) Cálculo y expresión de resultados

1. Cálculo y expresión de resultados para el control microbiológico con aplicación del método del hisopo

– **Cálculo**

Para superficies regulares: El número de colonias obtenidas se expresaron mediante UFC/cm² y se multiplicaron por el factor de dilución y el volumen de la solución diluyente utilizando en el muestreo

que fue de 10 ml y se dividió entre el área de la superficie hisopada o muestreada (100 cm²).

$$\text{UFC/ml} \times \text{Df} \times \frac{V}{100 \text{ cm}^2}$$

Para superficies irregulares: El número de colonias fueron expresadas en UFC/ml multiplicándolas por el factor de dilución y por el volumen de solución diluyente utilizada en el muestreo (100 ml) y se dividió entre el área de superficie muestreada (100 cm²).

$$\text{UFC/ml} \times \text{Df} \times \frac{V}{100 \text{ cm}^2}$$

– **Expresión de resultados**

Los resultados se expresarán

Para superficies regulares en: UFC / cm².

Para superficies irregulares en: UFC/ superficie muestreada.

Interpretación de resultados de acuerdo a los criterios microbiológicos

Para superficies regulares el límite de detección aceptable debe ser: < 1.

Para superficies irregulares, el límite de detección aceptable debe ser: < 10.

2. Cálculo y expresión de resultados para el control microbiológico con aplicación del método del enjuague

– **Cálculo**

Para superficies vivas: El número de colonias obtenidas (UFC) se multiplicará por el factor de dilución y por el volumen de solución diluyente utilizada en el muestreo (100 ml).

$$\text{UFC/ manos} \times \text{Df} \times V$$

– **Expresión de resultados**

Los resultados se expresan en:

Para superficies vivas: UFC/ manos

Interpretación de resultados de acuerdo a los criterios microbiológicos

El límite de detección del método para superficies vivas es < 100.

De acuerdo al Guía técnica para el análisis microbiológico de superficies en contacto con los alimentos y bebidas. Resolución ministerial N° 461–

2007/MINSA, que establece los límites microbiológicos para evaluar las condiciones higiénicas sanitarias de las superficies vivas e inertes.

3. Cálculo y expresión de resultados para el control microbiológico con aplicación del método de muestra de leche

Para la leche procedente de expendio: Se utilizó la fórmula dispuesta por las placas Compact Dry, expresando los resultados en UFC/ml, el recuento de colonias fue dividido por el volumen inoculado (1ml) multiplicando el resultado por el factor de dilución dispuesta para el recuento de cada bacteria (coliforme y mesófilo).

$$\text{Fórmula general } \frac{UFC}{g} = \frac{A}{V} \times Df$$

Dónde:

A = Recuento promedio de colonias dentro de la misma dilución y muestra.

V = Volumen colocado en placa (en términos de Compact DryTM, 1.0 ml).

Df = Factor de dilución; recíproco de dilución.

2.7. Diseño estadístico

El presente estudio trabajó bajo el diseño no experimental, dentro del tipo de investigación descriptiva, permitiéndonos de esta manera no interferir en los fenómenos observados, recolectando información para su posterior análisis y comparación con las guías técnicas y normativas existentes en el país.

2.8. Análisis estadístico

Se realizó una estadística descriptiva de los datos, ingresando los recuentos en hojas de cálculo de Microsoft ® Excel y estableciéndose medias de los promedios obtenidos con su respectivo valor en escala logarítmica en cada parámetro evaluado.

Dichos resultados de coliformes totales fueron comparados para ver el cumplimiento del límite aceptable de superficies según la Guía Técnica (RM N°461/2007MINSA) y la Norma Técnica Peruana, teniendo en cuenta el tipo de muestra y la época de muestreo.

2.9. Definición de la población y tamaño de muestra

El tipo de muestreo fue por conveniencia (muestreo no probabilístico), ya que se trabajó con muestras representativas de acuerdo a la disponibilidad de las mismas, trabajando con 52 muestras dentro de las cuales se encuentran muestras de superficies: manos (12), paños (12), baldes (12), bidones (8) y leche comercializada (8).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los índices bacterianos fueron calificados según a la “Norma Técnica Peruana” (NTP.202.001.2016) y la “Guía Técnica para el análisis microbiológico de superficies en contacto con los Alimentos y Bebidas” (Resolución Ministerial N° 461–2007/MINSA), que establece los límites microbiológicos para evaluar las condiciones higiénico sanitarias de las superficies vivas e inertes.

La toma de muestras consto en 2 etapas (pre-ordeño y pos-ordeño) fue tomada de la siguiente manera:

Etapas del pre ordeño

Se dio inicio a partir de las 6:00 am con la limpieza de la sala de ordeño, ordenaron y acomodaron los utensilios, luego se llevó al animal al brete, es ahí donde se tomó las muestras para el trabajo como son: el lavado de mano, hisopado de paños, hisopado de baldes.

Posteriormente se realizó el proceso de ordeño iniciando a las 6:15 am, este proceso duro en un tiempo aproximado de 7 a 9 minutos por vaca.

A las 9:00 am llego el carro del acopiador para poder recoger la leche, donde se procedió a tomar las muestras de los bidones mediante la técnica del hisopado, finalizando la toma de muestra en campo.

Se retornó a la ciudad de huamanga a horas de 9:15 am para poder iniciar con el proceso de siembra en el laboratorio de la escuela de Medicina Veterinaria, el viaje duro de 1 hora con 30 minutos aproximadamente.

Para la muestra de leche se esperó que el acopiador recoja la leche de todos los hatos de la comunidad, durando este proceso hasta las 11 am, posterior a ello el acopiador realizó su viaje a la ciudad de Huamanga, durando el transcurso de 2 horas aproximadas, este horario vario según el clima y el estado de la carretera.

El carro del acopiador llegaba a la ciudad de huamanga en un promedio de la 12:30 pm a 12:45 pm, para realizar el comercio a los compradores de la leche es ahí donde se realizó la etapa de pos-ordeño se tomando la muestra del punto de venta y estas fueron llevadas a procesar al laboratorio de manera inmediata. El proceso de la toma de muestra desde inicio hasta el final duro en un tiempo aproximado de 7 horas (Anexo 8).

Obteniendo los siguientes resultados:

3.1. Determinación de la calidad microbiológica de la leche cruda bovina desde el ordeño hasta la comercialización en la comunidad de Manzanayocc ubicado en el distrito de Socos, Ayacucho

En la tabla 3.1 se detalla, los promedios en UFC de mesófilos aerobios y coliformes totales, de acuerdo al análisis de cada superficie que se obtuvo en las muestras de: manos, paños, baldes y bidones antes de aplicar el método de ordeño higiénico, obteniendo solo las muestras de leche en la etapa de comercialización (post ordeño higiénico).

Tabla 3.1

Promedios de la carga microbiológica en superficies en contacto con la leche y de la leche de expendio procedente de la comunidad de Manzanayocc perteneciente al distrito de Socos - Ayacucho, 2021

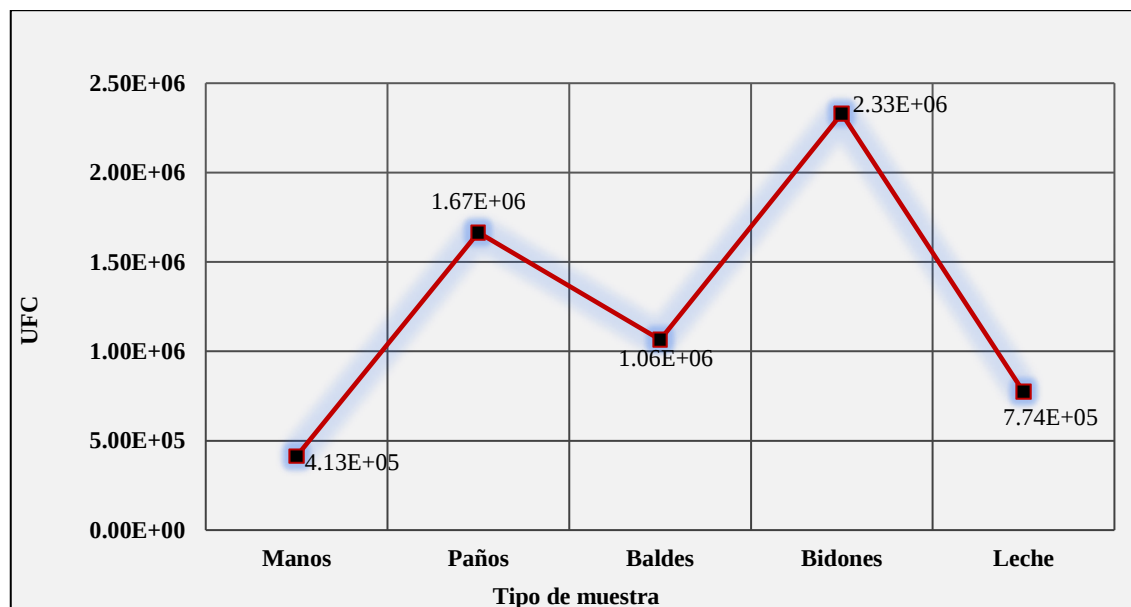
Lugar de muestreo	Muestra analizada	N°	Mesófilos aerobios	Coliformes totales	Desviación estándar	I.C. 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Superficie viva	Manos (UFC/ manos)	12	4.13E+05	5.23E+03	6.26E+03	-4.74E+03	1.52E+04
	Paños (UFC/ cm ²)	12	1.67E+06	5.15E+03	6.93E+03	-2.12E+03	1.24E+04
Superficie inerte	Baldes (UFC/ cm ²)	12	1.06E+06	9.34E+02	1.10E+03	1.50E+01	1.85E+03
	Bidones (UFC/cm ²)	8	2.33E+06	7.03E+03	7.20E+03	3.67E+02	1.37E+04
Leche de expendio	Leche (UFC/ ml)	8	7.74E+05	1.01E+05	1.96E+05	-6.30E+04	2.65E+05
N° Total		52					

En la Tabla 3.1, se evidencian los promedios generales de las cargas bacterianas de los mesófilos aerobios y coliformes totales, mostrando a su vez las medidas de dispersión (desviación estándar) y los límites de confianza de las muestras.

3.1.1. Recuento de bacterias mesófilas aerobias

Figura 3.1

Recuento bacteriano de mesófilos aerobios en superficies en contacto con leche y de la leche comercializada proveniente de la comunidad de Manzanayocc



Nota: Promedio general del recuento bacteriano de mesófilos aerobios obtenidas de las superficies en contacto con leche y de la leche comercializada proveniente de la comunidad de Manzanayocc que pertenece al distrito de Socos.

Para mesófilas aerobias: Los resultados encontrados son superiores en cuanto a la superficie de manos (4.13×10^5 UFC/manos) a lo reportado por Arguello et al. (2020) quienes obtuvieron promedios para las superficies de manos de 6.64×10^4 UFC/manos.

Estos resultados superiores probablemente se deben a una mala higiene del ordeñador ya que no tienen la costumbre de realizar las buenas prácticas de lavado de manos, esto también se ve influenciado por el clima ya que en época lluviosa el frio es muy intenso.

Los mesófilos son microorganismos aerobios que crecen a distintas temperaturas y a tras ser consideradas bacterias patogénicas, son indicadoras de falta de higiene, pues crecen con mayor rapidez en locales en donde hay contaminación. Su presencia en muestras como: manos, equipamientos, alimentos y utensilios, demuestra fallas en la limpieza y sanitización (Seidler et al., 2016).

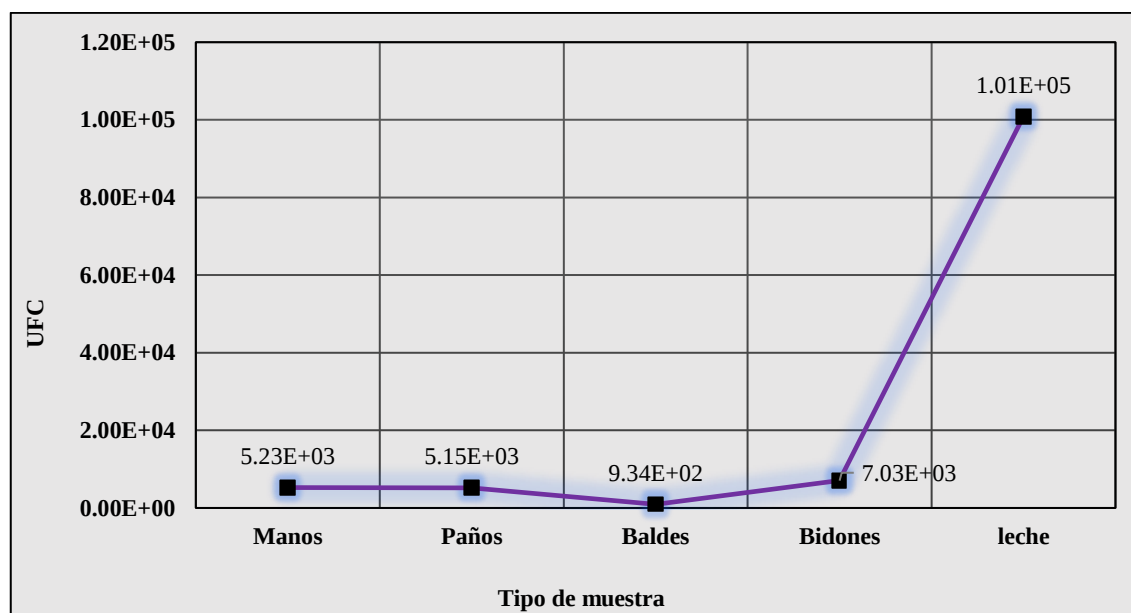
Los elevados recuentos de bacterias mesófilas en las superficies y la leche, puede deberse a una limpieza deficiente del proceso de ordeño y los utensilios para el

almacenamiento de la leche, así como la falta de higiene de los pezones y ubres (Reinemann et al. 2003).

3.1.2. Recuento de bacterias coliformes totales

Figura 3.2

Recuento bacteriano de coliformes totales de las superficies en contacto con leche y de las leches comercializadas provenientes de la comunidad de Manzanayocc



Nota: Promedio general del recuento bacteriano de coliformes totales obtenidas de las superficies en contacto con leche y de la leche comercializada proveniente de la comunidad de Manzanayocc que pertenece al distrito de Socos.

Para coliformes totales: los promedios que presentaron mayor número de UFC en superficies fueron: los bidones con un promedio de $7.03 \times 10^3 \text{ UFC/cm}^2$, seguido por las muestras de manos con $5.23 \times 10^3 \text{ UFC/cm}^2$, los paños mostraron un promedio de contaminación de $5.15 \times 10^3 \text{ UFC/manos}$, obteniendo el menor valor en la muestra de baldes de $9.34 \times 10^2 \text{ UFC/cm}^2$. Mientras que en la etapa de post ordeño la leche comercializada (expendio) halló una media general de coliformes totales de $1.01 \times 10^5 \text{ UFC/ml}$, siendo superior al promedio de las anteriores muestras.

Los resultados encontrados en el trabajo de investigación son inferiores en cuanto a la superficie de manos ($5.23 \times 10^3 \text{ UFC/manos}$) a lo reportado por Alfaro et al. (2014), quienes obtuvieron promedios para las superficies de manos de $4.04 \times 10^4 \text{ UFC/manos}$, siendo superior al promedio establecido por la (RM N° 363-2007/MINSA) donde menciona que el límite microbiológico en superficies vivas en coliformes totales $< 100 \text{ UFC/manos}$.

Para la muestra de leche los resultados obtenidos (1.01×10^5 UFC/ml) son superiores a los reportados por Alfaro et al. (2014), quienes obtuvieron promedios de 2.2×10^3 UFC/ml, siendo superior al promedio establecido por la NTP 202.001:2016 donde menciona que el límite de coliformes totales es de 100 a 1000 UFC/ml. Esto debido probablemente a las malas prácticas de ordeño, mala limpieza de los utensilios (baldes, paños, bidones); también puede estar influenciado por el transporte de la leche.

