

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



**Calidad microbiológica de la leche cruda y de los factores
involucrados en el proceso de ordeño. Granja
Montefino. Ayacucho, 2021.**

**Tesis para optar el título profesional de:
Médico Veterinaria**

**Presentado por:
Bach. Mardeli Angela Meneses Vegas**

**Asesora:
Mg. Gloria Betti Adrianzén Facundo**

Ayacucho - Perú

2024

A mis queridos padres:

Janet y Vidal, que con su valentía y amor incondicional me han acompañado en todo momento, gracias a sus enseñanzas, fortaleza y sacrificio eh logrado cumplir mis objetivos a lo largo de mi carrera y toda mi vida.

A mis hermanos:

Diego, Javid y Gierard, quienes me han brindado muchas alegrías y aliento, siendo el pilar fundamental en mi vida y en mis logros.

A mi bisabuela, abuelas y abuelos:

Les estaré eternamente agradecida por su amor, cariño y el estar pendientes de mí siempre, gracias a todos ustedes he podido culminar esta meta tan importante para mí, a todos ustedes les dedico con mucho amor todos mis logros.

A mi asesora:

M.V. Gloria Betti Adrianzen Facundo, gracias a sus conocimientos, paciencia, experiencia y motivación he logrado culminar mi trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar gracias a la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga por darme la oportunidad de estudiar y conseguir este título que es muy importante para el desarrollo de mi vida profesional. A mis docentes, quienes fueron fuente de sabiduría y enseñanza durante mi formación como Médico Veterinaria, las enseñanzas y momentos compartidos quedarán por siempre en mi memoria. A mi asesora M.V. Gloria Betti Adrianzén Facundo; por su paciencia, sabiduría y apoyo incondicional en la culminación del presente trabajo de investigación. A la granja “Montefino”, por brindarme las facilidades para poder desarrollar este trabajo, y todas las personas que de alguna manera influyeron en mi desarrollo personal y profesional, muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de anexos.....	viii
Resumen.....	ix
Introducción	1

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Leche de vaca	4
1.3. Calidad de la leche cruda de vaca	5
1.4. Microorganismos de los alimentos.....	6
1.4.1. <i>Microorganismos indicadores de calidad</i>	7
1.4.2. <i>Microorganismos fermentadores</i>	9
1.4.3. <i>Microorganismos patógenos</i>	10
1.5. Principales factores que afectan la calidad de la leche cruda.....	11
1.5.1. <i>Factores relacionados con la salud de la vaca</i>	12
1.5.2. <i>Factores relacionados con las superficies en contacto con la leche</i>	13
1.6. Buenas prácticas de ordeño	15
1.6.1. <i>Arreo a la sala de ordeño</i>	16
1.6.2. <i>Limpieza de pezones</i>	16
1.6.3. <i>Secado de pezones</i>	16
1.6.4. <i>Pre-sellado</i>	17
1.6.5. <i>Despunte</i>	17
1.6.6. <i>Colocación de la unidad de ordeño</i>	17
1.6.7. <i>Retiro de la ordeñadora</i>	17
1.6.8. <i>Sellado</i>	18
1.7. Placas Compact Dry	18

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA.....	20
2.1. Ubicación.....	20
2.2. Materiales y equipos.....	21
2.3. Problemas específicos	22
2.4. Diseño de la investigación.....	22
2.5. Análisis estadístico	22
2.6. Definición de la población y tamaño de muestra	23
2.7. Selección del método de muestreo	24
2.8. Procedimiento para la toma de muestras	24
2.9. Conservación y transporte de las muestras.....	25
2.10. Metodología de laboratorio	26
2.11. Recuento e identificación de bacterias	27

CAPÍTULO III

RESULTADOS	29
3.1. Recuento de mesófilos aerobios	29
3.1.1. <i>Recuento de mesófilos aerobios en la leche</i>	29
3.1.2. <i>Recuento de mesófilos aerobios en los factores involucrados en el proceso de ordeño</i>	30
3.2. Recuento de coliformes totales.....	32
3.2.1. <i>Recuento de coliformes totales en la leche</i>	32
3.2.2. <i>Recuento de coliformes totales en los factores involucrados en el proceso de ordeño</i>	34
3.2.3. <i>Recuento de coliformes totales en los factores involucrados en el proceso de ordeño</i>	36
3.3. Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	38
DISCUSIÓN	41
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.1. <i>Recuento de microorganismos mesófilos aerobios (UFC/ml) en la leche cruda de vaca del tanque general de recepción (LTG), del centro de expendio 1 (LE1) y del centro de expendio 2 (LE2) de la granja Montefino</i>	29
Tabla 3.2. <i>Estadística descriptiva para los Mesófilos Aerobios en la leche cruda de vaca del Tanque General de recepción (LTG), del centro de expendio 1 (LE1) y del centro de expendio 2 (LE2) de la granja Montefino</i>	29
Tabla 3.3. <i>Recuento de microorganismos mesófilos aerobios en paños, pezoneras y pezones</i>	31
Tabla 3.4. <i>Estadística descriptiva de mesófilos aerobios en los factores involucrados en el proceso de ordeño</i>	31
Tabla 3.5. <i>Recuento de microorganismos coliformes totales (UFC/ml) en la leche cruda de vaca del tanque general de recepción (LTG), del centro de expendio 1 (LE1) y del centro de expendio 2 (LE2) de la granja Montefino</i>	32
Tabla 3.6. <i>Estadística descriptiva de las bacterias coliformes totales en la leche cruda</i>	32
Tabla 3.7. <i>Recuento de microorganismos coliformes totales en las muestras de paños, pezoneras y pezones de la granja Montefino</i>	34
Tabla 3.8. <i>Estadística descriptiva de coliformes totales en los factores involucrados en el proceso de ordeño</i>	34
Tabla 3.9. <i>Recuento de microorganismos coliformes totales en las muestras de paños, pezoneras y pezones de la granja Montefino</i>	36
Tabla 3.10. <i>Estadística descriptiva de coliformes totales en los factores involucrados en el proceso de ordeño</i>	36
Tabla 3.11. <i>Resultados de la presencia o ausencia de Staphylococcus aureus en las superficies muestreadas de los paños, pezoneras y pezones en la granja Montefino</i>	38
Tabla 3.12. <i>Estadística descriptiva de la bacteria Staphylococcus aureus en los factores involucrados en el proceso de ordeño</i>	39

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. <i>Ubicación de la granja Montefino</i>	20
Figura 2.2. <i>Procedimientos de muestreo de la leche cruda según la NTP 202.001-2016</i>	26
Figura 3.1. <i>Medias del conteo de mesófilos aerobios en la leche cruda</i>	30
Figura 3.2. <i>Medias del conteo de bacterias mesófilas aerobias en factores involucrados en proceso de ordeño</i>	31
Figura 3.3. <i>Medias del conteo de bacterias coliformes totales de la leche cruda</i> ...	33
Figura 3.4. <i>Medias del conteo de bacterias coliformes totales de la leche cruda</i> ...	35
Figura 3.5. <i>Medias del conteo de bacterias coliformes por tipo de estancia de los factores del proceso de ordeño</i>	37
Figura 3.6. <i>Medias del conteo de bacterias Staphylococcus aureus en los factores del proceso de ordeño</i>	39

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Toma de muestras en la granja Montefino	53
Anexo 2. Muestras recolectadas de leche, paños, pezones y pezoneras.....	54
Anexo 3. Incubación de las placas Compact Dry sembradas.....	54
Anexo 4. Bacterias crecidas en Placas Compact Dry para Mesófilos Aerobios ...	55
Anexo 5. Bacterias crecidas en placas Compact Dry para Coliformes Totales.....	55
Anexo 6. Bacterias crecidas en las Placas Compact Dry para <i>S. aureus</i>	56
Anexo 7. Crecimiento de bacterias transferidas de las placas Compact Dry para Coliformes al agar MacConkey, medio de cultivo selectivo y diferencial	56
Anexo 8. Morfología microscópica de las bacterias crecidas en el agar MacConkey por tinción Gram	57
Anexo 9. Cultivo de bacterias transferidas de las placas Compact Dry para <i>Staphylococcus aureus</i> al agar Manitol y agar Sangre	57
Anexo 10. Observación de la morfología microscópica de colonias de <i>Staphylococcus aureus</i> crecidas en agar Sangre.....	57
Anexo 11. Conteo de UFC/ml y UFC/superficie muestreada	58

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la calidad microbiológica de la leche cruda y de los factores involucrados en el proceso de ordeño en la Granja Montefino, ubicada en la comunidad de Llachoccmayo, -13.404632, -74.236259. Las muestras se dividieron en 2 grupos, el primer grupo consistió en la evaluación microbiológica de la leche obtenida del tanque general de recepción y de los centros de expendio; el segundo grupo de los factores involucrados en el proceso de ordeño: paños pezoneras y pezones, utilizándose 4 muestreos consecutivos para cada uno de los casos. Los indicadores microbiológicos que se evaluaron fueron mesófilos aerobios, coliformes totales y *Staphylococcus aureus*, empleando la técnica de recuento de microorganismos en las placas Compact Dry. De los resultados obtenidos se determinó que la media de microorganismos mesófilos aerobios del tanque general de leche cruda fue de $87,38 \times 10^2$ UFC/ml; para coliformes totales de 198,75 UFC/ml; la media de microorganismos mesófilos aerobios de los centros de expendio tuvo como resultado $27,38 \times 10^4$ UFC/ml y para coliformes totales de los centros de expendio fue de $43,65 \times 10^3$ UFC/ml. Las medias encontradas en los paños, pezoneras y pezones fueron $4,95 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada; $1,13 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada y $147,50 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada para mesófilos aerobios; mientras que para coliformes totales reflejan $3,75 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada; 2,50 UFC/superficie muestreada y 51,60 UFC/superficie muestreada respectivamente. Para *Staphylococcus aureus* se encontró $2,05 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada en paños; 13,33 UFC/superficie muestreada en pezoneras y $6,21 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada en pezones; concluyendo que la leche cruda del tanque general si cumple con la NTP 202.001-2016, sin embargo, la leche de los centros de expendio se encuentra superando los límites establecidos para coliformes totales, así mismo se concluye que los utensilios, equipos y animales influyen en la contaminación de la leche durante el proceso de ordeño cuando no se tienen los cuidados necesarios.

Palabras clave: Calidad microbiológica, leche de vaca, factores involucrados en el ordeño, coliformes totales, mesófilos aerobios, *Staphylococcus aureus*.

INTRODUCCIÓN

En el departamento de Ayacucho y el Perú en general, la producción láctea es una de las actividades más relevantes, ya que gran parte de la población consume diariamente leche y/o sus derivados, siendo el consumo *per capita* de 87 litros/ persona/ año. La producción nacional de leche fresca durante el último año registró 2 129,366 toneladas de 905,817 vacas en ordeño, con la participación de aproximadamente 452 mil familias peruanas (MINAGRI, 2020). Sin embargo, las explotaciones lecheras a pequeña y mediana escala aún tienen el desafío de producir leche en cantidad y calidad, además de un adecuado procesamiento de los derivados lácteos, asegurando su rentabilidad e inocuidad. En ciertas zonas rurales del país se desconocen las prácticas asociadas a la producción láctea de buena calidad, lo que genera cierto rechazo por parte de la población a consumirla por la deficiente inocuidad ya que las enfermedades transmitidas por alimentos siguen siendo un importante problema de salud pública en todo el mundo, cada año se producen aproximadamente 600 millones de enfermedades y 420 000 muertes debido a estas; como infecciones por salmonelosis, campilobacteriosis, listeriosis y otras enfermedades entéricas, especialmente en las regiones en desarrollo. Muchas de estas enfermedades se han reportado teniendo como causa la ingesta de productos lácteos contaminados, afectando a la población más vulnerable (Espinoza et al., 2021).

La calidad de la leche se traduce en la composición bioquímica y su contenido microbiológico, refiriéndose este último a la concentración de la población microbiana contenida en la leche, y la presencia de microorganismos patógenos. La calidad microbiológica se puede ver afectada por el inadecuado manejo del rebaño, condiciones sanitarias deficientes (especialmente del grado de limpieza de las máquinas, utensilios y de la correcta higiene durante la extracción), malas prácticas de ordeño, transporte o adulteración (Carrillo et al., 2004).