3.2. Evaluación de la calidad microbiológica desde el ordeño hasta la comercialización de la leche cruda bovina de la comunidad de Manzanayoc ubicada en el distrito de Socos por época del año

Las estaciones del año son un factor importante para el control de la calidad microbiológica al momento del posterior al ordeño, por la variación de temperatura que existe entre: el invierno y el verano, afectando o beneficiando las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche de ganado vacuno (Beltrán, 2016).

En el distrito de Socos la producción de leche se caracteriza por ser muy estacional debido a la variabilidad en las temperaturas ambientales durante el año (época lluviosa y época seca).

Tabla 3.2

Promedio de recuento de mesófilos aerobios y coliformes totales en superficies en contacto con la leche cruda bovina (manos, paños, baldes y bidones) antes del ordeño en dos épocas del año

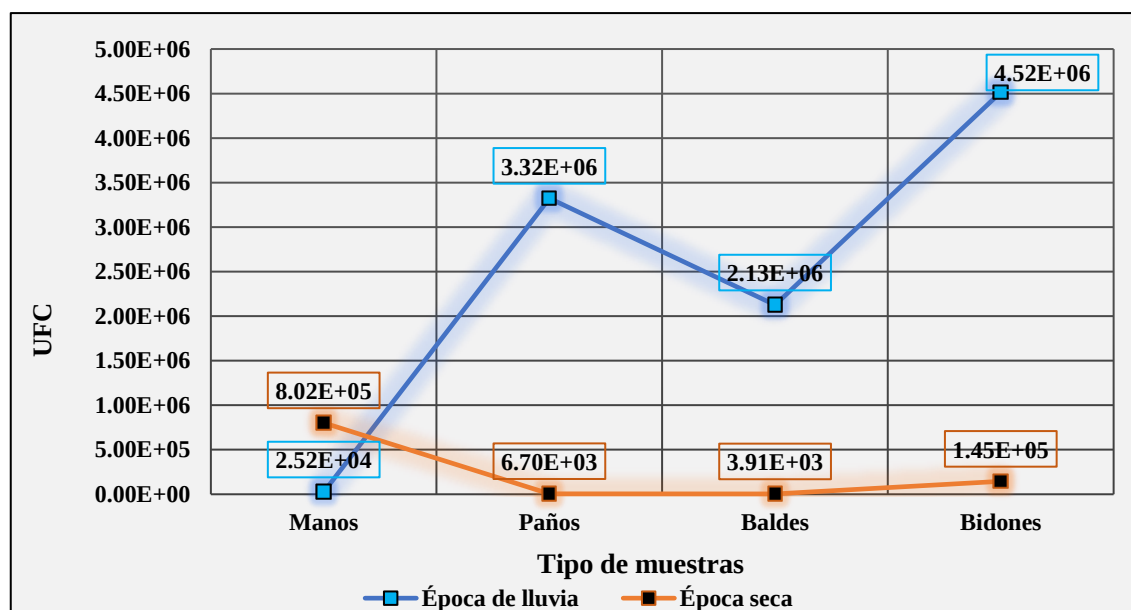
Lugar de muestra	N°	Época de lluvia		Época seca		RM (MINSA)	
		Mesófilos aerobios	Coliformes totales	Mesófilos aerobios	Coliformes totales	N°	461–2007
Superficie viva Manos (UFC/ manos)	12	2.52E+04	1.04E+04	8.02E+05	8.18E+01	1.00E+02	
Superficie inerte Paños (UFC/ cm ²)	12	3.32E+06	1.29E+04	6.70E+03	1.30E+03	1.00E+01	
Baldes (UFC/cm ²)	12	2.13E+06	1.48E+03	3.91E+03	3.93E+02	1.00E+01	
Bidones (UFC/ cm ²)	8	4.52E+06	5.36E+03	1.45E+05	8.29E+03	1.00E+01	
Total	44						

En la Tabla 3.2 se muestra la evaluación microbiológica de las superficies en las 2 épocas (lluviosa y seca) proveniente de la comunidad de Manzanayocc que pertenece al distrito de Socos.

3.2.1. Recuento de mesófilos aerobios

Figura 3.3

Recuento de mesófilos aerobios en superficies vivas e inertes en dos épocas del año provenientes de la comunidad de Manzanayocc



Nota: Recuento de mesófilos aerobios (UFC/cm²) en superficies vivas e inertes en dos épocas del año provenientes de la comunidad de Manzanayocc que pertenece al distrito de Socos.

La Figura 3.3, se muestran los promedios de los recuentos de mesófilos aerobios en la época lluviosa de la siguiente manera: 4.52×10^6 UFC/cm² (bidones), 3.32×10^6 UFC/cm² (pañós), 2.13×10^6 UFC/cm² (balde) y manos 2.52×10^4 UFC/manos respectivamente. Para la época seca los promedios fueron de: 8.02×10^5 UFC/manos (manos), 1.45×10^5 UFC/cm² (bidones), 6.70×10^3 UFC/cm² (pañós) y 3.91×10^3 UFC/cm² (balde).

Para los mesófilos aerobios: Los resultados encontrados en la época lluviosa para las superficies de manos son inferiores (2.52×10^4 UFC/manos) a los reportado por Benítez (2009), quienes obtuvieron promedios de 6.38×10^4 UFC/manos; siendo superiores a los encontrados por Rodríguez (2017) quienes obtuvieron promedios de 1.20×10^4 UFC/manos.

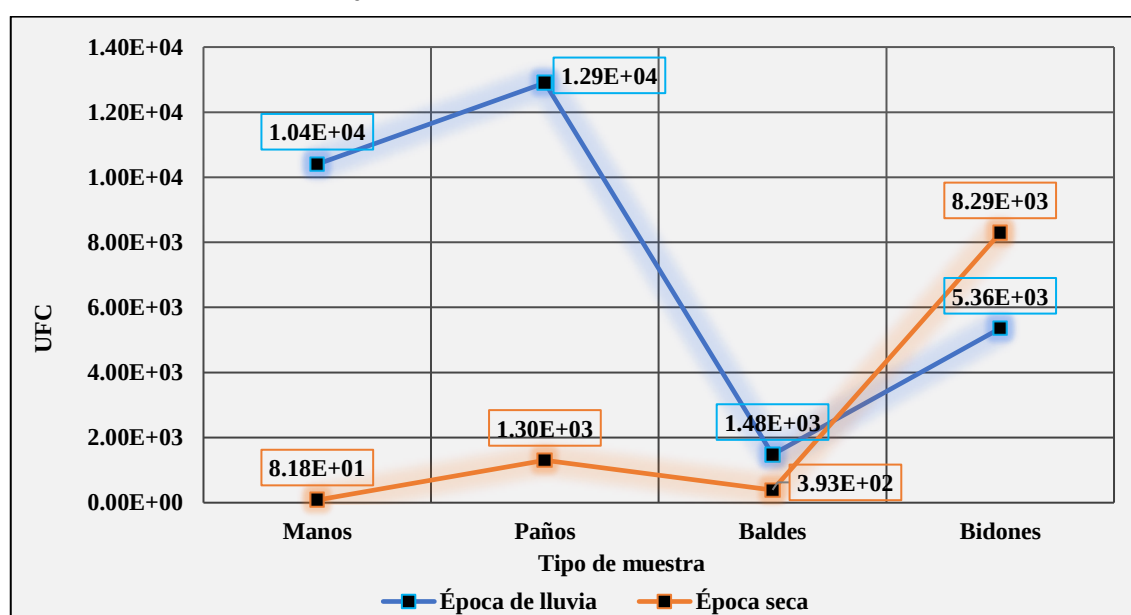
En la obtención de los datos en la época seca para las superficies de manos, resultaron ser inferiores (8.02×10^5 UFC/manos) a los obtenidos por Rodríguez (2017) quienes hallaron promedios de 1.50×10^6 UFC/manos.

Estos resultados elevados en la época seca se producen por una mayor cantidad de polvo en el aire, cuyas partículas se van a adhiriendo a las manos del ordeñador, y esto acompañado de la mala higiene y la poca costumbre de realizar las buenas prácticas de lavado de manos, conlleva a que sea afectado por condiciones externas (estaciones), que de alguna manera incrementarían la multiplicación bacteriana.

3.2.2. Recuento de coliformes totales

Figura 3.4

Recuento de coliformes totales en superficies vivas e inertes en dos épocas del año provenientes de la comunidad de Manzanayocc



Nota: Recuento de coliformes totales (UFC/cm²) en superficies vivas e inertes en dos épocas del año provenientes de la comunidad de Manzanayocc que pertenece al distrito de Socos.

La Figura 3.4, se muestran los promedios de coliformes totales en la estación lluviosa siendo los siguientes: 1.29×10^4 UFC/cm² (pañós), 1.04×10^4 UFC/manos (manos), 5.36×10^3 UFC/cm² (bidones) y 1.48×10^3 UFC/cm² (balde) respectivamente. Para época seca se obtuvieron los promedios de 8.29×10^3 UFC/cm² (bidones), 1.30×10^3 UFC/cm² (pañós), 3.93×10^2 UFC/cm² (baldes) y 8.18×10^1 UFC/manos (manos).

Para coliformes totales: Los resultados obtenidos en época lluviosa son superiores en cuanto a la superficie de manos (1.04×10^4 UFC/manos) reportados por Chávez (2016) con 6.25×10^3 UFC/manos, siendo estas a su vez, superiores a lo reportado por Romero (2015) quien obtuvo (3.12×10^1 UFC/manos), superando a su vez, a los reportados por Chiriboga (2018) quien encontró valores inferiores de 0.1 UFC/manos.

Para las muestras de paños los resultados fueron elevados (1.29×10^4 UFC/cm²) a diferencia de lo reportado por Valera et al. (2020) quien obtuvo valores < 10 UFC/cm² en paños lavados.

Para las muestras de bidones los resultados fueron ligeramente inferiores (5.36×10^3 UFC/cm²) a lo reportado por Chávez (2016) quien obtuvo mayores valores de 6.10×10^3 UFC/cm² en muestra de tanques.

Todos los equipos, superficies de utensilios de ordeño y manos del manipulador, entran en contacto directo con la leche, suciedad o estiércol, los cuales deben ser completamente higienizados y desinfectados antes de un próximo ordeño. Puesto que la limpieza produce la eliminación los residuos de la leche, así como los sólidos orgánicos y minerales que se forman en las superficies después de vaciar la leche. El propósito de la desinfección es eliminar los microorganismos presentes en estas superficies antes del siguiente ordeño. La inadecuada o incorrecta limpieza y/o desinfección, permitiría a las bacterias permanecer en las superficies, crecer y multiplicarse, traduciéndose más adelante en elevados conteos bacterianos presentes en la leche (Dairexnet, 2019).

Según Zamorán (2023), en la época de lluvia se presenta mayor contaminación microbiana, debido al lugar donde se realiza la práctica de ordeño, ya que, al no contar con un lugar adecuado para la extracción de la leche, se expondría a todo el proceso a ser contaminado por la presencia de la lluvia, barro y estiércol, no obstante, esta época es en donde hay alta producción lechera, por ello es imprescindible llevar un control higiénico adecuado. En cambio, en la época seca la contaminación se da mediante el polvo el cual se puede trasportar esporas de microorganismos y otros patógenos, los cuales se desarrollarían rápidamente en la leche por acción del calor, siendo perjudicial para la calidad microbiológica de la leche.

3.2.3. Recuento de coliformes totales y aerobios mesófilos de las muestras de leche comercializadas procedentes de la comunidad de Manzanayocc ubicada en el distrito de Socos en dos épocas del año

Los resultados obtenidos en la evaluación microbiológica de la leche de expendio durante la época seca y lluviosa se muestran en la Tabla 3.3.

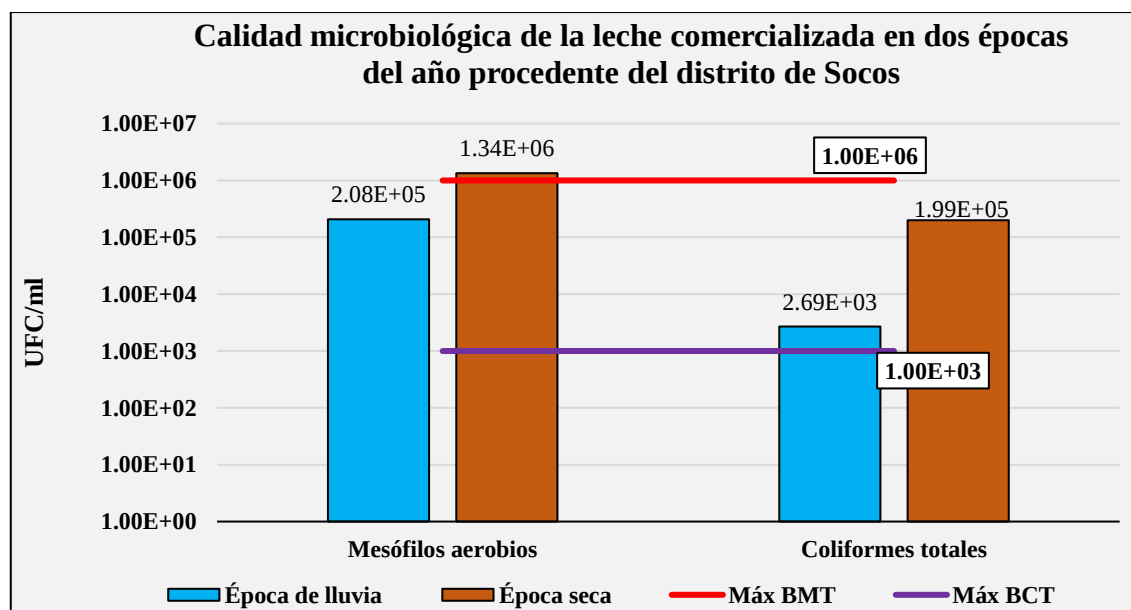
Tabla 3.3

Promedio de la carga bacteriana de la leche cruda bovina del centro de expendio en dos épocas del año procedentes de la localidad de Manzanayocc perteneciente al distrito de Socos

Leche comercializada	N° Estadístico	Época de lluvia	Época seca	NTP 202.001.2016
Coliformes totales (UFC/ ml)	8	2.69E+03	1.99E+05	1.00E+03
Mesófilos aerobios (UFC/ ml)	8	2.08E+05	1.34E+06	1.00E+06
Total	16			

Figura 3.5

Recuento de mesófilos aerobios y coliformes totales (Ufc/cml) de la leche de expendio en dos épocas del año provenientes del distrito de Socos (Manzanayocc)



En la Figura 3.5., se muestra la media del recuento de mesófilos aerobios para la época lluviosa de 2.08×10^5 UFC/ml y para la época seca de 1.34×10^6 UFC/ml; los promedios de los coliformes totales para la época lluviosa fueron de 2.69×10^3 UFC/ml y para la época seca de 1.99×10^5 UFC/ml.

Para mesófilos aerobios: Los resultados hallados en la investigación en la época lluviosa (2.08×10^5 UFC/ml) y época seca (1.34×10^6 UFC/ml) fueron superiores a los reportados por Quispe (2014) en Bolivia, quien obtuvo promedios menores para época lluviosa de 1.3×10^5 UFC/ml y en época seca de 1.1×10^5 UFC/ml.

La media obtenida de la época lluviosa en mi estudio fue de (2.08×10^5 UFC/ml) y comparado con Fora (2015) con 2.06×10^7 UFC/ml; Figueroa (2012) con 1.3×10^6 UFC/ml y Adrianzen et al. (2023) con 1.2×10^6 UFC/ml, nuestros resultados obtenidos fueron inferiores.

En tanto en la época seca el promedio (1.34×10^6 UFC/ml) obtenido fue inferior a los reportado por López y Pérez (2019) en Chiclayo quienes encontraron promedios de 1.58×10^6 UFC/ml y al de Gómez (2022) en Ayacucho con 2.6×10^6 UFC/ml. Superando solo a la media hallada por Acaro (2019) en Piura con 4.75×10^5 UFC/ml, la cual fue inferior.

Para coliformes totales: Los resultados encontrados en la época lluviosa fueron inferiores (2.69×10^3 UFC/ml) a lo reportado por Quispe (2014), quien obtuvo un promedio de 1.6×10^4 UFC/ml; Figueroa (2012) en Huánuco con un promedio de 2.34×10^5 UFC/ml y Fora (2015) en Tacna quien encontró una media de 1.04×10^6 UFC/ml. Solo siendo superior al hallado por Adrianzen et al. (2023) en Ayacucho quienes obtuvieron un promedio de 1.97×10^3 UFC/ml.

Mientras que para la época seca nuestra media hallada fue superior (1.99×10^5 UFC/ml) a lo obtenido por Quispe (2014) con 1.2×10^4 UFC/ml; López y Pérez (2019) en Chiclayo con un promedio de 1.33×10^3 UFC/ml; Acaro (2019) en Piura con 2.78×10^3 UFC/ml y Gómez (2022) en Ayacucho quien encontró una media de 29×10^4 UFC/ml.

Estos promedios se deben a una diferencia en la aplicación de las BPO (Buenas Prácticas de Ordeño) y a la diferencia en el manejo de la cadena láctea, desde el momento de la recepción de la leche hasta su comercialización (consumidor). Evidenciándose un manejo inadecuado en la etapa de espera hasta la recolección y transporte de la leche, puesto que había un prolongado periodo de tiempo, en la cual la leche estaba a temperatura ambiente. Este factor aunado a la contaminación externa provoco un elevado

recuento de bacterias en la leche, el cual es indicativo de una fuerte contaminación durante el ordeño, manipulación y la conservación de la leche (Quispe, 2014). Concordando con Garijo et al. (2001), en su investigación, cuando describe que el origen de la contaminación externa ocurre en el proceso del ordeño, por su exposición al medio ambiente y las deficiencias en la limpieza (del animal, utensilios para el ordeño, limpieza de máquinas, el personal y la calidad del agua), pudiendo transportar patógenos del suelo, del estiércol, restos del alimento, pajas etc.

La leche cruda se contamina fácilmente con coliformes, ya que puede provenir del estiércol, polvo, suelo, alimentos del ganado, agua, insectos (especialmente las moscas) o del contacto con residuos lácteos que quedan en los utensilios de ordeño por mal lavado; donde suelen desarrollarse con gran facilidad, por estas razones, es difícil producir leche cruda libre de este patógeno (Quispe, 2014).

3.3. Evaluación de la calidad bacteriana de la leche cruda bovina proveniente del distrito de Socos según los criterios establecidos por la “Guía Técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies en contacto con Alimentos y Bebidas” R.M.461 – 2007/MINSA y la “Norma Técnica Peruana” NTP 202.001:2016.

El cumplimiento de las muestras de coliformes totales en superficies vivas (manos) e inertes (paños, baldes y bidones) en contacto con la leche y de la leche comercializada procedente del distrito de Socos, en comparación con los criterios establecidos por la Norma Técnica Peruana y R.M.461 – 2007/MINSA, para el análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas.

Tabla 3.4

Cumplimiento de la R.M.461 – 2007/MINSA en muestras de superficies (vivas e inertes)

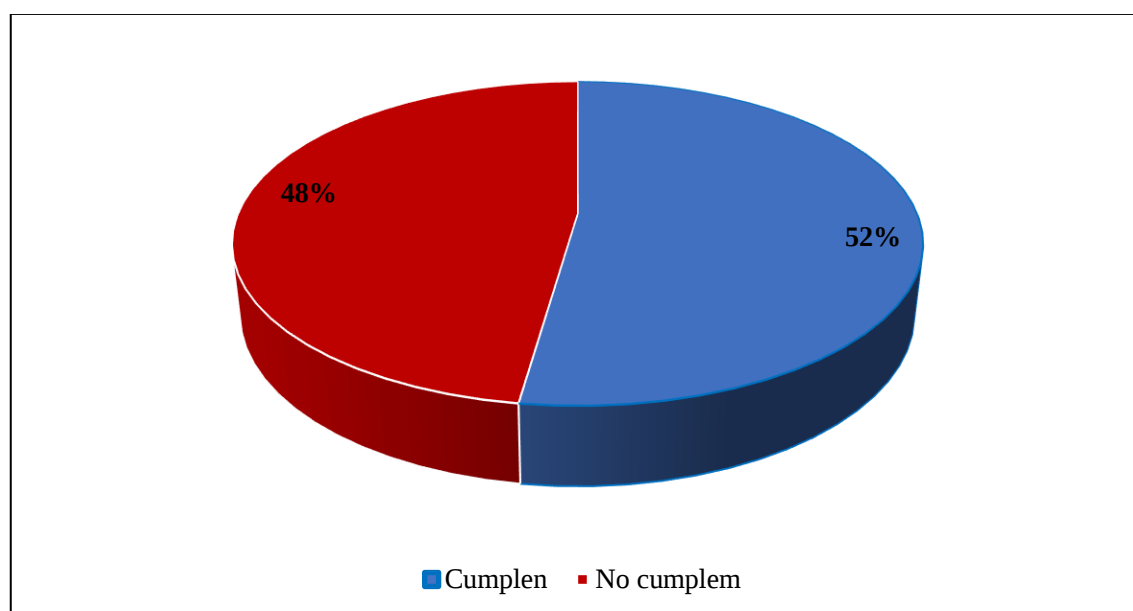
Superficies	N°	Coliformes totales			
		Positivos	%	Negativos	%
Manos	12	3	7%	9	20%
Paños	12	4	9%	8	18%
Baldes	12	7	16%	5	11%
Bidones	8	7	16%	1	2%
Total	44	21	48%	23	52%

En la Tabla 3.4, los valores obtenidos para la presencia de bacterias coliformes totales (BCT) en las superficies vivas (manos) e inertes (paños, baldes y bidones), fue de un 52% que estuvieron dentro de lo dispuesto por la Guía de análisis de superficies, mientras que un 48% no cumplieron con lo establecido.

En el análisis individual de cada muestra se puede observar que las superficies de baldes y bidones presentan el mayor porcentaje de muestras positivas 16%, seguida de la muestra de paños con un 9% y finalizando con la muestra de manos con 6 %.

Figura 3.6

Porcentaje de coliformes totales en superficies (vivas e inertes) en contacto con leche cruda bovina.



Los resultados encontrados en el presente trabajo son inferiores a lo reportado por Alfaro et al. (2014), quien en su investigación encontró el 100 % de muestras positivas a los coliformes totales en leche de expendio, esto se debería a varios factores epidemiológicos que influyen en la calidad microbiológica de la leche como son: la infraestructura inadecuada, la falta de instalación de agua y desagüe, los hábitos higiénicos, el estado de salud de los manipuladores y la falta de cultura higiénica. Puesto que la presencia de este patógeno refleja un pobre manejo higiénico en la rutina de ordeño (limpieza en la piel, pezones, manos y pezoneras) y la exposición de la leche a material fecal (Méndez y Osuna, 2007).

Juárez (2021) menciona la gran importancia la validación de protocolos de limpieza y desinfección de utensilios para el uso de la lechería (porongos), ya que recuentos bacterianos elevados en estos envases plantearían un potencial riesgo de contaminación para la leche. Lo cual es muy importante particularmente para los pequeños productores de nuestra zona de estudio, cuyos utensilios son de ordeña directa a estos recipientes.

Tabla 3.5

Cumplimiento de la NTP 202.001:2016 en muestras de la leche de expendio

Superficies	N°	Coliformes totales			
		Positivos	%	Negativos	%
Leche	8	6	75%	2	25%
Total	8	6		2	

Nota: Resultados de las muestras positivas y negativas de coliformes totales, obtenidas de leche de expendio procedente del distrito de Socos.

En la Tabla 3.5, se evidenció que el 75% de muestras de leche de expendio procedentes del distrito de Socos estuvieron fuera del límite permitido por la Norma Técnica Peruana mientras que solo el 25% cumplieron con lo establecido.

Dichos resultados difieren con los hallados por Gómez (2022) en su investigación sobre la leche de expendio en el distrito de Ayacucho, ya que obtuvo un 61.1% de muestras fuera del rango establecido en cuanto a coliformes totales. Siendo estos resultados superiores a los hallados en nuestro estudio.

Tabla 3.6

Muestras de la leche de expendio y su cumplimiento según la NTP 202.001:2016

Superficies	N°	Mesófilos aerobios			
		Positivos	%	Negativos	%
Leche	8	3	38%	5	63%
Total	8	3		5	

Nota: Los resultados de muestras positivas y negativas de mesófilos aerobios, obtenidas de leche de expendio procedente del distrito de Socos.

En la Tabla 3.6, se evidencio que el 38% de muestras de leche de expendio procedentes del distrito de Socos estuvieron fuera del rango permitido por la Norma Técnica Peruana mientras que solo el 63% cumplieron con lo permitido.

En la presente investigación al cuantificar las unidades formadoras de colonias de microorganismos mesófilos aerobios en la leche comercializada en centros de comercio, procedentes del distrito de Socos, se obtuvo que un 63% de muestras estuvieron dentro de los criterios microbiológicos establecidos, siendo inferiores a los encontrados por Gómez (2022) en su estudio, quien obtuvo un 69.4% fuera de lo permitido.

Vale indicar que la presencia de estos microorganismos pueden ser la causa de la fermentación de la lactosa y la causa de cuadros de mastitis (Méndez y Ozuna, 2007).

Es por ello que las buenas prácticas de ordeño son actividades muy importantes en el manejo de la leche, porque con ello podremos evitar la contaminación cruzada, siendo una ayuda para la mejora de la salud animal y del ordeñador (Burbano, 2018).

El productor de la leche, al ser el primer eslabón de la cadena láctea, debe conocer y aplicar las BPO, puesto que es un requisito higiénico que se aplica durante el proceso de ordeño y manipulación de la leche hasta entregarla al acopiador, con el fin de obtener un producto sano. Por ello es de gran importancia la higiene personal del ordeñador (manos e indumentaria), ya que en las manos se pueden albergar miles de patógenos que llegan a ser vehículos de contaminación para la leche (Caro y Armando, 2020).

Chávez (2016) y Rúa (2022) en sus trabajos de investigación, evidenciaron que una buena implementación y ejecución de las BPO (lavado de manos), genera una reducción significativa de recuentos bacterianos, después de su aplicación. Siendo el aseo del manipulador (ordeñador) y la correcta desinfección de los recipientes que contienen la leche un factor muy importante, porque un descuido generaría superficies contaminadas, debido a la cantidad de sitios de retención de materia orgánica o inorgánica; además pueden generar presencia de biopelículas que después se convertirían en focos de contaminación resistentes a la desinfección.

Por cómo se da el acopio, almacenamiento de la leche y su posterior transporte al punto de comercialización, es de importancia para una óptima calidad. Puesto que los principales factores que influirían en esta etapa de la cadena láctea serían: la temperatura, el tiempo, el nivel de contaminación inicial de la leche, el tipo de bacterias predominantes

y la higienización adecuada de los utensilios a usar en el proceso de ordeño (Cabezón, 2004).

Una deficiencia en este proceso se traduciría en recuentos elevados de bacterias en la leche puesta a la venta.

CONCLUSIONES

1. Se determino la calidad microbiológica de la leche cruda bovina desde el ordeño (superficies en contacto con la leche) hasta la comercialización (leche de expendio) siendo esta deficiente, puesto que se encontró una elevada carga bacteriana de coliformes totales, evidenciándose mayor contaminación en la muestra de los bidones, sobrepasando así los limites permisible de la Guía Técnica (RM N°461-2007/MINSA). Mientras que la muestra de la leche de expendio superó también los criterios microbiológicos de la NTP.202.001.2016 en cuanto al recuento de coliformes totales.
2. Se evaluó la calidad microbiológica en superficies en contacto con la leche por época del año, obteniendo mayores recuentos bacterianos en la época de lluvia, siendo las muestras de paños la superficie más contaminada en cuanto a coliformes totales y las muestras de bidones se obtuvo altos recuentos de mesófilos aerobios. En cuanto a la leche de expendio se evidencio mayor contaminación en la época seca, tanto en el recuento de coliformes totales y mesófilos aerobios superando los rangos establecidos por la normativa nacional.
3. Se encontró que un 52% de las muestras procesadas en superficies vivas e inertes procedentes del distrito de Socos cumplieron con el rango establecido por la Guía Técnica (RM N°461-2007/MINSA) siendo un 48 % de muestras que no cumplieron con lo establecido. Los números de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de bacterias coliformes totales de las muestras de leche de expendio fue de un 75% que superan los límites de los parámetros establecidos por la NTP.202.001.2016. Mientras que en las UFC de mesófilas aerobias el 63% si estuvo dentro de los límites permitidos.

RECOMENDACIONES

- Deben ejecutarse investigaciones para el monitoreo del análisis bacteriológico de la leche bovina en todas las etapas de producción, con la finalidad de hallar los puntos críticos donde existe mayor índice de contaminación. Para posteriormente implementar las Buenas Prácticas de Ordeño y poder ver las diferencias antes de su aplicación.
- Realizar capacitaciones dirigidas a los manipuladores (ordeñadores) respecto a las buenas prácticas de higiene personal, uso de medidas protectoras, mantención de la limpieza, desinfección de los equipos y utensilios a diario cuidando que los desinfectantes y detergentes no contaminen la leche.
- Se recomienda a los productores del distrito de Socos (Manzanayocc) planificar e implementar un proceso higiénico en la producción láctea, para que pueda aplicarse en concordancia con las normas internacionales de Buenas Prácticas de Producción Lechera, que abarque no sólo la fase de ordeño sino también que abarque toda la cadena láctea; para así poder garantizar la inocuidad de la leche en todas sus fases la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ácaro, S. D. (2019). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda que se expande en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú*. (Tesis de pre grado). Universidad Católica Sedes Sapiae de Piura: <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/705>.
- Adrianzen, G.B.; Ruiz, J.A.; Rodríguez, L.A.; Ochoa, D.W. y Ochoa, A.M. (2023). Calidad microbiológica de la leche de vaca expendida en Ayacucho-Peru. *Brazilian Journal of Development* vol. 9, N° 12. p. 4, 6: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/65416/46746>
- Agudelo, D.A. y Bedoya, M.O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 2, N° 1, p. 38-45. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520107>
- Aguhob, S. y Axtell, B. (1998). Procesamiento de lácteos. ITDG, Lima - Perú.
- Alais, C. (2003). Ciencia de la leche: principios de la técnica lechera. (A. Lacasa, Trad.). Barcelona, España: Reverté. (Obra original publicada en 1985).
- Alfaro, M.E.; Hurtarte, A.G. y Valle, R.F. (05 de mayo de 2014). *Implementación de un manual de ordeño higiénico en dos establecimientos lecheros y evaluación de su efectividad mediante análisis microbiológico en el departamento de Sonsonate*. (Tesis de pre grado). Universidad de el Salvador.
- Altamirano, K. (2018). *“Evaluación higiénico sanitaria en el centro de acopio de leche cruda CA.1 ubicado en el Cantón Mocha provincia de Tungurahua”*. (Tesis de pre grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9573/1/56T00834.pdf>
- Arguello, P.; Albuja, A.; Pacurucu, A.R. y Pilamunga, C. (2020). *Calidad microbiológica de la salmuera utilizada en le proceso de elaboración de quesos frescos artesanales en una quesera de Quimiag-Chimborazo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador: <https://ceaa.esPOCH.edu.ec/ojs/index.php/perfiles/article/view/78/47>
- Beltrán, C. (2016). *Evaluación de la calidad sanitaria de la leche cruda en el grupo empresarial el ordeño S.A. para implementar BPPL en las fincas empresarial el ordeño S.A. para implementar BPPL en las fincas*. (Tesis de pre grado).

Universidad Politécnica del Chimborazo: e
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5543/1/17T1401.pdf>.