En el departamento de Ayacucho se expende leche cruda de vaca, cuya calidad microbiológica en muchos casos es desconocida, pero es de extrema importancia para la salud pública. El objetivo de este estudio fue dar a conocer la calidad microbiológica de la leche cruda y los factores que afectan el proceso de ordeño, con el fin de rastrear las características microbiológicas del producto desde su origen hasta su estado final. Esto permitirá comprender la importancia de la calidad en el proceso de ordeño. El enfoque de la presente investigación fue dar a conocer la calidad microbiológica de la leche cruda y de los factores involucrados en el proceso de ordeño de la misma, con la finalidad de llevar una trazabilidad de las características microbiológicas del producto desde la materia prima hasta el producto terminado; ayudando a conocer la magnitud de la calidad del proceso de ordeño; la investigación se ejecutó en la Granja Montefino del Grupo Solid Perú, ubicada en la comunidad de Llachocmayo a 3800 m.s.n.m. en el distrito de Chiara, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

Es así que en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos.

Objetivo general

Determinar la calidad higiénica de la leche cruda y de los factores involucrados en el proceso de ordeño en la granja Montefino, Ayacucho 2021.

Objetivos específicos

1. Determinar si la leche cruda producida en la granja Montefino cumple con los criterios microbiológicos establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 202.001-2016.
2. Determinar si los factores (utensilios, equipos y animales) empleados en el proceso de ordeño cumplen con los criterios microbiológicos establecidos en las normativas correspondientes para estos rubros.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Herrera (2019), realizó una investigación con el propósito de evaluar la calidad microbiológica de la leche fresca de vaca en distintos hatos ganaderos a través del recuento de aerobios mesófilos y de la numeración de coliformes totales, con la prueba de recuento estándar en placa y con la técnica del Número Más Probable, respectivamente. Obteniendo como resultados que el 83.33% de los hatos ganaderos presentaron niveles inaceptables de aerobios mesófilos. En cuanto a coliformes totales el 75% de los hatos no cumplieron con los requerimientos establecidos, concluyendo que la leche fresca de los hatos evaluados fue de mala calidad microbiológica según lo indicado por ambos parámetros, parámetros que están directamente relacionados con los factores de la calidad del agua utilizada en las explotaciones lecheras, la higiene durante el ordeño, la limpieza del personal ordeñador, el lavado de los equipos y utensilios que están en contacto con la leche y el enfriamiento de la misma.

Varela et al. (2020) en su investigación realizada sobre la valoración económica y microbiológica del uso de toallas y paños durante el ordeño, muestrearon al azar 5 paños utilizados para el secado de los pezones previamente al ordeño y los analizaron microbiológicamente para cuantificar la población de *E. coli*, *S. aureus* y mesófilos aerobios dando como resultado que el ciclo de lavado utilizado disminuyó 800 veces la población de *E. coli*, en 5000 veces los aerobios, y 500 veces a *S. aureus*, las toallas de papel analizadas presentaron UFC/g <10 al momento de usarse, concluyendo que no hubo diferencias significativas entre los paños de microfibra y el uso de toallas de papel en el secado de pezones durante el pre-sellado.

López y Pérez (2019), en su trabajo de investigación analizaron 180 muestras de leche cruda en las que se determinó la numeración de bacterias aerobias mesófilas y la

numeración de coliformes de acuerdo a los requisitos microbiológicos establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 202.001:2016, adicionalmente al estudio se realizaron pruebas para la identificación de coliformes obteniendo como resultados promedios aritméticos de 1.58×10^6 UFC/ml para aerobios mesófilos viables y 1.33×10^3 UFC/ml para coliformes, concluyendo que el 73.33% y el 62.8% sobrepasaron los límites permisibles para la numeración de bacterias aerobias mesófilas viables y coliformes respectivamente, encontrándose leche cruda de mala calidad higiénica.

Vicente (2018), realizó un estudio con el objetivo de evaluar la influencia de las prácticas de ordeño en la calidad y rendimiento de la leche cruda. La muestra fue de 8 establos divididos en dos grupos de cuatro correspondientes al ordeño manual y al ordeño mecánico. Se concluyó que en las actividades de ordeño manual y mecánico impera la ausencia de las buenas prácticas de ordeño. Las pruebas microbiológicas hallaron diferencias significativas (p valor $< 0,05$) en el recuento de coliformes mas no en aerobios mesófilos, siendo las leches de ordeño mecánico quienes han superado los límites de coliformes establecidos por norma, mientras que en las leches de ordeño manual sus recuentos califican como aptos para el consumo humano.

Cárdenas y Murillo (2018), tuvieron como objetivo en su investigación, analizar la calidad bacteriológica de la leche cruda, realizando el muestreo en 45 ganaderías. Tomaron como indicadores microbiológicos los recuentos de aerobios mesófilos, coliformes totales, *E. coli* y *S. aureus*, con el método del recuento en placas 3M Petrifilm, obteniendo los siguientes resultados: Aerobios mesófilos 3 882 599.97 UFC/ml, *S. aureus* 4229.55 UFC/ml, coliformes totales 5129.55 UFC/ml, y *E. coli* 24.48 UFC/ml. Concluyendo que los recuentos bacterianos de Coliformes totales, Aerobios mesófilos y *Staphylococcus aureus* se encuentran excediendo los valores establecidos por la norma técnica Ecuatoriana INEN, en el caso de *Escherichia coli* se encuentra dentro del límite de aceptación establecido por dichas normas.

1.2. Leche de vaca

La leche tiene variadas definiciones de acuerdo con los distintos puntos de vista ya sea bromatológico, biológico o físico-químico. Tomando la definición de acuerdo con el punto de vista bromatológico según el código alimentario nos referimos por leche al producto obtenido mediante el ordeño completo y continuo de vacas lecheras en

condiciones higiénicas, que estén en buen estado de salud y alimentación, provenientes de tambos registrados y autorizados por la Autoridad Sanitaria Bromatológica local, sin la adición de ningún tipo de compuestos. Asimismo, se especifica que la leche proveniente de otros animales debe ser etiquetada con el nombre de la especie productora (Gigli, 2017).

La leche fresca de vaca también se define como el producto completo y no modificado que se obtiene mediante un proceso de ordeño higiénico, regular y completo de vacas saludables y bien alimentadas. La leche cruda debe carecer de cualquier color, olor, sabor o consistencia que no sean propios de su naturaleza (MINAGRI, 2017).

1.3. Calidad de la leche cruda de vaca

La calidad de la leche cruda se refiere al conjunto de características que determinan su nivel de adecuación para su uso previsto, asegurando que la leche no contenga elementos que comprometan su seguridad e idoneidad nutricional. Esto implica que debe estar libre de sustancias perjudiciales para la salud del consumidor, como residuos de pesticidas, medicamentos, antisépticos, toxinas microbianas u otras sustancias químicas no deseadas, así como de enfermedades zoonóticas, impurezas y cualquier anormalidad en sus características organolépticas. (Díaz, 2019). Debe encontrarse dentro de los límites microbiológicos estipulados en la normativa de cada país como condición previa para la producción de derivados lácteos que puedan conservarse durante un período extendido, escaso contenido de células somáticas y escasa o nula cantidad de microorganismos patógenos. Para alcanzar niveles elevados de calidad, es fundamental implementar tácticas en las áreas de producción que abarquen desde el cuidado sanitario del ganado, las condiciones de transporte, el almacenamiento y la manipulación en general, hasta el momento en que el producto llega a manos de los consumidores.

La obtención de una alta calidad de la leche se logra mediante la evaluación de dos aspectos principales: la composición (contenido de grasa y sólidos no grasos) y la higiene (presencia de microorganismos patógenos, toxinas, residuos químicos, microorganismos benignos, materiales extraños y características organolépticas). Alcanzar niveles óptimos en la calidad de la leche depende directamente de factores como las prácticas en las áreas de producción, la competencia del personal que opera las

máquinas y manipula los productos, los procedimientos de ordeño, las condiciones de transporte y todas las actividades relacionadas con la manipulación de la leche. (Vera, 2021).

La NTP 202.001-2016 insta los límites máximos y mínimos para el recuento de mesófilos aerobios y coliformes, los cuales deben presentar un máximo de 10^6 UFC/ml para lo que respecta al recuento de mesófilos aerobios; y el recuento de coliformes totales debe encontrarse entre 100 UFC/ml y 1000 UFC/ml como límite máximo. Además de cumplir con las demás especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad que instituye el ministerio de salud (INACAL, 2016).

1.4. Microorganismos de los alimentos

Los alimentos desempeñan un papel crucial en la propagación de enfermedades de origen alimentario, ya que pueden contaminarse a través de diversas fuentes como el aire, el agua, el suelo, los animales, los utensilios, las actividades humanas, el transporte, el almacenamiento, el proceso de preparación y la distribución (Vásquez de Plata, 2003).

Ciertos alimentos por sus características físico-químicas favorecen la supervivencia y proliferación de microorganismos, este es el caso principalmente de los alimentos de origen animal como la leche, que debido a su composición bioquímica y elevado contenido de agua es una sustancia ideal para la proliferación de microorganismos saprófitos y patógenos principalmente. Los microorganismos son importantes en la leche y derivados porque ocasionan aromas y propiedades físicas deseables en los productos lácteos, pero otros pueden generar alteraciones y algunos patógenos o sus toxinas pueden tornar peligrosos a los productos lácteos. La diversidad en los microorganismos presentes son los responsables de la gran diferencia en las características organolépticas entre los derivados lácteos elaborados con leche cruda, respecto a los pasteurizados (Carrillo y Carina, 2017).

La leche tiene variadas fuentes de contagio, en donde la ubre sana y en condiciones normales puede aportar hasta 1000 microorganismos/ml (Vargas et al., 2007), se conoce que tanto los humanos como los animales hospedan una gran variedad de microorganismos en los diferentes órganos, estos han sido objeto de estudio con la finalidad de entender su importancia en el organismo (Timsit, et al., 2020).

1.4.1. *Microorganismos indicadores de calidad*

Los microorganismos indicadores son organismos que a partir de su existencia probada en alimentos nos permiten determinar la buena praxis durante la producción del mismo, así como su calidad y permite el establecimiento de un tiempo de vida del producto, este grupo de seres vivos microscópicos alertan sobre una gestión inapropiada o contaminación que aumenta el peligro de la existencia de microorganismos que causan enfermedades en alimentos. Los microorganismos indicadores a menudo señalan materias primas contaminadas o procedimientos sanitarios insatisfactorios. En productos perecederos, pueden indicar condiciones inapropiadas de almacenamiento en términos de tiempo y temperatura. Por tanto, los microorganismos señaladores pueden ser herramientas útiles para evaluar la efectividad de los procesos de limpieza y desinfección, asegurando así el control de la higiene durante la producción, distribución y venta de alimentos (Fuentes et al., 2016).

- **Mesófilos aerobios**

Los microorganismos mesófilos aerobios son el grupo más grande de indicadores de calidad higiénica de los alimentos y de la higiene de las superficies. El análisis de este grupo de microorganismos no consiste en medir la totalidad de bacterias, si no en cuantificar aquellos con capacidad de crecimiento en un rango de temperatura entre 25 y 45°C, se definen como un grupo heterogéneo de bacterias, con alto ratio de crecimiento y corto periodo de generación. Es usual su control en centros y plantas productoras con el objetivo de evaluar la inocuidad de superficies. Para poder considerar a una superficie como adecuada microbiológicamente, el recuento de estos microorganismos no debe ser mayor de 10 UFC/cm² (Michanie, 2016). Dependiendo del resultado obtenido en la cuantificación de este grupo de microorganismos, podemos tener una información acerca de la alteración incipiente de alimentos, una descongelación no controlada, empleo ineficiente de las prácticas de higiene u otros múltiples fallos en la conservación del alimento. La leche obtenida de vacas limpias y saludables mediante un proceso aséptico generalmente presenta recuentos de menos de 1000 UFC/ml. Recuentos superiores sugieren que bacterias contaminantes han accedido a la leche a través de diversas vías posibles. Aunque resulta imposible eliminar por completo todas las fuentes de contaminación, es factible lograr recuentos más bajos (Alfaro et al., 2014).

- **Coliformes totales y fecales**

Se trata de un grupo de bacterias Gram-negativas, aerobias y anaerobias facultativas, no formadoras de esporas, que tienen capacidad para fermentar la lactosa a temperaturas de 35 a 37°C en un lapso de 24 a 48 horas, esto gracias a la presencia de la enzima β -galactosidasa, son oxidasas negativas y su forma celular es de bacilos cortos. Entre los microorganismos pertenecientes a esta clasificación, se puede encontrar a los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella* (Espinoza, 2015). Siendo el microorganismo de mayor interés *Escherichia coli*, cuya detección en los alimentos sugiere una probable contaminación fecal, lo que podría exponer al consumidor a enfermedades entéricas si consume dicho alimento. Las bacterias coliformes de origen fecal son comúnmente expulsadas en las evacuaciones de ganado bovino sano. Por lo tanto, la falta de higiene en la gestión del ganado, el uso de agua contaminada, prácticas de ordeño poco higiénicas y el mantenimiento inadecuado de equipos son razones comunes detrás de altos recuentos de coliformes en la leche sin pasteurizar. Dado que altos recuentos de coliformes fecales en leche sin pasteurizar señalan una serie de prácticas poco higiénicas en las instalaciones lecheras, su uso como indicador de contaminación fecal es de suma importancia para la salud pública. La mayoría de los agentes patógenos presentes en los alimentos provienen de la contaminación con materia fecal, una condición que debe abordarse y corregirse de inmediato mediante la aplicación de estrictas medidas sanitarias que reduzcan al mínimo posibles contaminaciones del producto final (Murphy, 2008).

Ciertas enterobacterias psicrótroficas pueden reproducirse en alimentos como carnes, lácteos y otros durante el almacenamiento refrigerado, lo que significa que el recuento inicial no necesariamente refleja la contaminación original del alimento. Por lo tanto, niveles elevados de enterobacterias en ciertos alimentos fríos pueden no indicar necesariamente un manejo inadecuado de la temperatura o un mal proceso de almacenaje (Baykus, 2011). Esto implica su utilidad como indicadores de prácticas adecuadas durante la producción diaria, pero no durante el almacenamiento de estos alimentos. La contaminación de la leche con bacterias coliformes puede ocurrir al ordeñar vacas con ubres sucias o cuando el equipo de ordeño entra en contacto con materia fecal. Normalmente, los recuentos más altos se deben a equipos contaminados o a una higiene deficiente, casi nunca a causa de enfermedades bacterianas de las vacas, como la mastitis (Murphy, 2008).

Escherichia coli es una especie bacteriana versátil que incluye comensales inofensivos, así como diferentes variantes patógenas con la capacidad de causar enfermedades intestinales o extraintestinales en humanos y muchos animales. Debido a este amplio espectro de estilos de vida y fenotipos, *E. coli* es un organismo modelo adecuado para estudiar la evolución bacteriana y la adaptación a diferentes condiciones y nichos de crecimiento. Las cepas de *E. coli* patógenas intestinales se pueden discriminar de manera confiable de las *E. coli* no patógenas, comensales o extra intestinales en función del contenido del genoma y los rasgos fenotípicos. Sin embargo, una distinción inequívoca entre *E. coli* patógena extra intestinal y comensales no es tan fácil, ya que las cepas con la capacidad de causar infección extra intestinal son patógenos facultativos y pertenecen a la flora normal de muchos individuos sanos. *Escherichia coli* forma parte de la familia *Enterobacteriaceae* y del género *Escherichia*. Es una bacteria Gram-negativa, de forma bacilar corta, catalasa positiva, oxidasa negativa y anaerobia facultativa. Tiene una gran capacidad para fermentar glucosa, logrando producir ácido y gas a partir de esta en un lapso de 24 – 48 horas (Leimbach y Hacker, 2012).

Si bien, la mayoría de las cepas de *E. coli* no siempre tienen un potencial patogénico elevado, existen cepas que tienen una gran virulencia específica, lo cual tiene como consecuencia la aparición de distintos cuadros clínicos, primando los cuadros entéricos, aunque en individuos inmunocomprometidos puede llegar a generar complicaciones en estructuras respiratorias, infecciones del tracto urinario, meningitis, septicemias, entre otras. La facilidad para cultivar esta bacteria, así como el riesgo sanitario que puede llegar a representar, y su gran capacidad para sobrevivir en el agua, convierten a *E. coli* en un indicador sanitario de contaminación fecal, así como un indicador de la posible presencia de otros patógenos entéricos (Sarmiento, 2016).

La manera en la que esta bacteria llega, como contaminador fecal a los alimentos, es mediante una posible contaminación debido a inadecuadas prácticas salubres por parte de los manipuladores de alimentos (Cárdenas y Murillo, 2018).

1.4.2. Microorganismos fermentadores

A lo largo de los años, las bacterias lácticas han tenido un papel fundamental en la producción de una amplia variedad de alimentos fermentados que actualmente se consumen, incluyendo yogur, quesos, embutidos crudos curados, encurtidos, entre otros.

Estas bacterias no solo son relevantes en la industria alimentaria por su capacidad para mejorar características sensoriales y estructurales deseables, sino también por su capacidad para prevenir el crecimiento de microorganismos no deseados, que causan alteraciones y enfermedades. Esto sugiere la posibilidad de utilizarlas para prolongar la vida útil y mejorar la calidad sanitaria de los productos alimenticios.

La acidificación y el aprovechamiento de los carbohidratos disponibles emergen como el principal mecanismo de competencia microbiana. Sin embargo, se ha observado que las bacterias lácticas generan, además de ácidos orgánicos, diversas sustancias con efecto antagonista, como peróxido de hidrógeno y otros compuestos oxidantes, diacetilo, acetaldehído, isómeros de aminoácidos tipo D, y otros subproductos metabólicos, tales como moléculas de bajo peso molecular y bacteriocinas. Además, es importante considerar el impacto positivo que la ingesta de bacterias lácticas vivas puede tener en la salud y la nutrición de los consumidores. Se ha teorizado y en ocasiones demostrado que las bacterias lácticas, especialmente aquellas del género *Lactobacillus*, mejoran el valor nutricional de los alimentos, combaten infecciones intestinales, facilitan la digestión de la lactosa, tienen propiedades antimutagénicas, inhiben el crecimiento de ciertos tipos de cáncer y reducen los niveles de colesterol en la sangre (Ramírez et al., 2011).

1.4.3. Microorganismos patógenos

Los riesgos microbiológicos representan un desafío importante en cuanto a la seguridad alimentaria en la industria láctea, ya que la leche proporciona un entorno ideal para la proliferación de bacterias y otros microorganismos. Estos pueden contaminar la leche a través del medio ambiente circundante o directamente desde los propios animales productores. Es posible encontrar en este producto bacterias nocivas como *Salmonella*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*, *Mycobacterium bovis*, *Brucella abortus* y *Brucella melitensis* (Cevallos, 2022).

- ***Staphylococcus aureus***

Staphylococcus aureus es una bacteria Gram-positiva con forma de coco y tiene una organización grupal parecida a los “racimos de uva”, crecen de forma aerobia o anaerobia facultativa, desarrollándose entre los 18 y 40°C (Tracey & Chandrashekar, 2022). Es considerado un importante patógeno causante de infecciones en humanos y

animales, generando distintas enfermedades con diferentes presentaciones clínicas, desde infecciones a la piel y tejidos blandos hasta infecciones graves que podrían poner en riesgo la vida (Cervantes et al., 2014). Su patogenicidad se debe a la variedad de toxinas que genera, ya que los genes de enterotoxinas tradicionales han sido responsables del 90% de los brotes de intoxicación alimentaria. Este microorganismo tiene una distribución muy amplia en el entorno natural, encontrándose de manera inherente en seres humanos, animales de granja, polvo y diversos alimentos, donde la contaminación suele ser atribuible principalmente a los manipuladores. El principal desafío en términos de microbiología alimentaria radica en que *S. aureus* puede generar una enterotoxina termoestable. Estas toxinas afectan los receptores intestinales cuyas señales alcanzan el centro del vómito en el cerebro, clasificándolas como neurotoxinas.

La principal dificultad asociada a estas toxinas es su notable resistencia a los tratamientos térmicos convencionales, siendo capaces de sobrevivir a procesos de pasteurización a 72°C durante 13 segundos e incluso a 100°C durante 30 minutos. Siendo necesario alcanzar temperaturas de esterilización de 115°C para lograr su inactivación, también presentan mecanismos resistentes ante irradiación y las enzimas proteolíticas. *Staphylococcus aureus* se multiplica en alimentos proteicos, soporta concentraciones normales de azúcar e incluso elevadas de sal y el tratamiento con nitritos (Cano, 2006)

S. aureus puede entrar en la leche a través de la excreción directa de la ubre de una vaca con mastitis estafilocócica clínica o subclínica, así como a través de la contaminación del medio ambiente durante la manipulación y el procesamiento de la leche cruda, lo que representa un riesgo para los consumidores (Angulo et al., 2009).

1.5. Principales factores que afectan la calidad de la leche cruda

Desde su síntesis en la glándula mamaria hasta su llegada al consumidor, la leche está sometida a un gran número de riesgos que hacen peligrar su calidad original, lo cual representa un peligro biológico en caso la leche alterada llegue a expenderse al público pudiendo ocasionar diferentes patologías y efectos no deseados. Durante la producción, numerosos elementos interactúan y están interrelacionados de formas diversas, influyendo en la calidad microbiológica del producto y, en última instancia, en su duración. Considerando estos aspectos, los principales factores que inciden en la calidad microbiológica de la leche cruda pueden clasificarse de la siguiente manera:

1.5.1. Factores relacionados con la salud de la vaca

a) Glándulas mamarias

Una glándula mamaria que se encuentre en un estado de salud adecuado no tiene una contribución al nivel de bacterias en la leche que pueda considerarse relevante. Según diversos autores, como Forsythe y Hayes (2002), el rango de bacterias que se pueden encontrar en leche que es obtenida de manera aséptica puede variar entre los 100 a 1 000 UFC/ml, siendo lo más común encontrar que no se supere el límite de 150 UFC/ml.

En contra parte, si es que la glándula mamaria llegara a presentar algún tipo de infección intramamaria subclínica, la cantidad de bacterias que podrían llegar a encontrarse como parte de la contribución de la glándula mamaria puede llegar a fluctuar entre los 300 a 4 000 UFC/ml, habiendo reportes en los cuales incluso este rango puede llegar a las 10 000 UFC/ml. Así mismo, en el caso se encuentre una infección clínica, el aumento de las bacterias se incrementa drásticamente, siendo posible exceder los 10 000 000 UFC/ml (Bramley, 1992).

Respecto al recuento bacteriano total de la leche, se conoce que la contribución relativa en forma de bacterias patógenas mamarias aumenta a medida que la calidad de la leche mejora, es así como en conteos totales de 20 000 bacterias/ml podemos deducir que el 10% serían patógenas mamarias, mientras que en un conteo mayor a las 100 000 bacterias/ml, el porcentaje disminuye a un 3%. (Bramley, 1992).

b) Cuerpo de la vaca

Tanto la ubre, como los flancos y la región posterior de la vaca tienen el potencial de ser una fuente de contaminación bacteriana para la leche dependiendo principalmente de factores como el manejo del pastoreo, el confinamiento, la higiene de establos, así como el cuidado del ganado orientado a reducir la acumulación o fijación de suciedad y heces en estas áreas del cuerpo de la vaca.

La contribución bacteriana que pueden tener estas zonas de la vaca puede oscilar entre unos 100 a 1 000 UFC/ml, dependiendo de las condiciones que se presenten en el manejo de dichos animales. Por ejemplo, en condiciones de manejo ganadero deficientes, la contaminación bacteriana de la leche por bacterias presentes en el cuerpo del animal puede alcanzar alrededor de 10,000 UFC/ml. Sin embargo, con una adecuada higiene y

cuidado de los pezones este número se reduce aproximadamente a 100 UFC/ml (Olson, 1982).

Respecto a la ubre, anteriormente se consideraba que, si la leche de un cuarto mamario no tenía ninguna infección, esta debía ser estéril. Si bien la existencia de microorganismos viables no ha sido demostrada aún, recientes estudios detectaron la presencia de ADN bacteriano-pertenecientes a *Clostridium spp* o *Ruminococcus spp*, indicando un posible pasaje entre el rumen y la glándula mamaria (Metzger y Hernandez, 2018). Las situaciones irregulares causadas por infecciones, enfermedades o prácticas inadecuadas en la producción de leche alteran el microbioma de la leche proveniente de la glándula mamaria. Las vacas enfermas de mastitis dependiendo de los microorganismos que la causen, puede incrementar el recuento hasta de 100 000 UFC/ml en la leche del tanque; se podría decir que la piel de la mama es un depósito de las bacterias que luego pueden ingresar a la glándula por medio del esfínter del pezón y provocar una infección intramamaria (Vargas et al., 2007).