- Benítez, L. (2009). *Implementación de prácticas higiénicas para el mejoramiento de la calidad microbiológica de la leche saborizada en la planta procesadora de soya instalada en las Malvinas del suburbio de Guayaquí*. (Tesis de pre grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- Burbano, S. (2018). *Proyecto aplicado en la implementación de buenas prácticas de ordeño en ganaderías del Municipio de Vilagarzón, Putumayo*. (Proyecto). Universidad Nacional Abierta y a distancia.
- Cabezas, N. (2019). *Buenas prácticas de ordeño de manufactura (BPM) para el centro de acopio de leche cruda Chuquipogyo*. (Tesis de pre grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador
- Cabezón, P. (2004). *Evaluación de la contaminación bacteriana de la leche en centros de acopio y de algunas medidas de mejoramiento*. (Tesis de pre grado). Universidad de Chile:
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130923/Evaluaci%C3%B3n-de-la-contaminaci%C3%B3n-bacteriana-de-la-leche-en-centros-de-acopio-y-de-%20algunas-medidas-de-mejoramiento.pdf?sequence=1>
- Canches, T. (2017). *Determinación de la carga bacteriológica de leche cruda y la relación que existe entre la calidad sanitaria e higiénica en el distrito de Baños – Huánuco 2017*. (Tesis de post grado). Universidad de Huánuco.
- Cárdenas, C.L. y Murillo, M.G. (2018). *Calidad bacteriológica de la leche cruda en ganaderías de la provincia del Azuay*. (Tesis de pre grado). Universidad de Cuenca, Ecuador: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31455>.
- Caro, P.A. y Tobar, J.A. (2020). Análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos . *Revista Redalyc*, vol. 16, N° 1, p. 16. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.6126>.
- Carrillo, B.; Gonzáles, M. y Molino, L. (2004). Niveles de contaminación microbiológica en equipos de recepción y almacenamiento de leche, en centros de acopio de la provincia de Valdivia. *Agro Sur*, Chile. *Agro Sur* vol. 32, N° 2, p. 45-53.
- Castillo, J.D. y Alvarez, J.A. (2015). *Evaluación composicional y microbiológica de la leche en la finca el Tesoro Verda Santa Lcua municipio de Cabrera Cundinamarca*. (Tesis de pre grado). Universidad de Cundinamarca, Colombia.

- Célis, M. y Juárez, D. (2009). Microbiología de la leche. Seminario de procesos fundamentales físico – químicos y microbiológicos. Especialización y Maestría en medio ambiente. Laboratorio de Química F.R. Bahía Blanca. Universidad Tecnológica Nacional:
http://www.edutecne.utn.edu.ar/sem_fi_qui_micrb_09/microbiologia_leche.pdf
- Chacmana, D. (2014). *Caracterización venotípica del color de pelaje de bovinos criollos en los distritos de Socos y Vinchos - Ayacucho*. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.
- Chávez, K. (2016). *Diseño e implementación de un manual de buenas prácticas de ordeño (BPO) para la hacienda la Rinconada*. (Tesis de pre grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador:
<https://core.ac.uk/download/pdf/234588845.pdf>
- Chiriboga, G. (marzo de 2018). *Evaluación de la calidad microbiológica de la cuajada ácida refrigerada para su uso en la agroindustria láctea*. (Tesis de pre grado). Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- Compact Dry™ (12 de diciembre, 2019). Manual de usuario final. NISSUI PHARMACEUTICAL CO., LTD., Japón., pp. 8. Recuperado de: <http://compact-dry.com/wp-content/uploads/2020/10/CompactDryTM-End-User-Manual.pdf>.
- Dairexnet. (16 de agosto de 2019). Limpieza y desinfección del equipo de ordeño. Cleaning and Sanitizing Milking Equipment: <https://dairy-cattle.extension.org/limpieza-y-desinfeccion-del-equipode-ordeno/#:~:text=La%20limpieza%20se%20hace%20para,superficies%20antes%20del%20siguiente%20orde%C3%B1o>.
- FCV. (2002). Microorganismos de la Leche Cruda. FCV Universidad del Zulia: <http://www.fcv.luz.edu.ve/images/stories/catedras/leche/microbiologia.pdf>
- Figueroa, C.A. (2012). *Calidad higiénica de la leche cruda comercializada en los puestos ambulatorios del distrito de Tacna*. (Tesis de pre grado). Universidad nacional Jorge Basadre Grohman, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1678>.
- Fora, G. (2015). *Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche cruda del ganado vacuno del distrito de sama Inclán – Tacna, 2015*. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1923>.

- Fung, D. (2002). Rapid methods and automation in microbiology. Comprehensive reviews in food science and food safety.
- Fuster, N. (2006). *Importancia del control higiénico de las superficies alimentarias mediante técnicas rápidas y tradicionales para evitar y/o minimizar las contaminaciones cruzadas*. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Barcelona: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5683/nfv1de1.pdf>
- Garijo, R.D.; Nasanovsky. M.A. y Kimmich, R.C. (s.f.). Lechería argentina. 2001.
- Gaviria, B. (2010). Calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda. Buenas Prácticas de Producción Primaria de Leche. Antioquia; p. 115–122. : <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/biogenesis/article/view/328079/>
- Gómez, M. (2022). *Valores residuales de antibióticos y carga bacteriana de leche cruda bovina comercializada en establecimientos de expendio y en comercios ambulatorios del distrito de Ayacucho – 2019*. (Tesis de post grado). Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.
- Granizo, J. (2016). *Presencia de bacterias de los géneros Staphylococcus aureus, erichia coli y Brucella abortus y su perfil de resistencia antimicrobiana en leche cruda bovina procedente de Tunshi y San Andrés*. (Tesis de pre grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Hui, Y. (2003). The FDA's GMP's, HACCP, and the Food Code. Food Plant Sanitation, 1 ed. Hui, Bruinsma, Gorgham, Nip, Tong v Ventresca, New York, pp 31-50.
- Jarama, R. (2011). *Estrés de calor en bovinos lecheros en el Perú*. (Tesina). Universidad Nacional Mayor de San Marcos: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/13669>
- Juárez, J. (2021). *Protocolo de limpieza de porongos y su efecto en la calidad higiénica de la l leche en la Cuenca Central*. (Trabajo de suficiencia profesional). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- López, N.M. y Pérez, N.K.M. (2019). *Numeración de bacterias aerobias mesófilas viables y coliformes en leche cruda acopiada para el programa Vaso de Leche en el distrito de Chiclayo. Mayo – Octubre 2018*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/5014>
- Lluguín, J. (2016). *Análisis microbiológico y resistencia a antibióticos de la leche cruda de bovino comercializada en el mercado San Alfonso de la ciudad de Riobamba*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

- Méndez y Osuna. (2007). *Caracterización de la calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda en algunos sistemas productivos de la región del Alto del Chicamocha departamento de Boyacá*. (Tesis de pre grado). Universidad de la Salle, Bogotá - Colombia: https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/278
- MINSA. (2007). Guía técnica para el análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano [Nota de prensa]. Ministerio de Salud (Resolución Ministerial N°461-2007/MINSA).
- Mizuochi, S. y Kodaka, H. . (2000). Evaluación del método de cultivo en placa con medio de cultivo en lámina seca (Compactdry TC) para determinar el número de bacterias en muestras de alimentos. *National Library of Medicine*, 63(5), 665-7. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-63.5.665>.
- Moreno F.C, Mancera V.M, Ávila L.E, Vargas, M.R. (2007). Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha, Colombia. *Revista Medicina Veterinaria: N° 14*: 61-83.
- Negroni, M. (1999). Microbiología estomatológica. Edit. Panamericana.
- NTP. (02 de marzo de 2016). Leche y Productos Lácteos. Leche cruda Requisitos. Norma Técnica Peruana (NTP 202.001:2016).
- OMS. (9 - 13 de noviembre de 2015). Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias comisión del códex alimentario sobre higiene de los alimentos. Informe de la 47. Reunión.
- PDA. (1998). Points to consider for cleaning validation. Parenteral Drug Association (PDA) .
- Quispe, J. (2014). *Evaluación de la calidad de leche bovina para la época seca y húmeda en el altiplano norte de la provincia Omasuyos del departamento de la Paz*. (Tesis de pre grado). Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
- Ramírez, N. E. (2017). *Comparación de métodos Compact Dry y 3MTM Petrifilm™ con el método estándar INEN ISO 21149:2006 para el recuento de bacterias aerobias mesófilas en una crema cosmética*. (Tesis de pre grado). Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13313/1/T-UCE-0016-016.pdf>.
- Reinemann, D.; Wolters,G.; Billon, P.; Lind, O. y Rasmussen, M. (2003). Review of practices for cleaning and sanitation of lilink machines. International Dairy Federation (IDF/FIL). Bulletin 381. 411.

- Rodríguez, G. (2017). *Detección de microorganismos indicadores de contaminación durante el proceso de elaboración de queso artesanal a partir de leche sin pasteurizar, producido bajo buenas prácticas de manufactura en la región de Cobachi, Sonora*. (Tesis de pre grado). Universidad de Sonora, México: <http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/bitstream/20.500.12984/2262/1/rodriguezlaresguadalupel.pdf>
- Romero, L. (2015). *Evaluación físicoquímica y microbiológica del proceso de elaboración del queso doble crema de una fábrica de lácteos del municipio de Belén (Boyaca)*. (Tesis de pre grado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/1426/TGT-175.pdf;jsessionid=AD482FD01AD4106DCF44552596717427?sequence=2>
- Rúa, M. (2022). *Validación del procedimiento de limpieza y desinfección de superficies vivas e inertes de una empresa de derivados lácteos*. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Ruegg. (2006). Lactación y ordeño de la vaca lechera. Instituto Babcock para la investigación y el desarrollo de la lechería internacional: <http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de/lactation.es.pdf>.
- Salas, D. (2007). *Evaluación de metodologías de control higiénico de superficies alimentarias y adaptación de la PCR en tiempo real como método de control de patógenos*. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Barcelona: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5708/disv1de1.pdf>
- SEDESOL. (2007). Manual de normas de control de calidad de leche cruda. 6ª Revisión. Liconsa. Dirección de producción; 1-28.
- Seidler, F.; Barcelas, T.; De Oliveira, F.; Faria, N.; Correa, G.M. y Pinetti, G. (enero - marzo de 2016). *Evaluación de la higienización de las manos de manipuladores de alimentos del Municipio de Ji-Paraná, Estado de Rondônia, Brasil*. *Rev Pan-Amaz Saude*: http://scielo.iec.gov.br/pdf/rpas/v7n1/es_2176-6223-rpas-7-01-63.pdf
- Umppiri, N. (2022). *Calidad higiénica de la leche cruda bovina en la época de lluvia de la Micro cuenca de Allpacha – Ayacucho*. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.
- Valera, M.J.; WingChing, R. y Uribe, L. (23 de marzo de 2020). *Valoración económica y microbiológica del uso de toallas y paños durante el ordeño*. (Tesis de pre grado). Universidad de Costa Rica.

- Vásquez de Plata, G. (2007). Condiciones higiénico-sanitarias de los servicios de alimentación en instituciones infantiles del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar de Bucaramanga, Colombia. . *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, vol. 17 N° 1, p. 24.
- Vera, J.E. y Vera, R.S. (febrero de 2021). *Evaluación del efecto de las estaciones climáticas en la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche de vaca post ordeño*. (Tesis de pre grado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí
Manuel
Félix
López:
<https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1404/6/TTAI12D.pdf>
- Villacís, A. (2017). “*Evaluación higiénico – sanitaria de la quesera artesanal COD.Q6, ubicada en la parroquia Quimiag, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador*”. (Tesis de pre grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador: <https://core.ac.uk/download/pdf/234591507.pdf>
- Zamorán, D. (10 de marzo de 2023). Manual de procesamiento lácteo. Proyecto de Cooperación de Seguimiento para el Mejoramiento Tecnológico de la Producción Láctea en las Micros y Pequeñas Empresas de los Departamentos de Boaco, Chontales y Matagalpa.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los análisis microbiológicos de las superficies vivas e inertes

Muestra	Época del año	Código de muestra	Bacterias Mesófilas totales	NOM-093-SSA1-1994	Bacterias Coliformes Totales	RMN° 461/2007 MINSA
Manos	Época lluviosa	M1	S.C	< 3.00E+03	S.C	< 1.00E+02
		M2	S.C	< 3.00E+03	S.C	< 1.00E+02
		M3	S.C	< 3.00E+03	S.C	< 1.00E+02
		M4	2.00E+04	< 3.00E+03	7.95E+03	< 1.00E+02
		M5	1.55E+04	< 3.00E+03	S.C	< 1.00E+02
		M6	4.00E+04	< 3.00E+03	1.28E+04	< 1.00E+02
	Época seca	M7	3.50E+03	< 3.00E+03	S.C	< 1.00E+02
		M8	S.C	< 3.00E+03	S.C	< 1.00E+02
		M9	S.C	< 3.00E+03	S.C	< 1.00E+02
		M10	2.10E+03	< 3.00E+03	3.50E+00	< 1.00E+02
		M11	1.70E+03	< 3.00E+03	S.C	< 1.00E+02
		M12	3.20E+06	< 3.00E+03	1.60E+02	< 1.00E+02
Trapo	Época lluviosa	Tp1	S.C	< 2.50E+05	S.C	< 1.00E+01
		Tp2	S.C	< 2.50E+05	S.C	< 1.00E+01
		Tp3	S.C	< 2.50E+05	S.C	< 1.00E+01
		Tp4	6.70E+05	< 2.50E+05	8.00E+03	< 1.00E+01
		Tp5	6.05E+06	< 2.50E+05	1.77E+04	< 1.00E+01
		Tp6	3.25E+06	< 2.50E+05	S.C	< 1.00E+01
	Época seca	Tp7	S.C	< 2.50E+05	2.00E+00	< 1.00E+01
		Tp8	2.00E+04	< 2.50E+05	4.70E+03	< 1.00E+01
		Tp9	S.C	< 2.50E+05	S.C	< 1.00E+01
		Tp10	2.00E+01	< 2.50E+05	S.C	< 1.00E+01
		Tp11	8.00E+01	< 2.50E+05	8.50E+00	< 1.00E+01
		Tp12	S.C	< 2.50E+05	5.00E+02	< 1.00E+01