La presencia de microorganismos en la leche debido a prácticas de manejo deficientes durante el ordeño es una fuente de contaminación ambiental significativa y variable. Esta situación facilita que los microorganismos de la piel de los pezones ingresen a la leche, contribuyendo con un amplio espectro de microorganismos que poseen diversas características microbiológicas

1.5.2. Factores relacionados con las superficies en contacto con la leche

a) Utensilios

Durante el proceso de obtención de la leche mediante el ordeño de las vacas, se emplean diferentes objetos que facilitan la manipulación de ésta, entre ellos podemos encontrar paños, cucharones, tarros lecheros, recipientes, entre otros. Los cuales están siempre ante el peligro de portar una carga microbiana potencialmente peligrosa para la calidad final de la leche, esto se debe principalmente a las malas prácticas de higiene durante el manejo de dichos objetos, lo cual incluye una inadecuada limpieza y desinfección, así como descuido por parte del personal encargado al momento de manipular dichos objetos (Carrillo et al., 2018).

En el caso de los tarros lecheros, por ejemplo, se conoce que debido a la dificultad

para una correcta limpieza se pueden encontrar grandes cantidades de microorganismos, como Bidegain (1976) presentó un trabajo de investigación en el cual se examinaron 221 tarros, de los cuales solo 60 tenían recuentos $<50\,000$ UFC/tarro, teniendo dicha cifra en consideración como máximo aceptable, 31 presentaban recuentos $>50\,000$ UFC/tarro, y 130 recuentos mayores a $250\,000$ UFC/ml. De igual manera, los paños empleados para el secado de los pezones durante el ordeño, debido a una pobre higienización presentaron bacterias coliformes durante el análisis de centros de acopio lechero, la situación de los paños tiene en gran medida relación con el agua que se emplea para el lavado de los mismos, siendo esta la principal causa de contaminación cruzada, la cual representa una contribución bacteriana que puede traer consecuencias con respecto a la calidad de la leche obtenida.

Debido a estos resultados, se han venido desarrollando y mejorando protocolos y técnicas que permitan tener un mejor manejo de los utensilios empleados durante el ordeño, habiéndose desarrollado nuevos desinfectantes que se pueden emplear en industrias alimentarias, tales como la industria lechera.

b) Equipos

Una de las causas más comunes de contaminación bacteriana de la leche es debido al contacto con superficies de los equipos empleados, los cuales debido a una indebida sanitización tienen cargas bacterianas las cuales son transmitidas a la leche durante el almacenaje, transporte y manufactura de esta. Intentar reducir la contaminación bacteriana aportada por ellos a la leche es una de las principales estrategias en tanto a inocuidad alimentaria, para esto se realiza limpiezas, desinfecciones y sanitizaciones de los diferentes equipos involucrados (Jurado et al., 2019).

La falta de limpieza adecuada de los equipos de ordeño resulta en la acumulación de residuos lácteos que se adhieren a su superficie. Dentro de estos residuos se forman películas microbiológicas, conocidas como biocapas o biofilms, que permiten que un conjunto de microorganismos se adhiera a la superficie mediante sustancias extracelulares. Esto favorece la proliferación de bacterias contaminantes en la leche. (Gómez, 2017).

De acuerdo con diferentes investigaciones, se tiene la estimación de que el equipo

de ordeño puede llegar a incrementar el recuento de bacterias totales en un promedio de 2 000 a 3 000 UFC/ml, así mismo, los conteos de coliformes totales pueden llegar a duplicarse si comparamos la calidad de la leche antes y después de pasar por los equipos de ordeña. Es así que, en un estudio realizado a lo largo de un año en 19 predios, se encontró que el promedio bacteriano en la leche era de 2 000 000 UFC/ml, mientras que, al realizar los mismos procesos de producción con equipos de ordeño nuevos, se encontró que el recuento bacteriano disminuyó a 16 100 UFC/ml, siendo bastante notable la reducción de la carga microbiana. En el mismo estudio, se midió la contaminación por parte de cada uno de los equipos, obteniendo que las pezoneras aportaron un aproximado de 922 000 UFC/ml, siendo el equipo que mayor aporte bacteriano tuvo, seguido de las mangueras para leche, en las cuales se encontró un promedio de 354 000 UFC/ml. Se resaltó además que los equipos que constan de componentes que tienen como material la goma, presentan una contaminación de entre 10 a 117 veces más que aquellos que están compuestos por materiales metálicos (Moreno, et. al, 2007).

Otro de los factores a tener en cuenta en tanto a los equipos de ordeño es la conservación de estos, la cual tiene una influencia directa en la facilidad o dificultad para higienizar de manera correcta estos equipos, siendo uno de los hábitos más comunes en las granjas el sobreuso de pezoneras, medida que contribuye a la contaminación de estas, ya que este uso excesivo provoca agrietamientos que terminan favoreciendo la proliferación de bacterias contaminantes (Cevallos, 2012).

1.6. Buenas prácticas de ordeño

Entre los elementos vitales para la producción de leche de buena calidad se encuentra la higiene. Este factor tiene que estar durante cada fase del proceso de ordeño, desde el pre-ordeño, pasando por el ordeño, para finalizar en el post-ordeño. A fin de disminuir el riesgo de contaminación con microorganismos, es necesario incluir prácticas apropiadas de higiene, desde el personal, manejo de animales, limpieza y desinfección de instalaciones y equipos, buscando obtener una leche apta para el consumo humano. La vaca lechera es un animal que se acostumbra a una rutina, por lo tanto, es crucial seguir una rutina de ordeño adecuada. Esta rutina consiste en un conjunto de procedimientos recomendados para obtener la leche de manera eficiente y limpia, al tiempo que se cuidan las ubres para mantenerlas sanas. Una buena rutina de ordeño tiene como objetivo maximizar la productividad de las vacas lactantes (Pinzón et al., 2018).

Para llevar a cabo este proceso de manera efectiva, es fundamental establecer un entorno óptimo que promueva la calma y la familiaridad. La vaca debe acostumbrarse a una rutina constante, realizada en el mismo lugar, a la misma hora y con el mismo personal, entre otros aspectos. Cualquier modificación en esta rutina debe introducirse de manera gradual para evitar causar estrés al animal. Además, es importante destacar que seguir una rutina de ordeño adecuada suele ser crucial para garantizar la producción de leche de alta calidad. (Negri y Aimar, 2019).

1.6.1. Arreo a la sala de ordeño

El arreo de las vacas se inicia cuando el personal encargado llega al establo. Generalmente a las vacas se las va a encontrar echadas y rumiando, es recomendable arrear las vacas con calma, sin palos, sin perros, sin gritos, y en lo posible a pie, debido a que el uso de vehículos de transporte genera fuertes sonidos que asustan a los animales (Nieto y Berisso, 2012). Es recomendable iniciar el proceso de ordeño con las vaquillas recién paridas, que generalmente están en mejor estado de salud, luego seguir con las vacas adultas y, por último, ordeñar a las vacas en tratamiento cuya leche no será procesada en la planta. (Chahine y Pozo, 2016).

1.6.2. Limpieza de pezones

En ciertas rutinas de ordeño este paso es incluido realizando el lavado de los pezones, sin embargo, muchas veces el escurrimiento como producto del lavado contribuye con la movilización de microorganismos como *Streptococcus uberis* y *Escherichia coli* hacia el esfínter del pezón (Kruze, 2008). Por lo tanto, el añadir este paso a la rutina de ordeño dependerá de la presión de agua utilizada para el lavado y el secado después de este.

1.6.3. Secado de pezones

Las toallas de secado eliminan la mayoría de las bacterias del pezón y proporcionan una estimulación adicional a los pezones, es importante asegurarse de que se seque bien la punta del pezón, la utilización de toallas individuales impregnadas con una solución desinfectante ha mostrado ser eficaz para disminuir la contaminación en la piel de la ubre y los pezones. Este método de higiene simple no añade tiempo extra a la rutina de ordeño (Johnson, 2011).

1.6.4. Pre-sellado

El pre-sellado es un método diseñado para gestionar las bacterias presentes en el entorno del pezón, incluyendo *Staphylococcus aureus*, que tiende a colonizar la piel de los pezones. Para que el pre-sellado sea efectivo, debe cubrir toda la superficie del pezón y además debe permanecer un mínimo de 20-30 segundos para eliminar las bacterias (Johnson, 2011).

1.6.5. Despunte

Consiste en la eliminación de los tres primeros chorros de leche sobre un fondo oscuro, esta práctica contribuye con la detección de signos de calor, dureza, o pezones agrandados. Así como la presencia de coágulos, restos de sangre, pus, etc., identificando la presencia de mastitis clínica. Además, ayuda con la eliminación de la leche residual, por lo tanto, contribuye con la disminución de la carga bacteriana y el recuento de células somáticas. Por otro lado, es una forma de estimular la bajada de la leche si se realiza un leve masaje (Kruze, 2008).

1.6.6. Colocación de la unidad de ordeño

La estimulación de la glándula mamaria durante el pre-ordeño desencadena el reflejo de la "bajada de la leche" mediante la liberación de oxitocina, lo que aumenta la presión intramamaria y llena los pezones con leche aproximadamente un minuto después de comenzar la preparación. Por lo tanto, la colocación de las pezoneras debe realizarse tan pronto como se alcance la presión máxima dentro de la glándula para aprovechar al máximo el efecto de la oxitocina, que dura aproximadamente 5 minutos. Si hay un intervalo prolongado entre la estimulación y la colocación de las pezoneras, se perderá el efecto de la oxitocina y la ordeña será incompleta, lo que aumenta el riesgo de infección intramamaria. Es crucial colocar las pezoneras con cuidado para evitar la entrada de aire en el sistema de ordeño (Kruze, 2008).

1.6.7. Retiro de la ordeñadora

Después de que el flujo de leche haya cesado, es importante retirar las pezoneras suavemente, asegurándose siempre de interrumpir primero el vacío. Si es que el equipo no cuenta con retiradores automáticos, si el equipo cuenta con estos, sólo será necesario observar constantemente que no ocurra un mal funcionamiento del sistema (Kruze, 2008).

1.6.8. Sellado

Después de retirar la unidad de ordeño, se debe aplicar una solución de post-sellado que contenga un antiséptico aprobado y eficaz. Este sellado debe cubrir al menos tres cuartas partes, o de manera ideal, la totalidad del pezón. Este paso es crucial para controlar los microorganismos que pueden causar mastitis, ya que deja un residuo del antiséptico en la punta del pezón, protegiéndolo de la contaminación mientras la vaca sale de la sala de ordeño y el conducto del pezón aún permanece abierto (Chahine y Pozo, 2016).

Desde una perspectiva higiénica, los factores de proceso involucrados en el ordeño tienen un rol importante porque actúan directamente sobre la minimización de agentes microbianos contaminantes para que no se puedan producir peligros desde el punto de vista sanitario. El factor de proceso esencial en el campo de la leche/productos lácteos es el control de la temperatura (Aguirre, 2016).

1.7. Placas Compact Dry

Las placas Compact Dry son un método altamente eficiente que contribuye a reducir el tiempo necesario para llevar a cabo análisis microbiológicos en alimentos y bebidas. Las colonias que se desarrollan en la placa presentan una coloración distintiva debido a la presencia de sustratos cromogénicos e indicadores específicos para cada tipo de bacteria. Esta técnica ha sido aprobada por la Association of Official Analytical Chemists AOAC (HyServe. 2010).

Las placas Compact Dry (EC) para *Escherichia coli*, contienen un medio de cultivo que incluye dos sustratos cromogénicos: Magenta-gal (5-bromo-6-cloro-3-indoxilbeta-D-galactopiranosido) y X-Gluc (Ácido 5-bromo-4-cloro-3-indoxil-beta-D-glucurónico, sal de ciclohexilamonio). Como resultado, las colonias de coliformes adquieren un color rojo debido al sustrato Magenta-gal, mientras que las colonias de *E. coli* se vuelven azules por el sustrato X-Gluc. Los resultados suelen ser visibles después de incubación durante 24 horas aproximadamente, a una temperatura de $37 \pm 1^\circ$ (Monar, 2017).

Las placas Compact Dry TC destinadas al cultivo de bacterias mesófilas aeróbicas incluyen un medio de cultivo que contiene un colorante redox llamado cloruro de 2,3,5-

trifenil-tetrazolio, el cual facilita la distinción del crecimiento de las colonias. Las colonias que se desarrollan en este medio adquieren un color rojo debido a la presencia del indicador redox, la sal de tetrazolio. Los resultados pueden observarse después de incubar las placas durante 48 horas a una temperatura de $37 \pm 1^\circ \text{C}$.

Las placas Compact Dry (SA) diseñadas para la detección de *Staphylococcus spp.* y *S. aureus* incluyen un medio selectivo que utiliza un agar de Manitol Salado mejorado. La identificación específica de *Staphylococcus aureus* se logra mediante una prueba de yema de huevo (suspensión Compact Dry SA Egg Yolk). En esta prueba, el complejo lipoproteico (lecitina) presente en la yema de huevo se descompone debido a la acción de la lipasa producida por *Staphylococcus aureus*, lo que resulta en un cambio de color en el medio. Este cambio se manifiesta como un halo blanco alrededor de las colonias, las cuales a su vez adquieren una leve coloración amarillenta(Compact-Dry®, 2019).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación

La investigación se realizó en la Granja Montefino del Grupo Solid Perú, Figura 1, ubicada en la comunidad de Llachoccmayo a 54 km de la ciudad de Huamanga, a una altitud media de 3814 m.s.n.m. cuyas coordenadas geográficas son 13° 25' latitud sur en el distrito de Chiara, provincia Huamanga, región Ayacucho. Como una de las zonas altoandinas de la región de Ayacucho se caracteriza por presentar una época de precipitaciones (diciembre, enero, febrero y marzo), una época seca (mayo, junio, julio y agosto) y el intermedio (abril, setiembre, octubre y noviembre) (Moncada et al., 2020). En general, la temperatura mínima promedio es de alrededor de 3° Celsius y la máxima es de alrededor de 15° Celsius. Entre los meses más fríos, están junio y julio, mientras que los más cálidos son diciembre y enero.

Figura 2.1

Ubicación de la granja Montefino



2.2. Materiales y equipos

➤ Físicos de campo

- Botas
- Mameluco
- Cámara fotográfica
- Guantes
- *Coolers*
- Gel congelado
- Mechero
- Alcohol
- Gradilla de metal
- Hisopos estériles
- Cucharon de aluminio estéril
- Embudo de vidrio
- Frascos de vidrio de 500 ml con tapa

➤ Físicos de laboratorio

- Refrigerador
- Agua bidestilada
- Balanza
- Autoclave
- Micropipetas
- Puntas de plástico Braund de 1000 μ L
- Puntas de plástico Braund de 1 a 10 ml
- Frascos de vidrio de 250 ml y 100 ml
- Matraz de 250 ml
- Cámara de flujo laminar
- Incubadora
- Gradilla de plástico
- Tubos de ensayo estériles
- Algodón
- Placas de Petri
- Asa de siembra
- Matraz de Erlenmeyer

➤ **Materiales biológicos**

- Muestras de leche
- Muestras del hisopado de pezoneras
- Muestras del hisopado de paños
- Muestras del hisopado de pezones

➤ **Materiales químicos**

- Placas Compact Dry para recuento de mesófilos aerobios
- Placas Compact Dry para recuento de Coliformes
- Placas Compact Dry para recuento de *Staphylococcus aureus*
- Agar Mueller Hinton
- Agar McConkey
- Agar *Salmonella Shigella*
- Agar TSA
- Agar sangre
- Diluyente de agua de peptona tamponada al 0,1 %

2.3. Problemas específicos

- ¿La leche cruda producida en la granja Montefino cumple con los criterios microbiológicos establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 202.001-2016?
- ¿La calidad higiénica de los factores (paños, máquina de ordeño y pezones) empleados en el proceso de ordeño en la granja Montefino cumple con los criterios microbiológicos establecidos en las normativas correspondientes?

2.4. Diseño de la investigación

En este estudio de investigación, se implementó un diseño no experimental que se clasifica como investigación descriptiva. Este enfoque nos facilita la observación de fenómenos en su entorno natural, lo que a su vez posibilita la recopilación de información para su posterior análisis y comparación con los estándares establecidos en las normativas pertinentes.

2.5. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron procesados mediante técnicas estadísticas descriptivas, se procedió con el siguiente detalle:

- Se elaboró una base de datos conteniendo la información recolectada a partir de los diferentes muestreos considerando detalles como lugar de muestreo, superficie de la zona muestreada y hora en la que se realizó el muestreo.
- Se prosiguió con la limpieza de datos, así como, la verificación con la libreta de campo.
- 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. Definición de la población y tamaño de muestra

A partir de la observación de los procedimientos, las instalaciones y las máquinas de ordeño, se elaboró un diagrama de flujo identificando las etapas y puntos de control de la rutina de ordeño, definiendo como población de muestra la leche cruda producida y los factores paños, pezoneras y pezones involucrados en la rutina de ordeño. La leche cruda producida a su vez es expendida en dos puntos de venta localizados en la ciudad de Huamanga, cuya evaluación también se realizó debido a su importante rol como producto final que llega al consumidor. En el caso de la evaluación microbiológica de la leche cruda se tomó como referencia la NTP 202.001-2016 para verificar que se cumpla con las especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad que establece el Ministerio de Salud.

Mientras que, para los factores involucrados en el proceso de ordeño (pañós, pezoneras y pezones) se tomó como referencia la Guía Técnica para el Análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas. RESOLUCIÓN MINISTERIAL N°461-2007/MINSA para la evaluación de coliformes totales; sin embargo, esta normativa no contempla el recuento de mesófilos aerobios, por lo cual para este grupo se tomó como referencia la Norma Oficial Mexicana NOM-093- SSA1-1994 que acepta un límite de $<400 \text{ UFC/cm}^2$ (Caro y Tobar, 2020).

La técnica de muestreo fue intencional por conveniencia (muestreo no probabilístico) debido a que toda la leche ordeñada en la granja tiene un solo punto de colección que es el tanque general de recepción; se tomó una muestra por mes durante cuatro meses. Respecto a los puntos de venta, se colectó una muestra de cada uno de los

centros de venta, por mes durante cuatro meses.

Para el caso de los factores involucrados en el proceso de ordeño se aplicó la Guía técnica para el análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas, resolución ministerial N° 461– 2007/MINSA, por lo cual se seleccionaron aquellos factores inertes que estuvieron en contacto directo con la leche. Se colectaron 3 muestras de las pezoneras de 3 máquinas de ordeño, por mes, durante 4 meses y 3 muestras de los paños, por mes durante 4 meses.

Respecto a superficies vivas se seleccionaron animales siguiendo un muestreo probabilístico de tipo aleatorio, muestreo que fue revisado a partir del estudio realizado por Málaga y Condemayta (2013), donde se tomó la piel de los pezones de los animales en ordeño, como uno de los factores relacionados a la contaminación bacteriológica de la leche.

2.7. Selección del método de muestreo

Se seleccionó el método de muestreo en función a las características de la superficie a muestrear, considerando como el más adecuado el método del hisopo, método que se emplea para superficies inertes regulares e irregulares, tales como pezoneras y paños. Se empleó el mismo método de muestreo para el factor animales (piel del pezón).

2.8. Procedimiento para la toma de muestras

Las muestras de leche se tomaron directamente del tanque general, posteriormente al ordeño y homogenización del contenido, colectando como mínimo 250 ml de leche en un frasco estéril de vidrio; así mismo se tomaron muestras de la leche trasladada hasta los puntos de venta, estas muestras se colectaron directamente de los tanques de almacenamiento.

La toma de muestras de utensilios, máquinas y animales fue mediante el hisopado, que consistió en frotar el hisopo previamente humedecido en la solución diluyente (agua peptonada al 0,1%), siguiendo el siguiente procedimiento; se empapó un hisopo en la solución diluida y se aplicó con una ligera presión contra la pared del tubo, utilizando movimientos rotativos para eliminar el exceso de líquido. Inclinando el hisopo a un ángulo de 30 grados, se frotó la superficie cuatro veces en direcciones opuestas,

asegurando la cobertura completa. Este proceso se repitió para las tres pezoneras restantes, utilizando el mismo hisopo y centrándose especialmente en el área en contacto con el esfínter del pezón. Finalmente, el hisopo se colocó en el tubo con la solución diluida, y la parte que estuvo en contacto con los dedos, se rompió y se desechó.

Para las muestras de paños se mojó un hisopo en la solución diluida y se aplicó con suavidad contra la pared del tubo, girándolo para eliminar el exceso de líquido. Luego, con el hisopo inclinado a 30 grados, se frotó la superficie del paño a muestrear cuatro veces en direcciones opuestas, asegurando una cobertura uniforme. Una vez completado esto, el hisopo se colocó en el tubo con la solución diluida, y se rompió la parte que estuvo en contacto con los dedos antes de desecharla.

Para las muestras de los animales (pezones) el procedimiento se efectuó humedeciendo el hisopo en la solución diluyente y se presionó ligeramente en la pared del tubo con un movimiento de rotación para quitar el exceso de solución. Con el hisopo inclinado en un ángulo de 30° se frotaron los bordes del esfínter de los cuatro pezones pertenecientes a la ubre de una unidad animal bovina, inmediatamente después de que el operador encargado realice el secado de los pezones con los paños y antes de que estos entren en contacto con las pezoneras, haciendo énfasis en cada uno de los esfínteres. Luego se colocó el hisopo en el tubo con la solución diluyente, quebrando la parte del hisopo que estuvo en contacto con los dedos del muestreador, la cual fue eliminada.

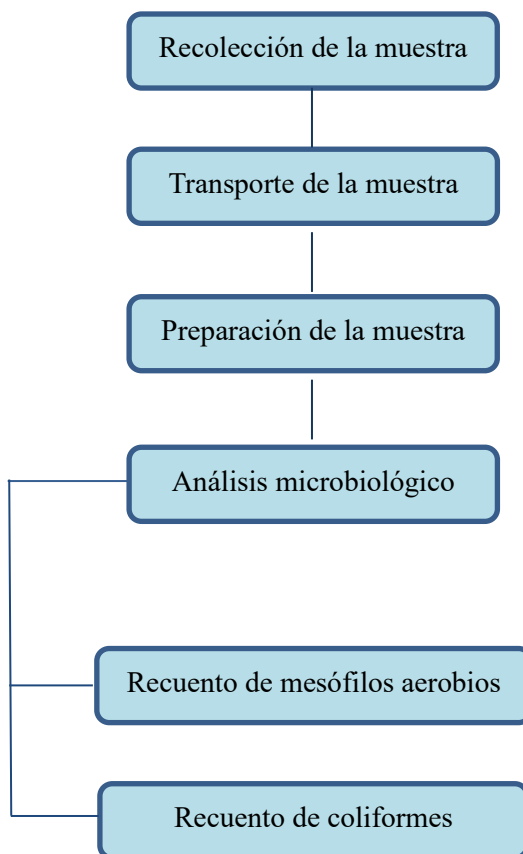
2.9. Conservación y transporte de las muestras

Las muestras fueron colocadas en un recipiente isotérmico con gel refrigerante, distribuyendo uniformemente este gel tanto en la base como en los laterales del contenedor. El objetivo fue garantizar que la temperatura dentro del contenedor no superara los 10°C, con el fin de preservar la integridad de las muestras hasta su llegada al laboratorio. El tiempo de transporte desde la toma de la muestra hasta su recepción en el laboratorio se determinó estrictamente en función de mantener esta temperatura. Se registró la temperatura del contenedor al momento de colocar las muestras y nuevamente al llegar al laboratorio para asegurar que se mantuvieran dentro del rango adecuado durante todo el transporte. Las temperaturas superiores a 10°C invalidan la muestra para su análisis (MINSA, 2007). Las muestras se transportaron al laboratorio de Microbiología Veterinaria de la Escuela de Formación Profesional de Medicina Veterinaria para su

análisis, refrigerándolas y manteniéndolas entre 2° y 4°C hasta su procesamiento dentro de las próximas 2 horas después de su colección.

Figura 2.2

Procedimientos de muestreo de la leche cruda según la NTP 202.001-2016



2.10. Metodología de laboratorio

Para llevar a cabo los análisis microbiológicos se emplearon los métodos normalizados por organismos internacionales, Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación Internacional de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC: Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International), por medio de las placas Compact Dry de la empresa Nissui Pharmaceutical Co. Japón, las cuales cuentan con la certificación AOAC (Nissui, 2005).

Para la preparación de las muestras se hizo uso de la cámara de flujo laminar con la finalidad de evitar la contaminación de las muestras.

Para cada muestra se preparó un frasco de vidrio estéril con 90 ml de agua

peptonada al 0,1% y tubos de ensayo con 9 ml de agua peptonada al 0,1%.

Las muestras de leche e hisopos, primero se homogenizaron durante 30 segundos en el frasco para después extraer 10 ml de la muestra y verterla en los 90 ml de agua peptonada previamente alistada. Obteniendo la primera dilución 1:10.