Resultados de los análisis microbiológicos de las superficies vivas e inertes

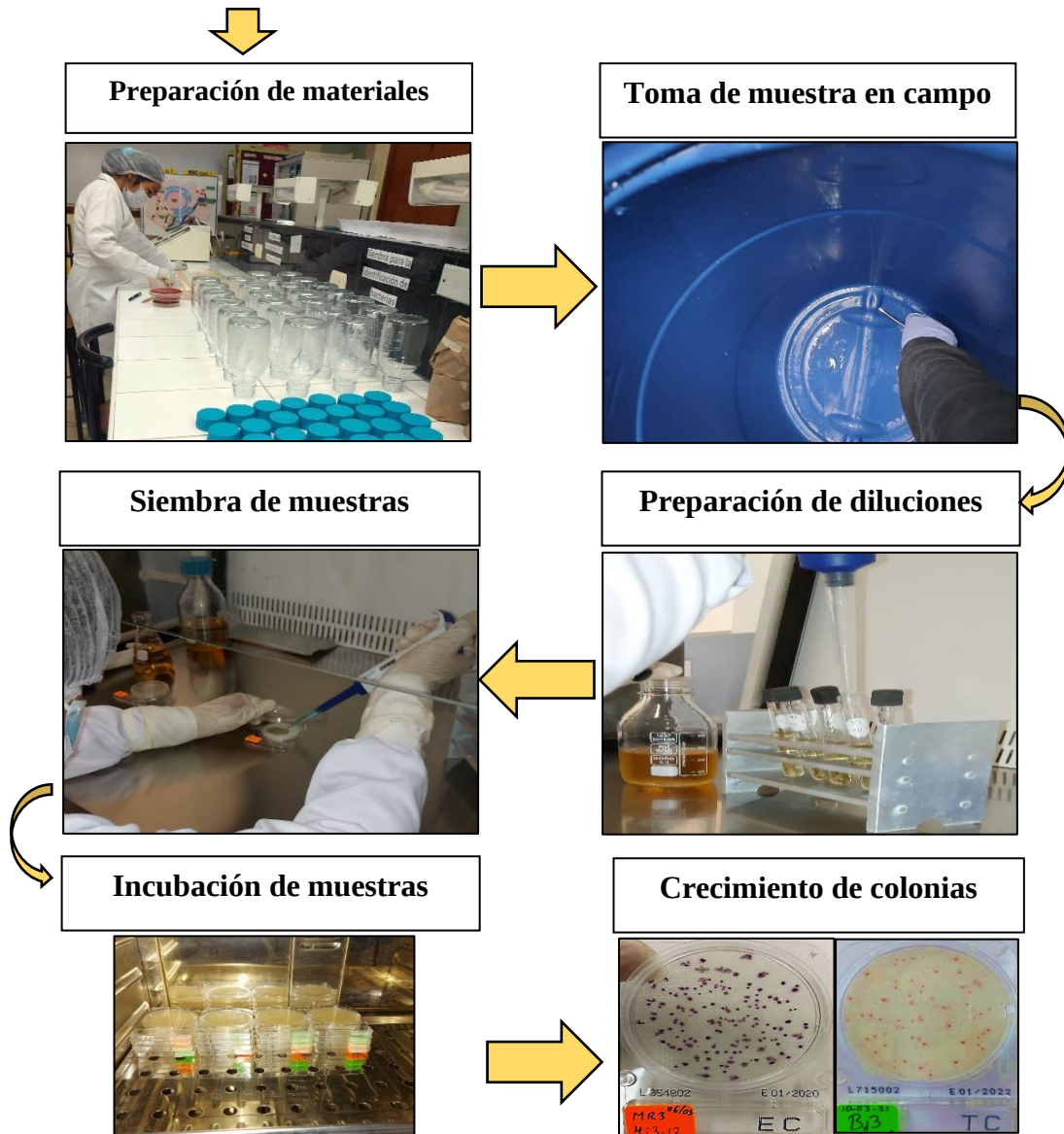
Muestra	Época del año	Código de muestra	Bacterias mesófilas totales	NOM-093-SSA1-1994	Bacterias Coliformes Totales	RMN° 461/2007 MINSA
Balde	Época lluviosa	B1	S.C	< 4.56E+05	S.C	< 1.00E+01
		B2	S.C	< 4.56E+05	S.C	< 1.00E+01
		B3	8.30E+05	< 4.56E+05	3.10E+03	< 1.00E+01
		B4	4.15E+06	< 4.56E+05	1.05E+03	< 1.00E+01
		B5	1.07E+06	< 4.56E+05	1.00E+02	< 1.00E+01
		B6	2.45E+06	< 4.56E+05	1.65E+03	< 1.00E+01
	Época seca	B7	2.30E+03	< 4.56E+05	9.00E+01	< 1.00E+01
		B8	1.00E+02	< 4.56E+05	S.C	< 1.00E+01
		B9	S.C	< 4.56E+05	S.C	< 1.00E+01
		B10	1.66E+04	< 4.56E+05	1.40E+03	< 1.00E+01
		B11	1.10E+02	< 4.56E+05	7.80E+01	< 1.00E+01
		B12	4.30E+02	< 4.56E+05	3.00E+00	< 1.00E+01
Bidón	Época lluviosa	TQ1	1.00E+04	< 7.56E+05	S.C	< 1.00E+00
		TQ2	3.55E+06	< 7.56E+05	4.65E+02	< 1.00E+00
		TQ3	6.55E+06	< 7.56E+05	6.50E+03	< 1.00E+00
		TQ4	7.95E+06	< 7.56E+05	9.10E+03	< 1.00E+00
	Época seca	TQ5	1.14E+04	< 7.56E+05	3.30E+02	< 1.00E+00
		TQ6	2.70E+03	< 7.56E+05	5.20E+02	< 1.00E+00
		TQ7	4.36E+05	< 7.56E+05	1.39E+04	< 1.00E+00
		TQ8	1.30E+05	< 7.56E+05	1.84E+04	< 1.00E+00

Anexo 2. Resultados de los análisis microbiológicos de la leche de expendio

Muestra	Época del año	Código de muestra	Coliformes Totales	NTP.202.00 1.2016	Mesófilos totales	NTP.202.00 1.2016
Leche de expendio	Época lluviosa	Lx1	2.00E+02	1.00E+03	6.00E+04	1.00E+06
		Lx2	1.30E+03	1.00E+03	3.50E+05	1.00E+06
		Lx3	1.00E+02	1.00E+03	1.50E+00	1.00E+06
		Lx4	9.15E+03	1.00E+03	4.20E+05	1.00E+06
	Época seca	Lx5	1.16E+05	1.00E+03	1.90E+06	1.00E+06
		Lx6	1.09E+05	1.00E+03	1.12E+06	1.00E+06
		Lx7	5.70E+05	1.00E+03	2.31E+06	1.00E+06
		Lx8	1.20E+03	1.00E+03	3.00E+04	1.00E+06

Anexo 3. Flujograma para el recuento de bacterias coliformes totales en superficies en contacto con la leche cruda bovina procedentes del distrito de Socos, 2021

Método procedimental para el recuento de mesófilos y coliformes totales en superficies vivas e inertes en contacto con la leche cruda bovina



Anexo 4. Viaje a la comunidad de Manzanayocc perteneciente al distrito de Socos



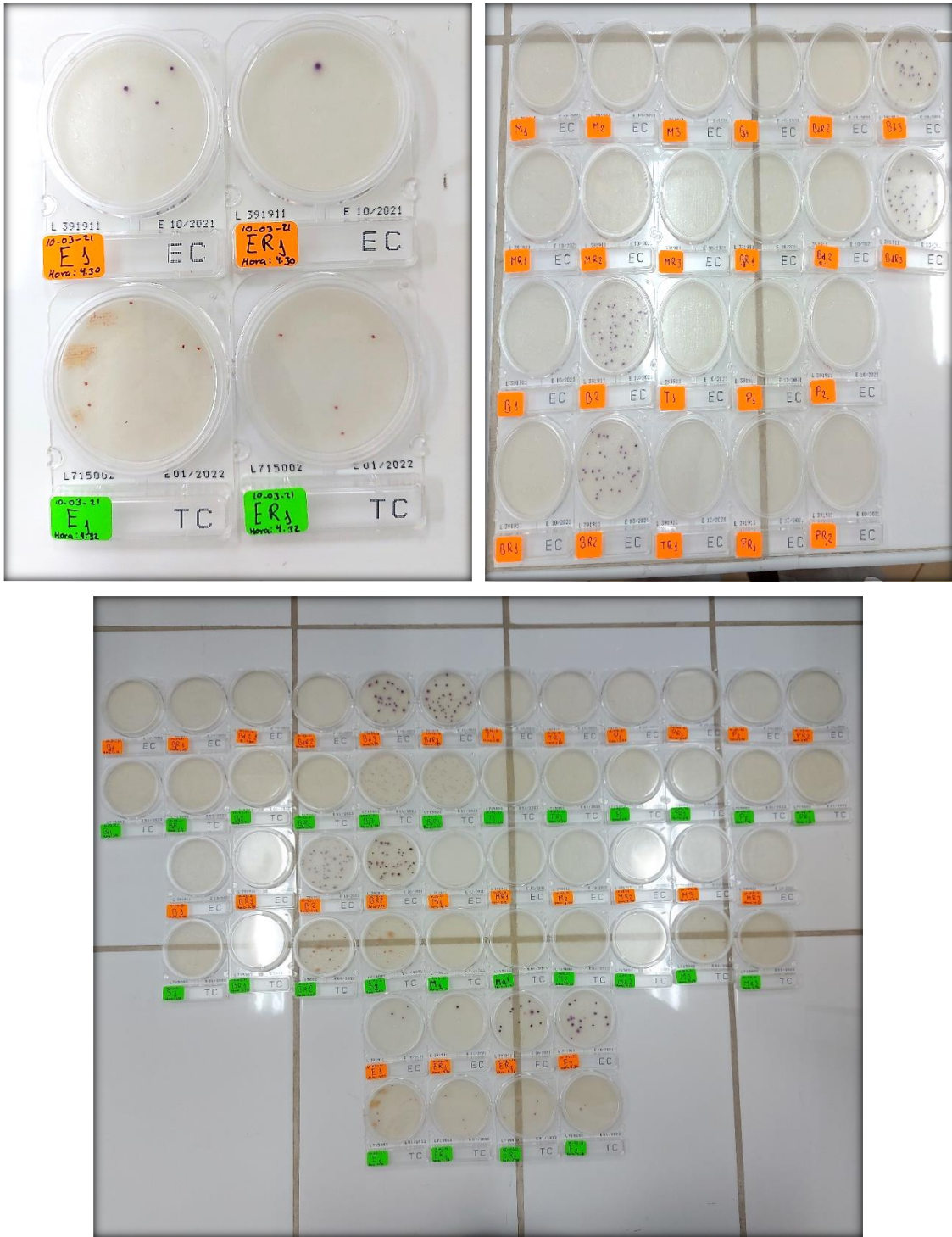
Anexo 5. Toma de muestras



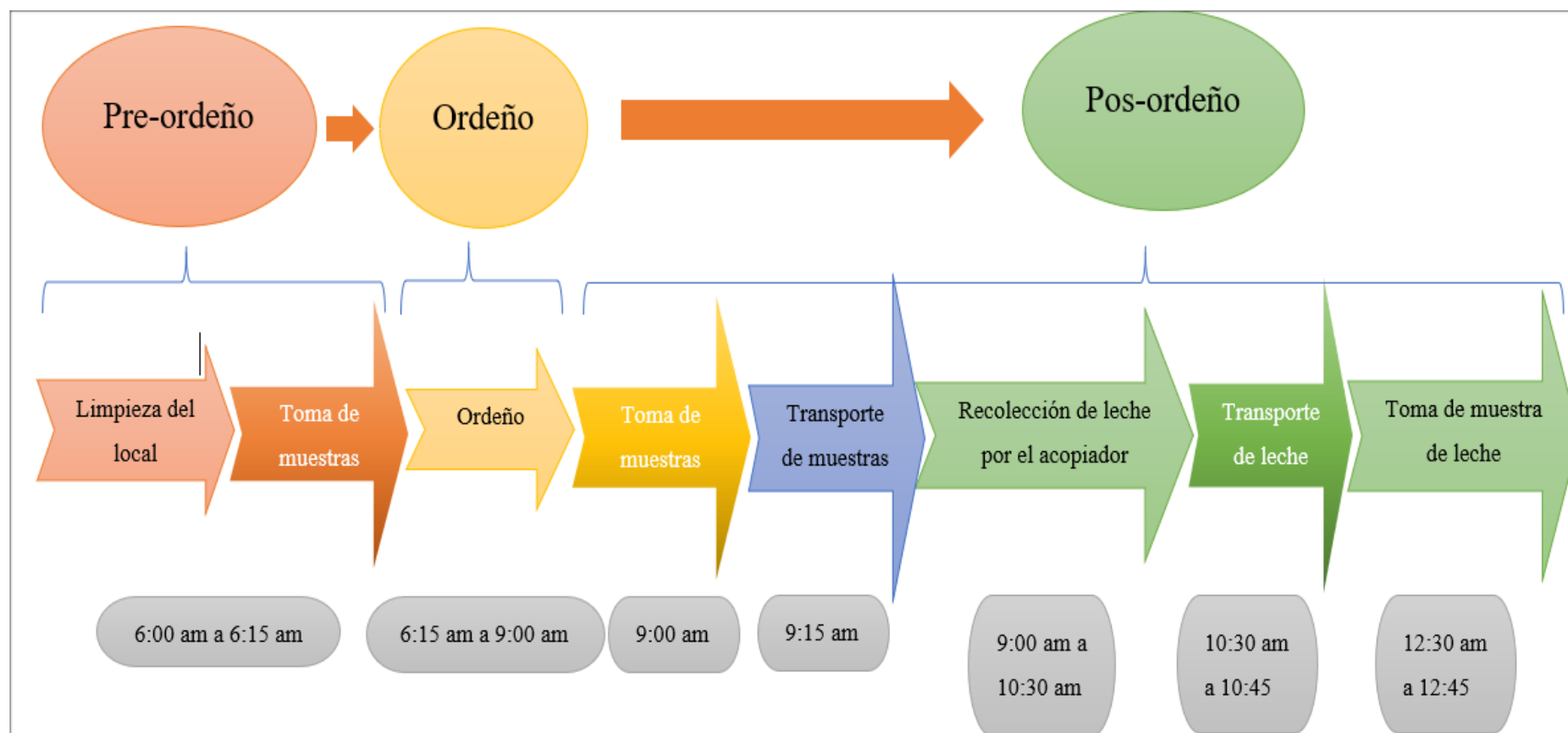
Anexo 6. Siembra de muestras en placas Compact Dry



Anexo 7. Crecimiento de colonias



Anexo 8. Línea de tiempo para la toma de muestras



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. KRIZZYA ALMENDRA CHAVEZ GALARZA
R.D. N° 217-2024-UNSCH-FCA-D

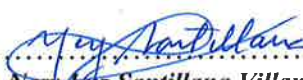
En la ciudad de Ayacucho a los veintinueve días del mes de agosto del año dos mil veinticuatro, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva, Mg. Gloria Betti Adrianzén Facundo como asesora, Dr. Fidel Rodolfo Mujica Lengua y el Ing. Jack Edson Hernández Mavila; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Calidad microbiológica de la leche cruda bovina de diversas muestras representativas en el ordeño y comercialización en el distrito de Socos. Ayacucho - 2021**, para obtener el Título Profesional de Médico Veterinaria presentado por la Bachiller **KRIZZYA ALMENDRA CHAVEZ GALARZA**.

El señor Decano (e), previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva	16	15	16	16
Mg. Gloria Betti Adrianzén Facundo	18	17	18	18
Dr. Fidel Rodolfo Mujica Lengua	17	17	17	17
Ing. Jack Edson Hernández Mavila	15	16	16	16
PROMEDIO GENERAL				17

OBSERVACIONES: Por acuerdo unánime de los miembros del jurado el titulo del trabajo de investigación se debe modificar con: **Calidad microbiológica de la leche cruda bovina desde el ordeño hasta la comercialización en el distrito de Socos. Ayacucho - 2021**

Acto seguido se invita a la sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva
Presidente


.....
Mg. Gloria Betti Adrianzén Facundo
Asesora


.....
Dr. Fidel Rodolfo Mujica Lengua
Jurado


.....
Ing. Jack Edson Hernández Mavila
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Calidad microbiológica de la leche cruda bovina desde el ordeño hasta la comercialización en el distrito de Socos. Ayacucho – 2021

Autor : Krizya Almendra Chavez Galarza
Asesor : Gloria Betti Adrianzen Facundo

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **diecisiete (17 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2460098201

Ayacucho, 20 de setiembre de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

Dr. Yuri Galvez Gastelú
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de investigación y tesis - FCA

Calidad microbiológica de la leche cruda bovina desde el ordeño hasta la comercialización en el distrito de Socos. Ayacucho – 2021

por Krizzya Almendra Chavez Galarza

Fecha de entrega: 20-sep-2024 10:25a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2460098201

Nombre del archivo: 2._TESIS_KRIZZYA_18-09-24.docx (9M)

Total de palabras: 18381

Total de caracteres: 101107

Calidad microbiológica de la leche cruda bovina desde el ordeño hasta la comercialización en el distrito de Socos. Ayacucho – 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	2%
	Trabajo del estudiante	

2	dspace.esPOCH.edu.ec	2%
	Fuente de Internet	

3	ri.ues.edu.sv	1%
	Fuente de Internet	

4	Salas Vázquez, Dora Isela. "Evaluación de metodologías de control higiénico de superficies alimentarias y adaptación de la PCR en tiempo real como método de control de patógenos", Bellaterra : Universitat Autònoma de Barcelona,, 2009	1%
	Fuente de Internet	

5	repositorio.ucss.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

6	ciencia.lasalle.edu.co	1%
	Fuente de Internet	

7	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1 %
8	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
9	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1 %
13	dspace.unicundi.edu.co:8080 Fuente de Internet	1 %
14	repositorio.espam.edu.ec Fuente de Internet	1 %
15	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	www.tdx.cat Fuente de Internet	<1 %
17	sired.udenar.edu.co Fuente de Internet	<1 %
18	fdocumentos.tips Fuente de Internet	<1 %

19	redi.unjbg.edu.pe	<1 %
Fuente de Internet		

20	repositorio.unjbg.edu.pe	<1 %
Fuente de Internet		

21	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca	<1 %
Trabajo del estudiante		

22	repositorio.unp.edu.pe	<1 %
Fuente de Internet		

23	hdl.handle.net	<1 %
Fuente de Internet		

24	arbre-mobieu.eu	<1 %
Fuente de Internet		

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Calidad microbiológica de la leche cruda bovina desde el ordeño hasta la comercialización en el distrito de Socos. Ayacucho – 2021

CHAVEZ GALARZA, Krizzya Almendra;

ADRIANZEN FACUNDO, Gloria Betti

Medicina y Salud Animal, Salud Pública y Microbiología Veterinaria

krizzya.chavez.24@unsch.edu.pe

gloria.adrianzen@unsch.edu.pe

RESUMEN

La calidad de la leche cruda bovina, ya sea destinada como materia prima para consumo directo está sujeto a normas nacionales e internacionales, para verificar si está dentro de los estándares de inocuidad, las cuales se dan únicamente en el momento antes, durante y después del ordeño que permiten mantener la salubridad en toda la cadena láctea. Por tal motivo en este trabajo de investigación el objetivo, fue determinar la calidad microbiológica de la leche bovina en la cadena de ordeño y comercialización de la comunidad de Manzanayocc perteneciente al distrito de Socos en dos épocas del año, utilizando la técnica del recuento rápido de placa Compact Dry (recuento de bacterias coliformes totales y mesófilos aerobios). Se recolectaron 50 muestras de la cadena de ordeño (manos, paños, baldes y bidones) y 02 muestras de leche de expendio, haciendo un total de 52 muestras. De los resultados obtenidos, se evidenció que el 52 % de muestras analizadas cumplieron con los límites microbiológicos establecidos por la NTP.202.001.2016 y la Guía Técnica (RM N° 461 - 2007) y 48 % muestras que no estaban dentro del rango permitido. El promedio general de coliformes totales en las muestras analizadas en superficies fue: 5.23×10^3 UFC/manos (manos), 5.15×10^3 UFC/cm² (pañós), 9.34×10^2 UFC/cm² (baldes), 7.03×10^3 UFC/cm² (bidones) y para leche de expendio fue de 1.01×10^5 UFC/ ml (coliformes totales) y 7.74×10^5 UFC/ ml (mesófilos aerobios). Concluyendo, que en la época de lluvia se presentaron mayores valores superando los valores permitidos en la calidad microbiológica, debido a las malas prácticas de ordeño.