Seguidamente se realizaron diluciones sucesivas tomando 1 ml de la primera dilución 1:10 y vertiéndola en un tubo que contenga 9 ml de agua peptonada al 0.1 % obteniendo así la dilución 1:100 (10^2), seguidamente se tomó 1ml de la dilución 10^2 y se colocó en otro tubo con 9 ml de agua peptonada estéril obteniendo la dilución 10^3 , 10^4 y así sucesivamente.

Con la micropipeta se midió 1ml de cada dilución a sembrar, se destapó la placa y se depositó 1 ml de la muestra en el centro de la superficie, la muestra se dispersó automática y homogéneamente sobre la superficie de la placa, transformando la lámina seca en un gel, en pocos segundos. Posteriormente se tapó la placa, se rotuló con la hora y tipo de muestra y se llevó a incubar invirtiendo la placa de modo que la tapa quede hacia la parte de abajo.

Para los mesófilos aerobios se incubó a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ por 48 ± 3 horas. Para *E. coli* y los coliformes totales se incubó a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 24 ± 2 horas.

Para *Staphylococcus aureus* el tiempo de incubación se realizó según las indicaciones del fabricante, durante 24 ± 2 horas, a una temperatura de $35 \pm 2^\circ\text{C}$.

2.11. Recuento e identificación de bacterias

Una vez pasado el periodo de incubación se escogieron aquellas placas que presentaban entre 30 y 300 Unidades Formadoras de Colonias (UFC), excepto aquellas sembradas con solución sin diluir. Se contabilizaron las colonias y se multiplicaron los recuentos obtenidos por sus respectivos factores de dilución y por el volumen de solución diluyente utilizada en el muestreo (10 ml), los resultados fueron informados como UFC/ml en el caso de la leche y como UFC/superficie cuando se trató de superficies irregulares. En cada muestra se escogieron las colonias más representativas y se sembraron en las placas con agares convencionales para comprobar el crecimiento de

estas bacterias. La siembra de los coliformes y *E. coli* de las placas Compact Dry se cultivaron en agar MacConkey, los mesófilos aerobios en agar sangre, TSA y Muller hinton para ver ciertas características morfológicas macroscópicas más específicas.

Una vez observado el crecimiento de las bacterias en los medios de cultivo en placa, se realizó la tinción respectiva para la observación de estas en el microscopio.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

3.1. Recuento de mesófilos aerobios

3.1.1. Recuento de mesófilos aerobios en la leche

Los resultados obtenidos del recuento de microorganismos mesófilos aerobios en las muestras de leche se observan en las tablas 3.1 y 3.2.

Tabla 3.1

Recuento de microorganismos mesófilos aerobios (UFC/ml) en la leche cruda de vaca del tanque general de recepción (LTG), del centro de expendio 1 (LE1) y del centro de expendio 2 (LE2) de la granja Montefino

Tipo de muestra	Muestreo (1)	Muestreo (2)	Muestreo (3)	Muestreo (4)
LTG	1000	3250	29500	1200
LE1	45000	190000	191000	50000
LE2	340500	85000	159000	1130000

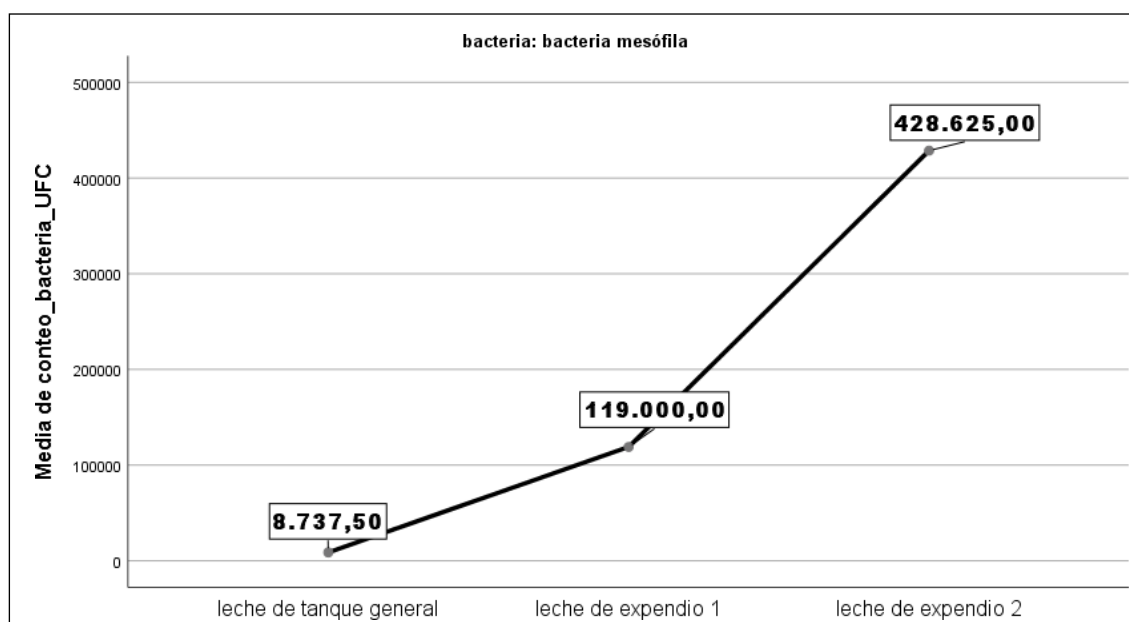
Tabla 3.2

Estadística descriptiva para los Mesófilos Aerobios en la leche cruda de vaca del Tanque General de recepción (LTG), del centro de expendio 1 (LE1) y del centro de expendio 2 (LE2) de la granja Montefino

	N	Media (UFC)	Desv. Desviación (UFC)	Desv. Error (UFC)	Mínimo (UFC)	Máximo (UFC)	Límite máximo (NTP)
Leche de tanque general	4	8737,50	13878,96	6939,48	1000	29500	1000000
Leche de expendio 1	4	119000,00	82587,33	41293,66	45000	191000	1000000
Leche de expendio 2	4	428625,00	479746,01	239873,00	85000	1130000	1000000
Total	12	185454,17	314876,10	90896,90	1000	1130000	

Figura 3.1

Medias del conteo de mesófilos aerobios en la leche cruda



De acuerdo con los datos presentados en la tabla 2 y la figura 3, se puede observar que el promedio de bacterias mesófilas en la leche proveniente del tanque general es de $87,38 \times 10^2$ UFC/ml, lo cual se encuentra por debajo del límite máximo permisible establecido de 1000000 UFC/ml según la Norma Técnica Peruana NTP 202.001:2016 “LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche cruda. Requisitos”. De manera similar, la leche cruda del centro de expendio 1 y expendio 2 presentan promedios de 119×10^3 UFC/ml, y $42,86 \times 10^4$ UFC/ml, resultados que se encuentran por debajo del límite máximo de 1000000 UFC/ml.

3.1.2. Recuento de mesófilos aerobios en los factores involucrados en el proceso de ordeño

Los resultados obtenidos del recuento de microorganismos mesófilos aerobios (UFC/ml) en las muestras de paños, pezones y pezoneras se muestran en las tablas 3.3 y 3.4.

Tabla 3.3

Recuento de microorganismos mesófilos aerobios en paños, pezoneras y pezones

Tipo de muestra	Muestreo (1) UFC/superficie	Muestreo (2) UFC/superficie	Muestreo (3) UFC/superficie	Muestreo (4) UFC/superficie
Trapo 1	0	50	100	1300
Trapo 2	100	150	0	400
Trapo 3	360	80	400	3000
Pezonera 1	20	820	100	10
Pezonera 2	20	200	0	10
Pezonera 3	110	60	0	0
Pezón 1	20000	610	10000	4300
Pezón 2	2220	10980	96000	10900
Pezón 3	10000	2780	8000	1200

Tabla 3.4

Estadística descriptiva de mesófilos aerobios en los factores involucrados en el proceso de ordeño

Factores del proceso de ordeño	N	Media(UFC)	Desv. Desviación(UFC)	Desv. Error (UFC)	Mínimo (UFC)	Máximo (UFC)	Límite máximo
Paño 1	4	362,50	626,33	313,17	0,00	1300,00	250 000
Paño 2	4	162,50	170,17	85,09	0,00	400,00	250 000
Paño 3	4	960,00	1367,43	683,72	80,00	3000,00	250 000
Pezonera 1	4	237,50	390,42	195,21	10,00	820,00	4000
Pezonera 2	4	57,50	95,35	47,68	0,00	200,00	4000
Pezonera 3	4	42,50	53,15	26,58	0,00	110,00	4000
Pezón 1	4	8727,50	8449,56	4224,78	610,00	20000,00	48 000
Pezón 2	4	30025,00	44175,02	22087,51	2220,00	96000,00	48 000
Pezón 3	4	5495,00	4178,85	2089,42	1200,00	10000,00	48 000
Total	36	5118,89	16231,32	2705,22	0,00	96000,00	

Nota:

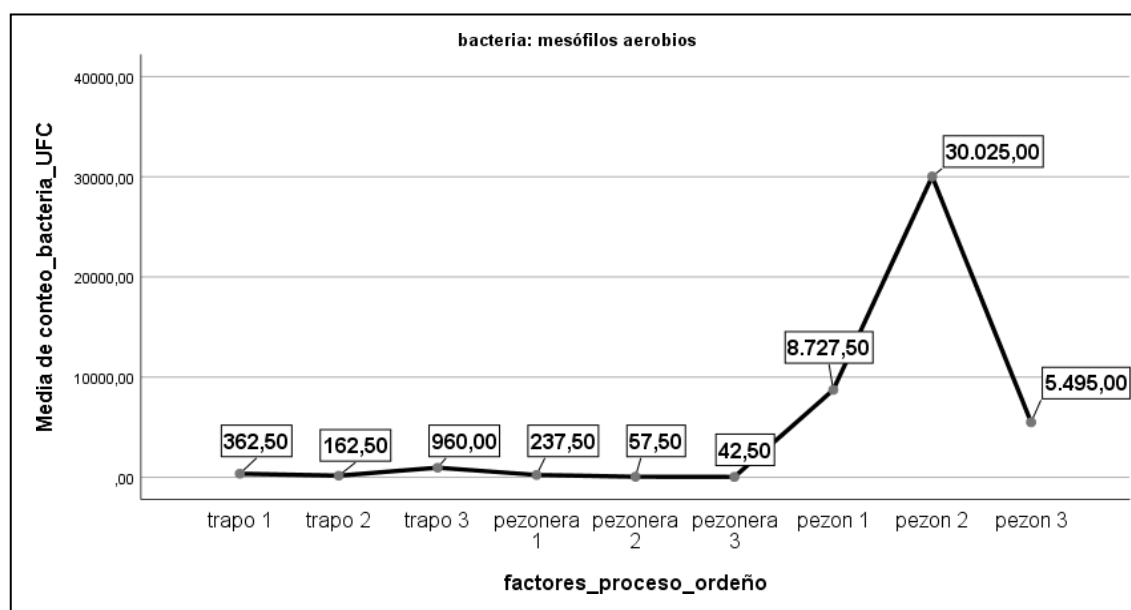
Máximo límite permisible de UFC para los paños es $400 \times 25\text{cm} \times 25\text{cm} = 250 \times 103$;

Máximo límite permisible de UFC para las pezoneras es $400 \times 5\text{cm} \times 2\text{cm} = 40 \times 102$;

Máximo límite permisible de UFC para los pezones es $3000 \times 4\text{cm} \times 4\text{cm} = 48 \times 103$

Figura 3.2

Medias del conteo de bacterias mesófilas aerobias en factores involucrados en proceso de ordeño



La tabla 3.4 y figura 3.2 muestran que los paños 1, 2 y 3 tienen una media de $3,63 \times 10^2$ UFC/superficie, $1,63 \times 10^2$ UFC/superficie y $9,6 \times 10^2$ UFC/superficie de bacterias mesófilas aerobias, respectivamente. Estos valores son inferiores al límite máximo establecido de 250×10^3 UFC/superficie muestreada según la Norma Oficial Mexicana NOM-093- SSA1-1994, lo que indica que los paños cumplen con los estándares de calidad higiénica. En cuanto a las pezoneras 1, 2 y 3, se registra una media de $2,38 \times 10^2$ UFC/superficie; 57,5 UFC/superficie y 42,5 UFC/superficie muestreada de bacterias mesófilas, respectivamente. Estos valores también son inferiores al límite máximo permitido de 40×10^2 UFC/superficie muestreada. Por lo tanto, se puede afirmar que las pezoneras cumplen con los requisitos de higiene establecidos. En relación con los pezones 1, 2 y 3, se observa una media de $87,28 \times 10^2$ UFC/sup. muestreada; $30,03 \times 10^3$ UFC/sup. muestreada y $54,95 \times 10^2$ UFC/sup. muestreada de bacterias mesófilas aerobias, respectivamente. Estos valores son inferiores al límite máximo permitido de 48×10^3 UFC/superficie muestreada.

3.2. Recuento de coliformes totales

3.2.1. Recuento de coliformes totales en la leche

Los resultados obtenidos del recuento de microorganismos Coliformes Totales en las muestras de leche se observan en las tablas 3.5 y 3.6.

Tabla 3.5

Recuento de microorganismos coliformes totales (UFC/ml) en la leche cruda de vaca del tanque general de recepción (LTG), del centro de expendio 1 (LE1) y del centro de expendio 2 (LE2) de la granja Montefino.

Tipo de muestra	Muestreo (1)	Muestreo (2)	Muestreo (3)	Muestreo (4)
LTG	0	50	25	720
LE1	15550	145000	5100	1400
LE2	16500	133000	8400	24300

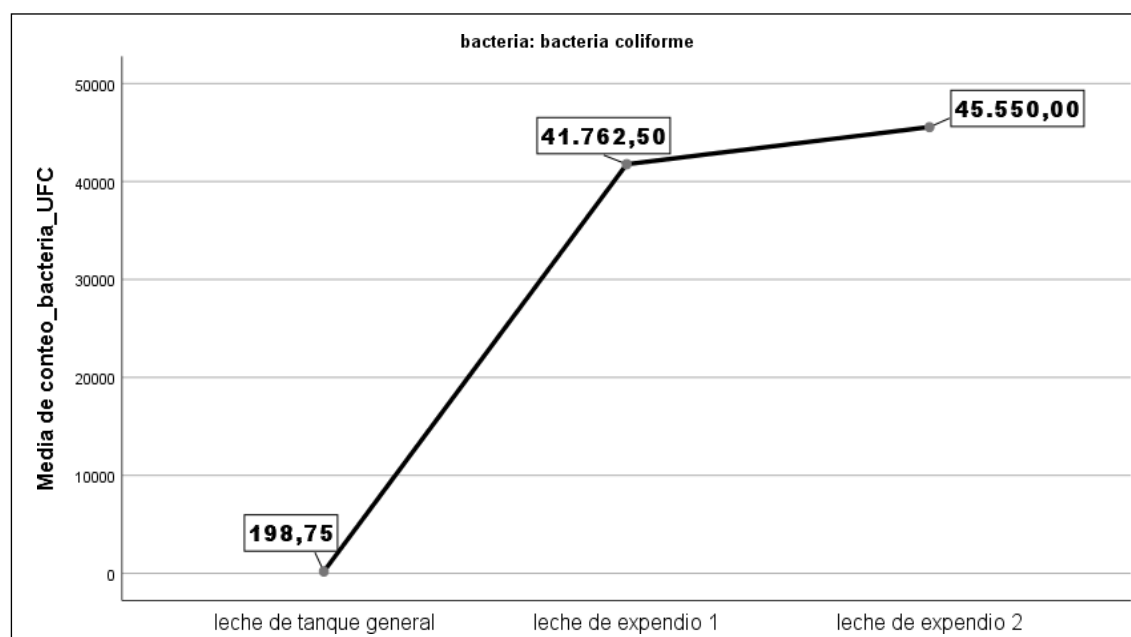
Tabla 3.6

Estadística descriptiva de las bacterias coliformes totales en la leche cruda

	N	Media (UFC)	Desviación (UFC)	Desv. Error (UFC)	Mínimo (UFC)	Máximo (UFC)	NTP
Leche de tanque general	4	198,75	348,10	174,05	0	720	1000
Leche de expendio 1	4	41762,50	69085,33	34542,66	1400	145000	1000
Leche de expendio 2	4	45550,00	58660,30	29330,15	8400	133000	1000
Total	12	29170,42	51967,328	15001,676	0	145000	

Figura 3.3

Medias del conteo de bacterias coliformes totales de la leche cruda



Del análisis de la tabla 3.6 y figura 3.3 se puede observar que el promedio de bacterias coliformes en la leche del tanque general es de $1,99 \times 10^2$ UFC/ml, lo cual se encuentra por debajo del límite máximo permisible establecido de 1000 UFC/ml según la Norma Técnica Peruana NTP 202.001:2016 “LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche cruda. Requisitos.” Por lo tanto, se puede afirmar que la leche del tanque general cumple con la normativa establecida. Asimismo, tanto el valor mínimo como el máximo de bacterias coliformes no exceden el límite establecido por la normativa.

En cuanto a la leche del expendio 1, se ha encontrado un promedio de $41,76 \times 10^3$ UFC/ml de bacterias coliformes, lo cual supera el límite máximo permitido de 1000 UFC/ml. Por lo tanto, se concluye que la leche cruda proveniente del expendio 01 no cumple con las normas de calidad establecidas por la normativa correspondiente. Por otro lado, la leche cruda del expendio 2 presenta un promedio de $45,55 \times 10^3$ UFC/ml de bacterias coliformes, lo cual también excede el límite máximo establecido por la normativa peruana. En consecuencia, la leche del expendio 02 tampoco cumple con las normas de calidad de la leche.

En resumen, la única leche cruda que cumple con los estándares de calidad establecidos respecto a coliformes totales es la proveniente del tanque general en la granja

Montefino. Asimismo, los centros de expendio 1 y 2 no cumplen con los requisitos de higiene y calidad establecidos para la leche cruda.

3.2.2. *Recuento de coliformes totales en los factores involucrados en el proceso de ordeño*

Los resultados obtenidos del recuento de microorganismos coliformes totales en las muestras de paños, pezones y pezoneras de la granja Montefino se observan en las tablas 3.7 y 3.8.

Tabla 3.7

Recuento de microorganismos coliformes totales en las muestras de paños, pezoneras y pezones de la granja Montefino

Tipo de muestra	muestreo (1)	muestreo (2)	muestreo (3)	muestreo (4)
Paño 1	2260	0	20	10
Paño 2	1000	0	0	20
Paño 3	1130	0	0	60
Pezonera 1	0	0	0	0
Pezonera 2	0	20	0	0
Pezonera 3	0	0	10	0
Pezón 1	220	20	0	0
Pezón 2	10	0	120	0
Pezón 3	220	10	10	10

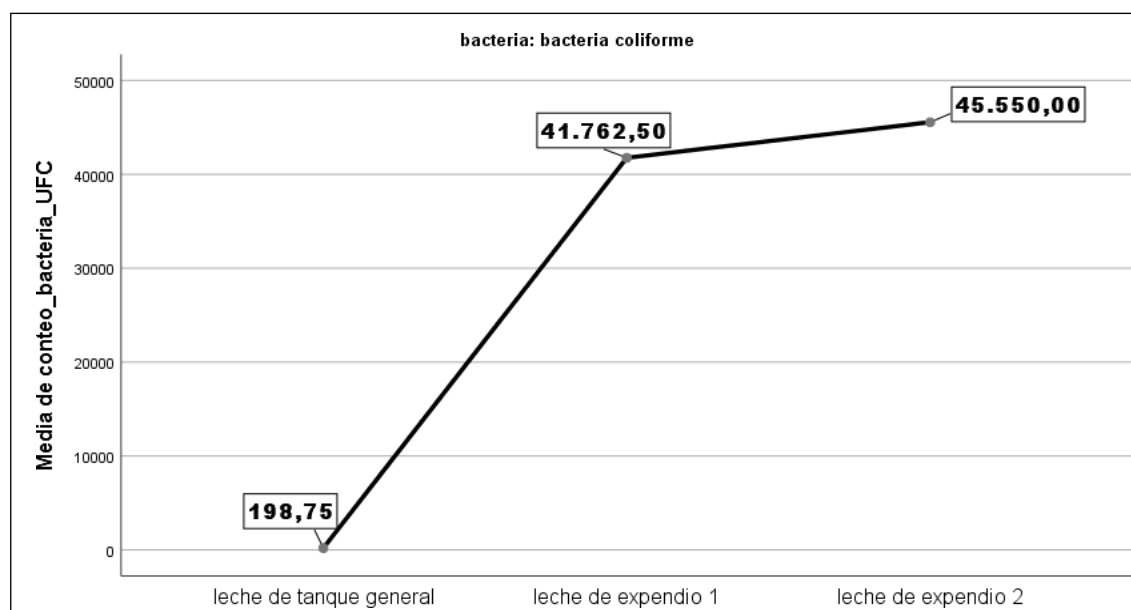
Tabla 3.8

Estadística descriptiva de coliformes totales en los factores involucrados en el proceso de ordeño

Factores del proceso de ordeño	N	Media (UFC)	Desviación (UFC)	Desv. Error (UFC)	Mínimo (UFC)	Máximo (UFC)	Limites máximo
Paño 1	4	572,5	1125,0	562,5	0,0	2260,0	10
Paño 2	4	255,0	496,8	248,4	0,0	1000,0	10
Paño 3	4	297,5	555,7	277,9	0,0	1130,0	10
Pezonera 1	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10
Pezonera 2	4	5,0	10,0	5,0	0,0	20,0	10
Pezonera 3	4	2,5	5,0	2,5	0,0	10,0	10
Pezón 1	4	60,0	107,1	53,5	0,0	220,0	100
Pezón 2	4	32,5	58,5	29,3	0,0	120,0	100
Pezón 3	4	62,5	105,0	52,5	10,0	220,0	100
Total	36	143,1	439,6	73,3	0,0	2260,0	

Figura 3.4

Medias del conteo de bacterias coliformes totales de la leche cruda



Del análisis de la tabla 3.8 y figura 3.4 se puede observar que el promedio de bacterias coliformes en la leche del tanque general es de $1,99 \times 10^2$ UFC/ml, lo cual se encuentra por debajo del límite máximo permisible establecido de 1000 UFC/ml según la Norma Técnica Peruana NTP 202.001:2016 “LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche cruda. Requisitos.” Por lo tanto, se puede afirmar que la leche del tanque general cumple con la normativa establecida. Asimismo, tanto el valor mínimo como el máximo de bacterias coliformes no exceden el límite establecido por la normativa.

En cuanto a la leche del expendio 1, se ha encontrado un promedio de $41,76 \times 10^3$ UFC/ml de bacterias coliformes, lo cual supera el límite máximo permitido de 1000 UFC/ml. Por lo tanto, se concluye que la leche cruda proveniente del expendio 01 no cumple con las normas de calidad establecidas por la normativa correspondiente. Por otro lado, la leche cruda del expendio 2 presenta un promedio de $45,55 \times 10^3$ UFC/ml de bacterias coliformes, lo cual también excede el límite máximo establecido por la normativa peruana. En consecuencia, la leche del expendio 02 tampoco cumple con las normas de calidad de la leche.

En resumen, la única leche cruda que cumple con los estándares de calidad establecidos respecto a coliformes totales es la proveniente del tanque general en la granja

Montefino. Asimismo, los centros de expendio 1 y 2 no cumplen con los requisitos de higiene y calidad establecidos para la leche cruda.

3.2.3. *Recuento de coliformes totales en los factores involucrados en el proceso de ordeño*

Los resultados obtenidos del recuento de microorganismos coliformes totales en las muestras de paños, pezones y pezoneras de la granja Montefino se observan en las tablas 3.9 y 3.10.