Palabras clave: Leche, calidad microbiológica, superficies

ABSTRACT

The quality of raw bovine milk, whether intended as raw material for direct consumption, is subject to national and international standards to verify if it is within safety standards, which occur only at the time before, during and after milking, that allow maintaining health throughout the dairy chain. For this reason, in this research work the objective was to determine the microbiological quality of bovine milk in the milking and marketing chain of the community of Manzanayocc belonging to the district of Socos at two times of the year, using the rapid plate count technique. Compact Dry (count of total coliform bacteria and aerobic mesophiles). 50 samples of the milking chain (hands, cloths, buckets and drums) and 02 samples of milk from sales were collected, making a total of 52 samples. From the results obtained, it was evident that 52% of samples analyzed complied with the microbiological limits established by NTP.202.001.2016 and the Technical Guide (RM No. 461 - 2007) and 48% samples that were not within the permitted range. The general average of total coliforms in the samples analyzed on surfaces was: 5.23×10^3 CFU/hands (hands), 5.15×10^3 CFU/cm² (cloths), 9.34×10^2 CFU/cm² (buckets), 7.03×10^3 CFU/cm² (drums) and for retail milk it was 1.01×10^5 CFU/ ml (total coliforms) and 7.74×10^5 CFU/ ml (aerobic mesophiles). Concluding, that in the rainy season there were higher values exceeding the allowed values in microbiological quality, due to poor milking practices.

Key words: Milk, microbiological quality, surfaces

INTRODUCCIÓN

La leche cruda es un producto con un alto grado de vulnerabilidad físico, químico y microbiológico donde se tiene que tener en cuenta el animal (glándula mamaria, piel, heces), el establo (mosca, aire, agua) y los utensilios (equipos de ordeño, cubos, filtros, tanques), aplicando las siguientes etapas que forman parte de la cadena de ordeño, recogida, transporte y comercialización de la leche (Cabezas, 2019). Además, numerosos estudios han demostrado que lavarse las manos es el método más eficaz para prevenir la propagación de microorganismos (OMS, 2015). El país cuenta con normativas como la “Norma Técnica Peruana” (NTP.202.001.2016) y la “Guía Técnica de Análisis de Superficies” (R.S.N°461 – 2007/MINSA) que tienen como finalidad contribuir y asegurar la calidad higiénica y sanitaria de los alimentos (leche) destinados al consumo humano, dichas directrices establecen límites microbiológicos para evaluar condiciones higiénico – sanitarias. Los microorganismos patógenos al encontrar mínimas barreras higiénicas pueden reproducirse y colonizar las superficies pudiendo actuar de reservorios, contaminando un ordeño limpio, aumentando así la carga bacteriana. Algunos microorganismos logran sobrevivir incluso al tratamiento de limpieza y desinfección formando así biofilms (Fuster 2006). Las biopelículas son redes de microorganismos que tienen estabilidad, nutrición y protección por lo que es fundamental, comprender la necesidad de adoptar medidas de limpieza más inequívocas en relación con los programas de desinfección. Según Fuster (2006), la utilidad de los métodos de control de la higiene de superficies debe considerarse un eslabón crucial en la identificación de microorganismos tanto inocuos como patógenos. En la región de Ayacucho la mayor población de ganado lechero se cría bajo el sistema de los pequeños productores, al pastoreo y sistemas mixtos (pastoreo - concentrado). El poco conocimiento por parte de los productores acerca de la importancia de las Buenas Prácticas de Ordeño (BPO) en el proceso de la obtención de la leche, genera una limitante de la mejora del producto final comercializado al consumidor. El presente estudio, tuvo como fin verificar la calidad microbiológica de la leche, siendo esto posible a través de un recuento microbiológico de superficies y de la leche de expendio, el cual determinará, si ésta es apta tanto para el consumo humano, así como su distribución y comercialización rigiéndose en relación a las normas técnicas peruanas de la leche, para así poder generar un producto sano y de buena calidad.

METODOLOGÍA

Ubicación

El estudio se realizó en la Comunidad de Manzanayocc, ubicada en el distrito de Socos, perteneciente a la provincia de Huamanga, región de Ayacucho.

Tabla 1

Delimitación geográfica de la comunidad del distrito de Socos

Unidad	Distrito	Latitud	Longitud
Manzanayocc	Socos	-13.354019	-74.282017

Método procedimental

Las muestras que constituyeron las unidades experimentales de este estudio fueron provenientes de: muestras de las manos de los ordeñadores (12), muestras de paños usados antes del ordeño (12), muestras de los baldes antes del ordeño (12), muestras de bidones de acopio (8) y muestras de leche destinadas al expendio (8). Para un total de 52 muestras, siendo procesadas por duplicado. La recolección de estas muestras se dio en la comunidad de Manzanayocc perteneciente al distrito de Socos, durante 4 meses en dos épocas del año: época lluviosa (febrero - marzo) y época seca (agosto - setiembre). Una vez obtenida las muestras se llevaron a analizar al laboratorio preparando la dilución madre para que a partir de ella salgan las siguientes diluciones seriadas para coliformes totales: dilución 10^{-3} y para mesófilos aerobios: dilución 10^{-4} ; después realizar la siembra en las placas Compact DRY las placas fueron llevadas a la incubadora poniéndolo de manera inversa, se manejó la temperatura y tiempo de la siguiente manera: para coliformes totales: $\pm 37^{\circ}\text{C}$ durante 24 h. y para mesófilos aerobios: $\pm 37^{\circ}\text{C}$ durante 48 h.

Análisis de datos

Se realizó una estadística descriptiva de los datos, ingresando los recuentos en hojas de cálculo de Microsoft® Excel y estableciéndose medias de los promedios obtenidos con su respectivo valor en escala logarítmica en cada parámetro evaluado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los índices bacterianos fueron calificados según a la “Norma Técnica Peruana” (NTP.202.001.2016) y la “Guía Técnica para el análisis microbiológico de superficies en contacto con los Alimentos y Bebidas” (Resolución Ministerial N° 461–2007/MINSA), que establece los límites microbiológicos para evaluar las condiciones higiénico sanitarias de las superficies vivas e inertes.

Obteniendo los siguientes resultados:

Determinación de la calidad microbiológica de la leche cruda bovina desde el ordeño hasta la comercialización en la comunidad de Manzanayocc ubicado en el distrito de Socos, Ayacucho.

En la tabla 1. se detalla, los promedios en UFC de mesófilos aerobios y coliformes totales, de acuerdo al análisis de cada superficie que se obtuvo en las muestras de: manos, paños, baldes y bidones antes de aplicar el método de ordeño higiénico, obteniendo solo las muestras de leche en la etapa de comercialización (post ordeño higiénico).

Tabla 1

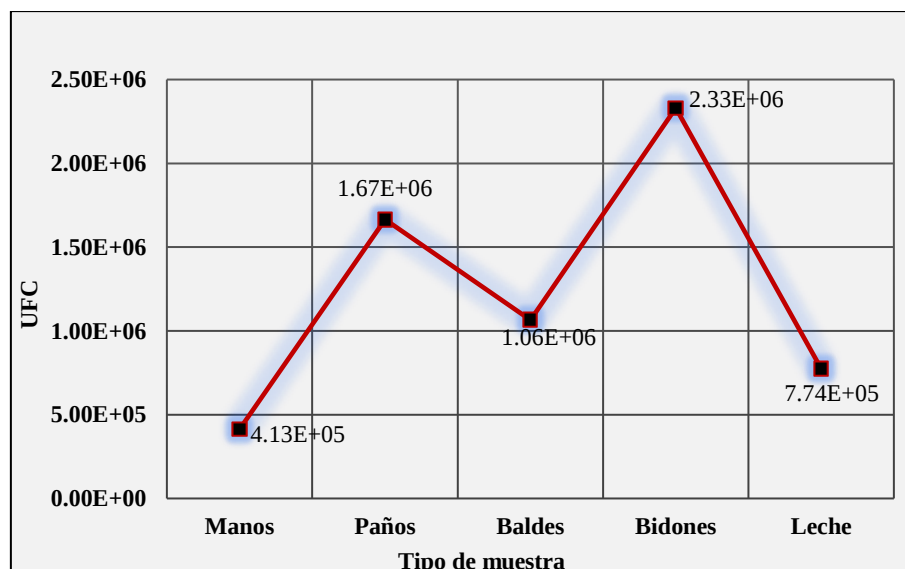
Promedios de la carga microbiológica en superficies en contacto con la leche y de la leche de expendio procedente de la comunidad de Manzanayocc perteneciente al distrito de Socos - Ayacucho, 2021

Lugar de muestreo	Muestra analizada	N°	Mesófilos aerobios	Coliformes totales	Desviación estándar	I.C. 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Superficie viva	Manos (UFC/ manos)	12	4.13E+05	5.23E+03	6.26E+03	-4.74E+03	1.52E+04
Superficie inerte	Paños (UFC/ cm ²)	12	1.67E+06	5.15E+03	6.93E+03	-2.12E+03	1.24E+04
	Baldes (UFC/ cm ²)	12	1.06E+06	9.34E+02	1.10E+03	1.50E+01	1.85E+03
	Bidones (UFC/cm ²)	8	2.33E+06	7.03E+03	7.20E+03	3.67E+02	1.37E+04
Leche de expendio	Leche (UFC/ ml)	8	7.74E+05	1.01E+05	1.96E+05	-6.30E+04	2.65E+05
N° Total		52					

Recuento de bacterias mesófilas aerobias

Figura 1

Recuento bacteriano de mesófilos aerobios en superficies en contacto con leche y de la leche comercializada proveniente de la comunidad de Manzanayocc

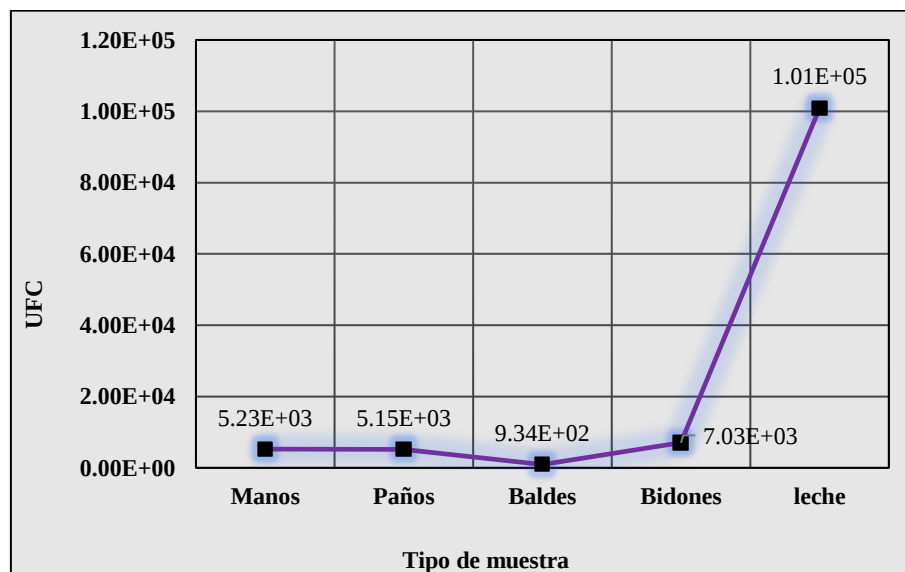


Para mesófilos aerobios: Los resultados encontrados son superiores en cuanto a la superficie de manos (4.13×10^5 UFC/manos) a lo reportado por Arguello et al. (2020) quienes obtuvieron promedios para las superficies de manos de 6.64×10^4 UFC/manos. Estos resultados superiores probablemente se deben a una mala higiene del ordeñador ya que no tienen la costumbre de realizar las buenas prácticas de lavado de manos, esto también se ve influenciado por el clima ya que en época lluviosa el frío es muy intenso. Los mesófilos son microorganismos aerobios que crecen a distintas temperaturas y a tras ser consideradas bacterias patógenas, son indicadoras de falta de higiene, pues crecen con mayor rapidez en locales en donde hay contaminación. Su presencia en muestras como: manos, equipamientos, alimentos y utensilios, demuestra fallas en la limpieza y sanitización (Seidler et al., 2016). Los elevados recuentos de bacterias mesófilas en las superficies y la leche, puede deberse a una limpieza deficiente del proceso de ordeño y los utensilios para el almacenamiento de la leche, así como la falta de higiene de los pezones y ubres (Reinemann et al. 2003).

Recuento de bacterias coliformes totales

Figura 2

Recuento bacteriano de coliformes totales de las superficies en contacto con leche y de las leches comercializadas provenientes de la comunidad de Manzanayocc.



Para coliformes totales: Los resultados encontrados en el trabajo de investigación son inferiores en cuanto a la superficie de manos (5.23×10^3 UFC/manos) a lo reportado por Alfaro et al. (2014), quienes obtuvieron promedios para las superficies de manos de 4.04×10^4 UFC/manos, siendo superior al promedio establecido por la (RM N° 363-2007/MINSA) donde menciona que el límite microbiológico en superficies vivas en coliformes totales < 100 UFC/ manos.

Para la muestra de leche los resultados obtenidos (1.01×10^5 UFC/ml) son superiores a los reportados por Alfaro et al. (2014), quienes obtuvieron promedios de 2.2×10^3 UFC/ml, siendo superior al promedio establecido por la NTP 202.001:2016 donde menciona que el límite de coliformes totales es de 100 a 1000 UFC/ml. Esto debido probablemente a las malas prácticas de ordeño, mala limpieza de los utensilios (baldes, paños, bidones); también puede estar influenciado por el transporte de la leche.

Evaluación de la calidad microbiológica desde el ordeño hasta la comercialización de la leche cruda bovina de la comunidad de Manzanayocc ubicada en el distrito de Socos por época del año

Tabla 2

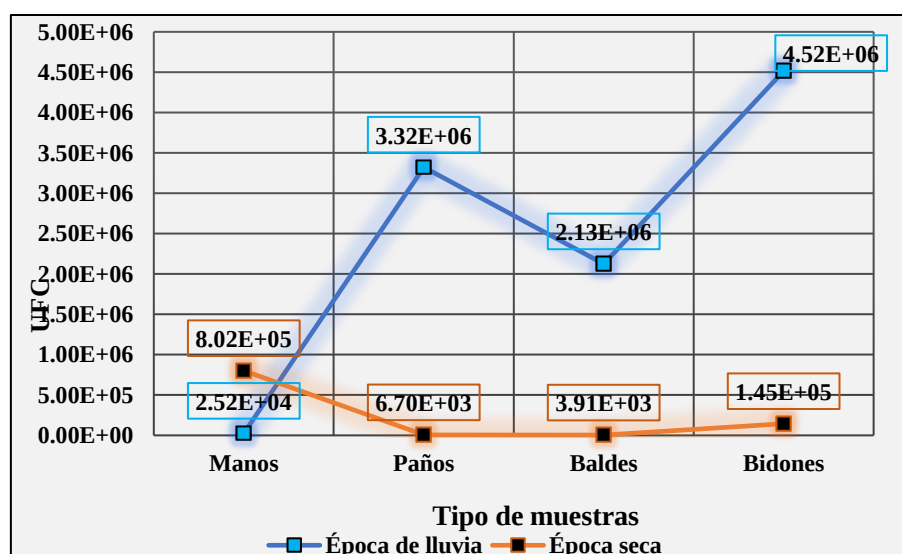
Promedio de recuento de mesófilos aerobios y coliformes totales en superficies en contacto con la leche cruda bovina (manos, paños, baldes y bidones) antes del ordeño en dos épocas del año

Lugar de muestra		N°	Época de lluvia		Época seca		RM (MINSA) N° 461–2007
			Mesófilos aerobios	Coliformes totales	Mesófilos aerobios	Coliformes totales	
Superficie viva	Manos (UFC/manos)	12	2.52E+04	1.04E+04	8.02E+05	8.18E+01	1.00E+02
Superficie inerte	Paños (UFC/ cm ²)	12	3.32E+06	1.29E+04	6.70E+03	1.30E+03	1.00E+01
	Baldes (UFC/cm ²)	12	2.13E+06	1.48E+03	3.91E+03	3.93E+02	1.00E+01
	Bidones (UFC/ cm ²)	8	4.52E+06	5.36E+03	1.45E+05	8.29E+03	1.00E+01
	Total	44					

Recuento de mesófilos aerobios

Figura 3

Recuento de mesófilos aerobios en superficies vivas e inertes en dos épocas del año provenientes de la comunidad de Manzanayocc.

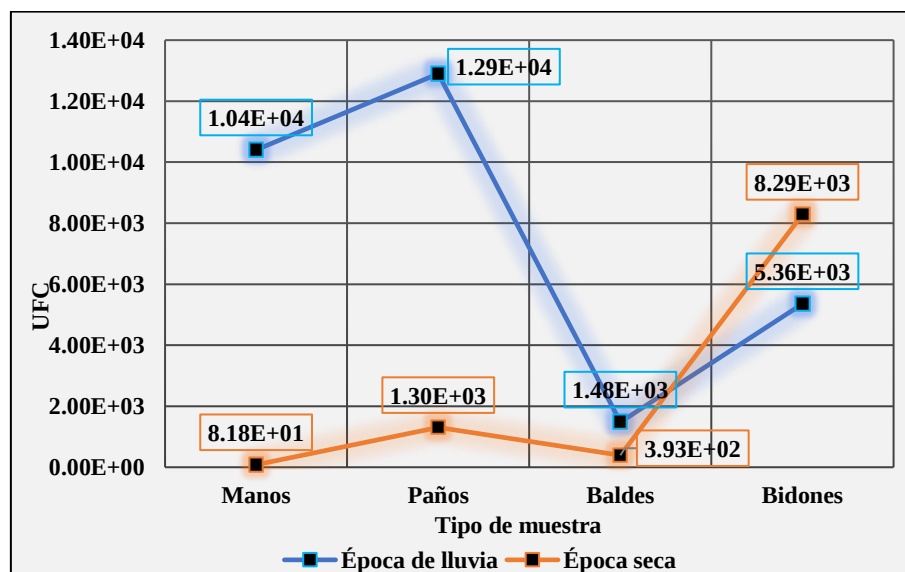


Para los mesófilos aerobios: Los resultados encontrados en la época lluviosa para las superficies de manos son inferiores (2.52×10^4 UFC/manos) a los reportado por Benítez (2009), quienes obtuvieron promedios de 6.38×10^4 UFC/manos; siendo superiores a los encontrados por Rodríguez (2017) quienes obtuvieron promedios de 1.20×10^4 UFC/manos. En la obtención de los datos en la época seca para las superficies de manos, resultaron ser inferiores (8.02×10^5 UFC/manos) a los obtenidos por Rodríguez (2017) quienes hallaron promedios de 1.50×10^6 UFC/manos. Estos resultados elevados en la época seca se producen por una mayor cantidad de polvo en el aire, cuyas partículas se van a adhiriendo a las manos del ordeñador, y esto acompañado de la mala higiene y la poca costumbre de realizar las buenas prácticas de lavado de manos, conlleva a que sea afectado por condiciones externas (estaciones), que de alguna manera incrementarían la multiplicación bacteriana.

Recuento de coliformes totales

Figura 4

Recuento de coliformes totales en superficies vivas e inertes en dos épocas del año provenientes de la comunidad de Manzanayocc.



Para coliformes totales: Los resultados obtenidos en época lluviosa son superiores en cuanto a la superficie de manos (1.04×10^4 UFC/manos) reportados por Chávez (2016) con 6.25×10^3 UFC/manos, siendo estas a su vez, superiores a lo reportado por Romero (2015) quien obtuvo (3.12×10^1 UFC/manos), superando a su vez, a los reportados por Chiriboga (2018) quien encontró valores inferiores de 0.1 UFC/manos. Para las muestras de paños los resultados fueron elevados (1.29×10^4 UFC/cm²) a diferencia de lo reportado por Valera et al. (2020) quien obtuvo valores < 10 UFC/cm² en paños lavados. Para las muestras de

bidones los resultados fueron ligeramente inferiores ($5.36 \times 10^3 \text{UFC/cm}^2$) a lo reportado por Chávez (2016) quien obtuvo mayores valores de $6.10 \times 10^3 \text{UFC/cm}^2$ en muestra de tanques. Todos los equipos, superficies de utensilios de ordeño y manos del manipulador, entran en contacto directo con la leche, suciedad o estiércol, los cuales deben ser completamente higienizados y desinfectados antes de un próximo ordeño. Puesto que la limpieza produce la eliminación los residuos de la leche, así como los sólidos orgánicos y minerales que se forman en las superficies después de vaciar la leche. El propósito de la desinfección es eliminar los microorganismos presentes en estas superficies antes del siguiente ordeño. La inadecuada o incorrecta limpieza y/o desinfección, permitiría a las bacterias permanecer en las superficies, crecer y multiplicarse, traduciéndose más adelante en elevados conteos bacterianos presentes en la leche (Dairexnet, 2019). Según Zamorán (2023), en la época de lluvia se presenta mayor contaminación microbiana, debido al lugar donde se realiza la práctica de ordeño, ya que, al no contar con un lugar adecuado para la extracción de la leche, se expondría a todo el proceso a ser contaminado por la presencia de la lluvia, barro y estiércol, no obstante, esta época es en donde hay alta producción lechera, por ello es imprescindible llevar un control higiénico adecuado. En cambio, en la época seca la contaminación se da mediante el polvo el cual se puede transportar esporas de microorganismos y otros patógenos, los cuales se desarrollarían rápidamente en la leche por acción del calor, siendo perjudicial para la calidad microbiológica de la leche.

Recuento de coliformes totales y aerobios mesófilos de las muestras de leche comercializadas procedentes de la comunidad de Manzanayocc ubicada en el distrito de Socos en dos épocas del año

En la tabla 3 se muestra los resultados obtenidos en la evaluación microbiológica de la leche de expendio durante la época seca y lluviosa.

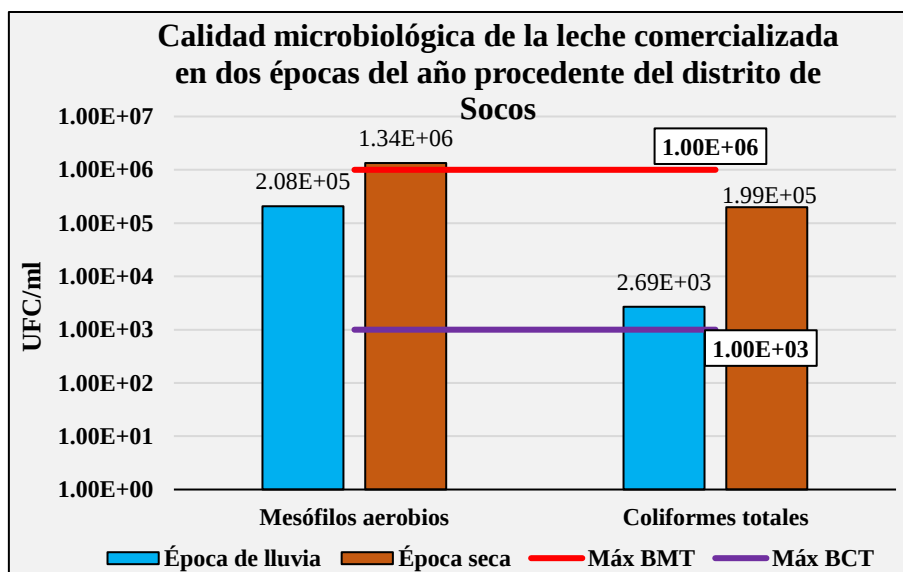
Tabla 3

Promedio de la carga bacteriana de la leche cruda bovina del centro de expendio en dos épocas del año procedentes de la localidad de Manzanayocc perteneciente al distrito de Socos

Leche comercializada	N° Estadístico	Época de lluvia	Época seca	NTP 202.001.2016
Coliformes totales (UFC/ ml)	8	2.69E+03	1.99E+05	1.00E+03
Mesófilos aerobios (UFC/ ml)	8	2.08E+05	1.34E+06	1.00E+06
Total	16			

Figura 5

Recuento de mesófilos aerobios y coliformes totales (Ufc/cml) de la leche de expendio en dos épocas del año provenientes del distrito de Socos (Manzanayocc)



Para mesófilos aerobios: Los resultados hallados en la investigación en la época lluviosa (2.08×10^5 UFC/ml) y época seca (1.34×10^6 UFC/ml) fueron superiores a los reportados por Quispe (2014) en Bolivia, quien obtuvo promedios menores para época lluviosa de 1.3×10^5 UFC/ml y en época seca de 1.1×10^5 UFC/ml. La media obtenida de la época lluviosa en mi estudio fue de (2.08×10^5 UFC/ml) y comparado con Fora (2015) con 2.06×10^7 UFC/ml; Figueroa (2012) con 1.3×10^6 UFC/ml y Adrianzen et al. (2023) con 1.2×10^6 UFC/ml, nuestros resultados obtenidos fueron inferiores. En tanto en la época seca el promedio (1.34×10^6 UFC/ml) obtenido fue inferior a los reportado por López y Pérez (2019) en Chiclayo quienes encontraron promedios de 1.58×10^6 UFC/ml y al de Gómez (2022) en Ayacucho con 2.6×10^6 UFC/ml. Superando solo a la media hallada por Acaro (2019) en Piura con 4.75×10^5 UFC/ml, la cual fue inferior.

Para coliformes totales: Los resultados encontrados en la época lluviosa fueron inferiores (2.69×10^3 UFC/ml) a lo reportado por Quispe (2014), quien obtuvo un promedio de 1.6×10^4 UFC/ml; Figueroa (2012) en Huánuco con un promedio de 2.34×10^5 UFC/ml y Fora (2015) en Tacna quien encontró una media de 1.04×10^6 UFC/ml. Solo siendo superior al hallado por Adrianzen et al. (2023) en Ayacucho quienes obtuvieron un promedio de 1.97×10^3 UFC/ml. Mientras que para la época seca nuestra media hallada fue superior (1.99×10^5 UFC/ml) a lo obtenido por Quispe (2014) con 1.2×10^4 UFC/ml; López y Pérez (2019) en Chiclayo con un promedio de 1.33×10^3 UFC/ml; Acaro (2019) en Piura con 2.78×10^3 UFC/ml y Gómez (2022) en Ayacucho quien encontró una media de 29×10^4 UFC/ml.

Estos promedios se deben a una diferencia en la aplicación de las BPO (Buenas Prácticas de Ordeño) y a la diferencia en el manejo de la cadena láctea, desde el momento de la recepción de la leche hasta su comercialización (consumidor). Evidenciándose un manejo inadecuado en la etapa de espera hasta la recolección y transporte de la leche, puesto que había un prolongado periodo de tiempo, en la cual la leche estaba a temperatura ambiente. Este factor aunado a la contaminación externa provocó un elevado recuento de bacterias en la leche, el cual es indicativo de una fuerte contaminación durante el ordeño, manipulación y la conservación de la leche (Quispe, 2014). Concordando con Garijo et al. (2001), en su investigación, cuando describe que el origen de la contaminación externa ocurre en el proceso del ordeño, por su exposición al medio ambiente y las deficiencias en la limpieza (del animal, utensilios para el ordeño, limpieza de máquinas, el personal y la calidad del agua), pudiendo transportar patógenos del suelo, del estiércol, restos del alimento, pajas etc. La leche cruda se contamina fácilmente con coliformes, ya que puede provenir del estiércol, polvo, suelo, alimentos del ganado, agua, insectos (especialmente las moscas) o del contacto con residuos lácteos que quedan en los utensilios de ordeño por mal lavado; donde suelen desarrollarse con gran facilidad, por estas razones, es difícil producir leche cruda libre de este patógeno (Quispe, 2014).

Evaluación de la calidad bacteriana de la leche cruda bovina proveniente del distrito de Socos según los criterios establecidos por la “Guía Técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies en contacto con Alimentos y Bebidas” R.M.461 – 2007/MINSA y la “Norma Técnica Peruana” NTP 202.001:2016.

El cumplimiento de las muestras de coliformes totales en superficies vivas (manos) e inertes (pañes, baldes y bidones) en contacto con la leche y de la leche comercializada procedente del distrito de Socos, en comparación con los criterios establecidos por la Norma Técnica Peruana y R.M.461 – 2007/MINSA, para el análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas.

Tabla 4

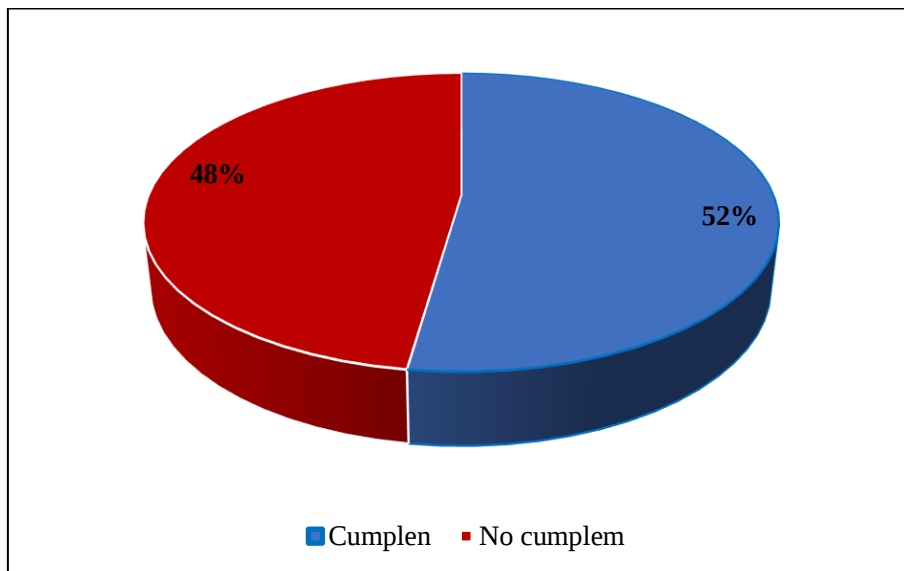
Cumplimiento de la R.M.461 – 2007/MINSA en muestras de superficies (vivas e inertes)

Superficies	N°	Coliformes totales			
		Positivos	%	Negativos	%
Manos	12	3	7%	9	20%
Paños	12	4	9%	8	18%
Baldes	12	7	16%	5	11%
Bidones	8	7	16%	1	2%
Total	44	21	48%	23	52%

En la Tabla 4, los valores obtenidos para la presencia de bacterias coliformes totales (BCT) en las superficies vivas (manos) e inertes (paños, baldes y bidones), fue de un 52% que estuvieron dentro de lo dispuesto por la Guía de análisis de superficies, mientras que un 48% no cumplieron con lo establecido. En el análisis individual de cada muestra se puede observar que las superficies de baldes y bidones presentan el mayor porcentaje de muestras positivas 16%, seguida de la muestra de paños con un 9% y finalizando con la muestra de manos con 6 %.

Figura 6

Porcentaje de coliformes totales en superficies (vivas e inertes) en contacto con leche cruda bovina.



Los resultados encontrados en el presente trabajo son inferiores a lo reportado por Alfaro et al. (2014), quien en su investigación encontró el 100 % de muestras positivas a los coliformes totales en leche de expendio, esto se debería a varios factores epidemiológicos que influyen en la calidad microbiológica de la leche como son: la infraestructura inadecuada, la falta de instalación de agua y desagüe, los hábitos higiénicos, el estado de salud de los manipuladores y la falta de cultura higiénica. Puesto que la presencia de este patógeno refleja un pobre manejo higiénico en la rutina de ordeño (limpieza en la piel, pezones, manos y pezoneras) y la exposición de la leche a material fecal (Méndez y Osuna, 2007). Juárez (2021) menciona la gran importancia la validación de protocolos de limpieza y desinfección de utensilios para el uso de la lechería (porongos), ya que recuentos bacterianos elevados en estos envases plantearían un potencial riesgo de contaminación para la leche. Lo cual es muy importante particularmente para los pequeños productores de nuestra zona de estudio, cuyos utensilios son de ordeña directa a estos recipientes.

Tabla 5*Cumplimiento de la NTP 202.001:2016 en muestras de la leche de expendio*

Superficies	N°	Coliformes totales			
		Positivos	%	Negativos	%
Leche	8	6	75%	2	25%
Total	8	6		2	

Nota: Resultados de las muestras positivas y negativas de coliformes totales, obtenidas de leche de expendio procedente del distrito de Socos.

En la Tabla 5, se evidenció que el 75% de muestras de leche de expendio procedentes del distrito de Socos estuvieron fuera del límite permitido por la Norma Técnica Peruana mientras que solo el 25% cumplieron con lo establecido. Dichos resultados difieren con los hallados por Gómez (2022) en su investigación sobre la leche de expendio en el distrito de Ayacucho, ya que obtuvo un 61.1% de muestras fuera del rango establecido en cuanto a coliformes totales. Siendo estos resultados superiores a los hallados en nuestro estudio.

Tabla 6, Muestras de la leche de expendio y su cumplimiento según la NTP 202.001:2016

Superficies	N°	Mesófilos aerobios			
		Positivos	%	Negativos	%
Leche	8	3	38%	5	63%
Total	8	3		5	

Nota: Los resultados de muestras positivas y negativas de mesófilos aerobios, obtenidas de leche de expendio procedente del distrito de Socos.

En la Tabla 6, se evidencio que el 38% de muestras de leche de expendio procedentes del distrito de Socos estuvieron fuera del rango permitido por la Norma Técnica Peruana mientras que solo el 63% cumplieron con lo permitido. En la presente investigación al cuantificar las unidades formadoras de colonias de microorganismos mesófilos aerobios en la leche comercializada en centros de comercio, procedentes del distrito de Socos, se obtuvo que un 63% de muestras estuvieron dentro de los criterios microbiológicos establecidos, siendo inferiores a los encontrados por Gómez (2022) en su estudio, quien obtuvo un 69.4% fuera de lo permitido. Vale indicar que la presencia de estos microorganismos pueden ser la causa de la fermentación de la lactosa y la causa de cuadros de mastitis (Méndez y Ozuna, 2007). Es por ello que las buenas prácticas de ordeño son actividades muy importantes en el manejo de la leche, porque con ello podremos evitar la contaminación cruzada, siendo una ayuda para la mejora de la salud animal y del ordeñador (Burbano, 2018). El productor de la leche, al ser el primer eslabón de la cadena láctea, debe conocer y aplicar las BPO, puesto que es un requisito higiénico que se aplica durante el proceso de ordeño y manipulación de la leche hasta entregarla al acopiador, con el fin de obtener un producto sano. Por ello es de

gran importancia la higiene personal del ordeñador (manos e indumentaria), ya que en las manos se pueden albergar miles de patógenos que llegan a ser vehículos de contaminación para la leche (Caro y Armando, 2020). Chávez (2016) y Rúa (2022) en sus trabajos de investigación, evidenciaron que una buena implementación y ejecución de las BPO (lavado de manos), genera una reducción significativa de recuentos bacterianos, después de su aplicación. Siendo el aseo del manipulador (ordeñador) y la correcta desinfección de los recipientes que contienen la leche un factor muy importante, porque un descuido generaría superficies contaminadas, debido a la cantidad de sitios de retención de materia orgánica o inorgánica; además pueden generar presencia de biopelículas que después se convertirían en focos de contaminación resistentes a la desinfección. Por cómo se da el acopio, almacenamiento de la leche y su posterior transporte al punto de comercialización, es de importancia para una óptima calidad. Puesto que los principales factores que influirían en esta etapa de la cadena láctea serían: la temperatura, el tiempo, el nivel de contaminación inicial de la leche, el tipo de bacterias predominantes y la higienización adecuada de los utensilios a usar en el proceso de ordeño (Cabezón, 2004). Una deficiencia en este proceso se traduciría en recuentos elevados de bacterias en la leche puesta a la venta.

CONCLUSIONES

1. Se determinó la calidad microbiológica de la leche cruda bovina desde el ordeño (superficies en contacto con la leche) hasta la comercialización (leche de expendio) siendo esta deficiente, puesto que se encontró una elevada carga bacteriana de coliformes totales, evidenciándose mayor contaminación en la muestra de los bidones, sobrepasando así los límites permisibles de la Guía Técnica (RM N°461-2007/MINSA). Mientras que la muestra de la leche de expendio superó también los criterios microbiológicos de la NTP.202.001.2016 en cuanto al recuento de coliformes totales.
2. Se evaluó la calidad microbiológica en superficies en contacto con la leche por época del año, obteniendo mayores recuentos bacterianos en la época de lluvia, siendo las muestras de paños la superficie más contaminada en cuanto a coliformes totales y las muestras de bidones se obtuvo altos recuentos de mesófilos aerobios. En cuanto a la leche de expendio se evidenció mayor contaminación en la época seca, tanto en el recuento de coliformes totales y mesófilos aerobios superando los rangos establecidos por la normativa nacional.

3. Se encontró que un 52% de las muestras procesadas en superficies vivas e inertes procedentes del distrito de Socos cumplieron con el rango establecido por la Guía Técnica (RM N°461-2007/MINSA) siendo un 48 % de muestras que no cumplieron con lo establecido. Los números de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de bacterias coliformes totales de las muestras de leche de expendio fue de un 75% que superan los límites de los parámetros establecidos por la NTP.202.001.2016. Mientras que en las UFC de mesófilas aerobias el 63% si estuvo dentro de los límites permitidos.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias y a mi Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, por sus enseñanzas brindadas.

A mis docentes, quienes fueron guía, orientación y enseñanza en mi formación académica, quienes me compartieron su sabiduría durante mi estadía universitaria.

A mi asesora Mg. Gloria Betti Adrianzen Facundo; por su enseñanza y apoyo incondicional en la culminación del presente trabajo de investigación.

Al Mg. Julio Alberto Ruiz Maquen, por su apoyo incondicional y guía en el presente trabajo de investigación. A la comunidad de Manzanayocc del distrito de Socos por brindarme las facilidades de la recolección de las muestras con las que pude desarrollar este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ácaro, S. D. (2019). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda que se expande en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú*. (Tesis de pre grado). Universidad Católica Sedes Sapiae de Piura: <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/705>.
- Adrianzen, G.B.; Ruiz, J.A.; Rodríguez, L.A.; Ochoa, D.W. y Ochoa, A.M. (2023). Calidad microbiológica de la leche de vaca expendida en Ayacucho-Peru. *Brazilian Journal of Development* vol. 9, N° 12. p. 4, 6: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/65416/46746>
- Alfaro, M.E.; Hurtarte, A.G. y Valle, R.F. (05 de mayo de 2014). *Implementación de un manual de ordeño higiénico en dos establecimientos lecheros y evaluación de su efectividad mediante análisis microbiológico en el departamento de Sonsonate*. (Tesis de pre grado). Universidad de el Salvador.
- Arguello, P.; Albuja, A.; Pacurucu, A.R. y Pilamunga, C. (2020). *Calidad microbiológica de la salmuera utilizada en le proceso de elaboración de quesos frescos artesanales*

- en una quesera de Quimiag-Chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador:
<https://ceaa.esPOCH.edu.ec/ojs/index.php/perfiles/article/view/78/47>
- Beltrán, C. (2016). *Evaluación de la calidad sanitaria de la leche cruda en el grupo empresarial el ordeño S.A. para implementar BPPL en las fincas empresarial el ordeño S.A. para implementar BPPL en las fincas.* (Tesis de pre grado). Universidad Politécnica del Chimborazo: e
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5543/1/17T1401.pdf>.
- Benítez, L. (2009). *Implementación de prácticas higiénicas para el mejoramiento de la calidad microbiológica de la leche saborizada en la planta procesadora de soya instalada en las Malvinas del suburbio de Guayaqui .* (Tesis de pre grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- Burbano, S. (2018). *Proyecto aplicado en la implementación de buenas prácticas de ordeño en ganaderías del Municipio de Vilagarzón, Putumayo. (Proyecto).* Universidad Nacional Abierta y a distancia.
- Cabezas, N. (2019). *Buenas prácticas de ordeño de manufactura (BPM) para el centro de acopio de leche cruda Chuquipogoyo.* (Tesis de pre grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador
- Cabezón, P. (2004). *Evaluación de la contaminación bacteriana de la leche en centros de acopio y de algunas medidas de mejoramiento.* (Tesis de pre grado). Universidad de Chile:
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130923/Evaluaci%C3%B3n-de-la-contaminaci%C3%B3n-bacteriana-de-la-leche-en-centros-de-acopio-y-de-%20algunas-medidas-de-mejoramiento.pdf?sequence=1>
- Chávez, K. (2016). *Diseño e implementación de un manual de buenas prácticas de ordeño (BPO) para la hacienda la Rinconada.* (Tesis de pre grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador:
<https://core.ac.uk/download/pdf/234588845.pdf>
- Chiriboga, G. (marzo de 2018). *Evaluación de la calidad microbiológica de la cuajada ácida refrigerada para su uso en la agroindustria láctea.* (Tesis de pre grado). Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- Dairexnet. (16 de agosto de 2019). Limpieza y desinfección del equipo de ordeño. Cleaning and Sanitizing Milking Equipment: <https://dairy-cattle.extension.org/limpieza-y-desinfeccion-del-equipo-de-ordeno/#:~:text=La%20limpieza%20se%20hace%20para,superficies%20antes%20del%20siguiente%20orde%C3%B1o.>

- Figuerola, C.A. (2012). *Calidad higiénica de la leche cruda comercializada en los puestos ambulatorios del distrito de Tacna*. (Tesis de pre grado). Universidad nacional Jorge Basadre Grohman, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1678>.
- Fora, G. (2015). *Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche cruda del ganado vacuno del distrito de sama Inclán – Tacna, 2015*. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1923>.
- Fuster, N. (2006). *Importancia del control higiénico de las superficies alimentarias mediante técnicas rápidas y tradicionales para evitar y/o minimizar las contaminaciones cruzadas*. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Barcelona: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5683/nfv1de1.pdf>
- Garijo, R.D.; Nasanovsky. M.A. y Kimmich, R.C. (s.f.). *Lechería argentina*. 2001.
- Gómez, M. (2022). *Valores residuales de antibióticos y carga bacteriana de leche cruda bovina comercializada en establecimientos de expendio y en comercios ambulatorios del distrito de Ayacucho – 2019*. (Tesis de post grado). Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.
- Jarama, R. (2011). *Estrés de calor en bovinos lecheros en el Perú*. (Tesina). Universidad Nacional Mayor de San Marcos: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/13669>
- Juárez, J. (2021). *Protocolo de limpieza de porongos y su efecto en la calidad higiénica de la leche en la Cuenca Central*. (Trabajo de suficiencia profesional). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- López, N.M. y Pérez, N.K.M. (2019). *Numeración de bacterias aerobias mesófilas viables y coliformes en leche cruda acopiada para el programa Vaso de Leche en el distrito de Chiclayo. Mayo – Octubre 2018*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/5014>
- Méndez y Osuna. (2007). *Caracterización de la calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda en algunos sistemas productivos de la región del Alto del Chicamocha departamento de Boyacá*. (Tesis de pre grado). Universidad de la Salle, Bogotá - Colombia: https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/278
- MINSA. (2007). *Guía técnica para el análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas*. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano [Nota de prensa]. Ministerio de Salud (Resolución Ministerial N°461-2007/MINSA).
- NTP. (02 de marzo de 2016). *Leche y Productos Lácteos. Leche cruda Requisitos. Norma Técnica Peruana (NTP 202.001:2016)*.

- OMS. (9 - 13 de noviembre de 2015). Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias comisión del códex alimentario sobre higiene de los alimentos. Informe de la 47. Reunión.
- Quispe, J. (2014). *Evaluación de la calidad de leche bovina para la época seca y húmeda en el altiplano norte de la provincia Omasuyos del departamento de la Paz*. (Tesis de pre grado). Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
- Reinemann, D.; Wolters, G.; Billon, P.; Lind, O. y Rasmussen, M. (2003). Review of practices for cleaning and sanitation of milk machines. International Dairy Federation (IDF/FIL). Bulletin 381. 411.
- Rodríguez, G. (2017). *Detección de microorganismos indicadores de contaminación durante el proceso de elaboración de queso artesanal a partir de leche sin pasteurizar, producido bajo buenas prácticas de manufactura en la región de Cobachí, Sonora*. (Tesis de pre grado). Universidad de Sonora, México: <http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/bitstream/20.500.12984/2262/1/rodriguezlaresguadalupel.pdf>
- Romero, L. (2015). *Evaluación fisicoquímica y microbiológica del proceso de elaboración del queso doble crema de una fábrica de lácteos del municipio de Belén (Boyacá)*. (Tesis de pre grado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/1426/TGT-175.pdf;jsessionid=AD482FD01AD4106DCF44552596717427?sequence=2>
- Rúa, M. (2022). *Validación del procedimiento de limpieza y desinfección de superficies vivas e inertes de una empresa de derivados lácteos*. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Seidler, F.; Barcelas, T.; De Oliveira, F.; Faria, N.; Correa, G.M. y Pinetti, G. (enero - marzo de 2016). *Evaluación de la higienización de las manos de manipuladores de alimentos del Municipio de Ji-Paraná, Estado de Rondônia, Brasil*. Rev Pan-Amaz Saude: http://scielo.iec.gov.br/pdf/rpas/v7n1/es_2176-6223-rpas-7-01-63.pdf
- Valera, M.J.; WingChing, R. y Uribe, L. (23 de marzo de 2020). *Valoración económica y microbiológica del uso de toallas y paños durante el ordeño*. (Tesis de pre grado). Universidad de Costa Rica.
- Zamorán, D. (10 de marzo de 2023). Manual de procesamiento lácteo. Proyecto de Cooperación de Seguimiento para el Mejoramiento Tecnológico de la Producción Láctea en las Micros y Pequeñas Empresas de los Departamentos de Boaco, Chontales y Matagalpa.