Tabla 3.9

Recuento de microorganismos coliformes totales en las muestras de paños, pezoneras y pezones de la granja Montefino

Tipo de Muestra	Muestreo (1)	Muestreo (2)	Muestreo (3)	Muestreo (4)
Paño 1	2260	0	20	10
Paño 2	1000	0	0	20
Paño 3	1130	0	0	60
Pezionera 1	0	0	0	0
Pezionera 2	0	20	0	0
Pezionera 3	0	0	10	0
Pezón 1	220	20	0	0
Pezón 2	10	0	120	0
Pezón 3	220	10	10	10

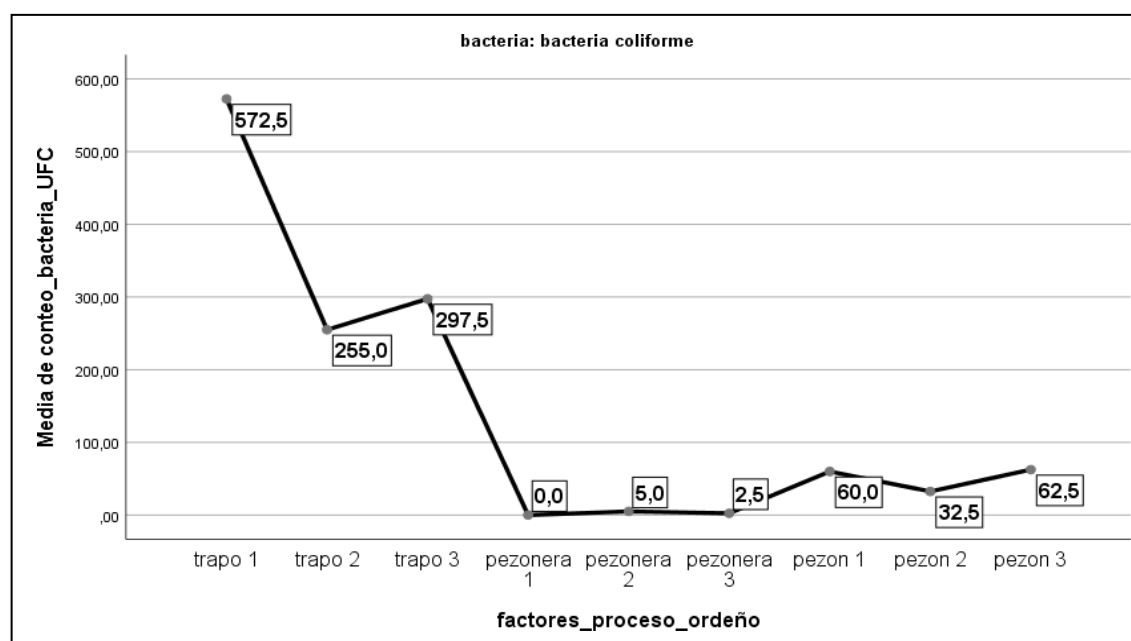
Tabla 3.10

Estadística descriptiva de coliformes totales en los factores involucrados en el proceso de ordeño

Factores del proceso de ordeño	N	Media (UFC)	Desviación (UFC)	Desv. Error (UFC)	Mínimo (UFC)	Máximo (UFC)	Limites máximo
Paño 1	4	572,5	1125,0	562,5	0,0	2260,0	10
Paño 2	4	255,0	496,8	248,4	0,0	1000,0	10
Paño 3	4	297,5	555,7	277,9	0,0	1130,0	10
Pezionera 1	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10
Pezionera 2	4	5,0	10,0	5,0	0,0	20,0	10
Pezionera 3	4	2,5	5,0	2,5	0,0	10,0	10
Pezón 1	4	60,0	107,1	53,5	0,0	220,0	100
Pezón 2	4	32,5	58,5	29,3	0,0	120,0	100
Pezón 3	4	62,5	105,0	52,5	10,0	220,0	100
Total	36	143,1	439,6	73,3	0,0	2260,0	

Figura 3.5

Medias del conteo de bacterias coliformes por tipo de estancia de los factores del proceso de ordeño



Según los datos presentados en la tabla 8 y figura 6, se puede observar que los paños 1, 2 y 3 tienen un promedio de bacterias coliformes de $5,73 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada, $2,55 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada y $2,98 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada, respectivamente. Estos valores son significativamente superiores al límite máximo permitido de 10 UFC. Por lo tanto, se concluye que los tres paños no cumplen con los estándares de calidad higiénica en el proceso de ordeño.

En cuanto a las pezoneras, se determina que la pezonera 1 no presenta bacterias coliformes, lo cual cumple con los requisitos de higiene establecidos. La pezonera 2 tiene un promedio de 5 UFC/superficie de bacterias coliformes, que es menor al límite máximo permitido. Por último, la pezonera 3 muestra un promedio de 2,5 UFC/superficie muestreada, de bacterias coliformes, también por debajo del límite máximo establecido de 10 UFC. Por lo tanto, se puede afirmar que las pezoneras 1, 2 y 3 cumplen con los estándares de calidad e higiene en el proceso de ordeño.

En relación a los pezones, se registran los siguientes promedios de bacterias coliformes: 60 UFC/superficie muestreada, 32,5 UFC/superficie muestreada y 62,5 UFC/superficie muestreada para los pezones 1, 2 y 3, respectivamente. Estos valores son

menores al límite máximo establecido de 100 UFC. Por lo tanto, se concluye que los pezones también cumplen con las normas de calidad e higiene establecidas por la Guía Técnica para el Análisis microbiológico de Superficies en contacto con Alimentos y Bebidas Resolución Ministerial n°461-2007/MINSA.

En resumen, los paños 1, 2 y 3 no cumplen con los estándares de calidad de higiene en el proceso de ordeño debido a la alta presencia de bacterias coliformes. Sin embargo, las pezoneras y los pezones si cumplen con los requisitos de calidad e higiene, ya que los niveles de bacterias coliformes se encuentran por debajo de los límites establecidos.

3.3. Recuento de *Staphylococcus aureus*

Los resultados obtenidos del recuento de *Staphylococcus aureus* en las muestras de Paños, Pezones y Pezoneras de la granja Montefino se observan en las tablas 3.11 y 3.12.

Tabla 3.11

Resultados de la presencia o ausencia de Staphylococcus aureus en las superficies muestreadas de los paños, pezoneras y pezones en la granja Montefino

Tipo de muestra	Muestreo (1)	Muestreo (2)	Muestreo (3)	Muestreo (4)
Paño 1	0	0	70	0
Paño 2	0	0	190	0
Paño 3	0	0	50	0
Pezonera 1	0	0	10	10
Pezonera 2	0	0	10	40
Pezonera 3	80	0	10	0
Pezón 1	140	200	400	600
Pezón 2	520	3500	800	400
Pezón 3	0	600	100	200

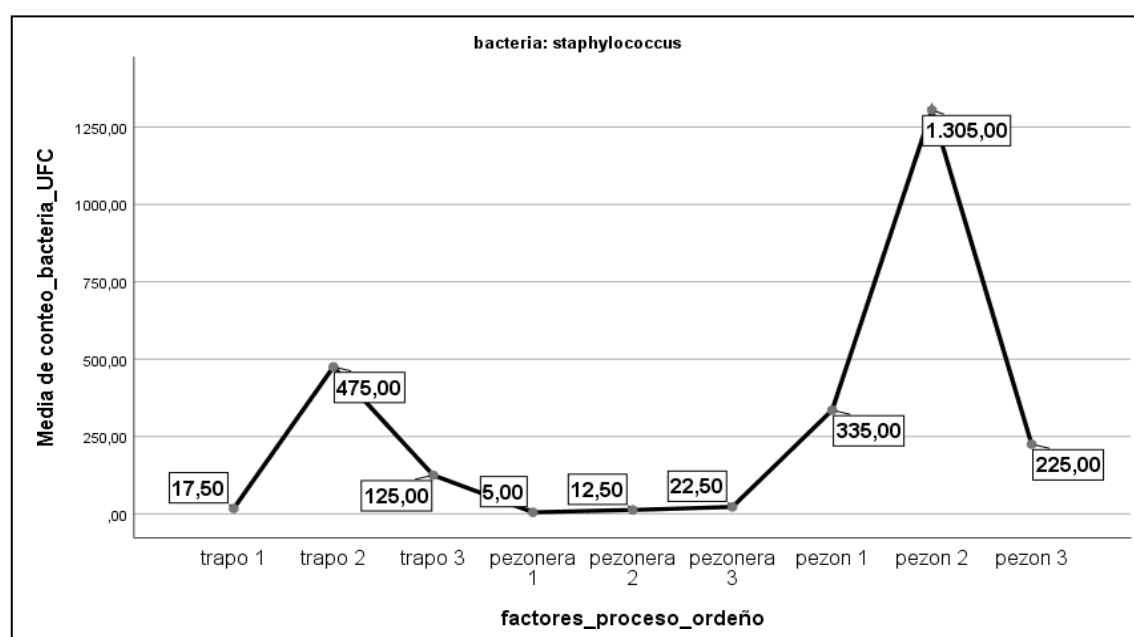
Tabla 3.12

Estadística descriptiva de la bacteria Staphylococcus aureus en los factores involucrados en el proceso de ordeño

Factores del proceso de ordeño	N	Media (UFC)	Desv. Desviación (UFC)	Desv. Error (UFC)	Presencia/ ausencia
Paño 1	4	17,50	35,00	17,50	Presencia
Paño 2	4	475,00	950,00	475,00	Presencia
Paño 3	4	125,00	250,00	125,00	Presencia
Pezonera 1	4	5,00	5,77	2,89	Presencia
Pezonera 2	4	12,50	18,93	9,46	Presencia
Pezonera 3	4	22,50	38,62	19,31	Presencia
Pezón 1	4	335,00	208,73	104,36	Presencia
Pezón 2	4	1305,00	1472,90	736,45	Presencia
Pezón 3	4	225,00	263,00	131,50	Presencia
Total	36	280,28	662,36	110,39	0,00

Figura 3.6

Medias del conteo de bacterias Staphylococcus aureus en los factores del proceso de ordeño



La tabla 3.11 y figura 3.6 presentan los siguientes resultados: los paños 1, 2 y 3 tienen un promedio de 17,5 UFC/superficie muestreada; 4,75 x10² UFC/superficie muestreada y 1,25 x10² UFC/superficie muestreada de bacterias *Staphylococcus aureus*, respectivamente. Estos valores indican la presencia de bacterias, lo cual no cumple con las normas de calidad de higiene establecidas por la Guía Técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies en contacto con Alimentos y Bebidas. Resolución ministerial N°461- 2007/MINSA, ya que estas establecen que no debe haber presencia de este tipo de bacterias en las superficies. En cuanto a las pezoneras, se registra un promedio

de 5 UFC/superficie muestreada, 12,5 UFC/superficie muestreada y 22,5 UFC/superficie muestreada de bacterias *Staphylococcus aureus*, respectivamente. Estos valores también indican la presencia de bacterias en las pezoneras, lo cual no cumple con los estándares de calidad de higiene establecidos. Con relación a los pezones, se observa un promedio de bacterias *Staphylococcus aureus* de $3,35 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada, $13,05 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada y $2,25 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada, respectivamente. Estos valores superan el límite máximo permitido de presencia para bacterias *Staphylococcus aureus*, lo cual indica que los pezones no cumplen con los estándares de calidad e higiene establecidos.

En resumen, según los resultados de la tabla 10 y figura 5, los factores del proceso de ordeño, como los paños, las pezoneras y los pezones, no cumplen con las normas de calidad e higiene establecidas. La presencia de bacterias *Staphylococcus* en los paños, pezoneras y los pezones, indican un incumplimiento de los estándares de calidad de higiene establecidos.

DISCUSIÓN

La investigación realizada, permitió obtener información relevante acerca de la calidad de la leche y de los factores involucrados en el proceso de ordeño en la granja Montefino; así, para el caso de la leche cruda el recuento de Mesófilos aerobios tanto para la leche del tanque general, como de los puntos de expendio 1 y 2, no superaron los límites establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP 202.001:2016 “LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche cruda. Requisitos,” donde el límite de aceptación es 500 000 UFC/ml y 1 000 000 UFC/ml es el límite máximo en el cual se rechaza la leche, detallando que se registraron $87,38 \times 10^2$ UFC/ml para la leche del tanque general; 119×10^3 UFC/ml, para el punto de expendio 1 y $42,86 \times 10^4$ UFC/ml para el punto de expendio 2. Con respecto al recuento de coliformes totales, el límite de aceptación es de 100 UFC/ml y 1000 UFC/ml el límite máximo, que de ser superado se rechaza la leche según la Norma Técnica Peruana NTP 202.001:2016 “LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche cruda. Requisitos.”; así, en la leche cruda del tanque general se obtuvo $1,99 \times 10^2$ UFC/ml, no superando el límite máximo establecido para este criterio de 1000 UFC/ml; sin embargo, los recuentos para el punto de expendio 1 y 2 de $41,76 \times 10^3$ UFC/ml y $45,55 \times 10^3$ UFC/ml respectivamente, alcanzaron valores superiores a los establecidos.

Con respecto al análisis microbiológico de los factores involucrados en el proceso de ordeño, la normativa peruana “Guía Técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies en contacto con Alimentos y Bebidas. Resolución ministerial N°461-2007/MINSA” última revisión, especifica valores solo para Coliformes totales y *Staphylococcus aureus*, sin embargo, la presente investigación incluye también el análisis microbiológico de los mesófilos aerobios, fue así como se consideró basarnos en la Norma Oficial Mexicana NOM-093- SSA1-1994 última revisión, que, si especifica estos valores, y es en esta en la cual nos fundamentaremos para la interpretación de resultados para este criterio. En el recuento de mesófilos aerobios se encontró que los paños 1, 2 y 3

tuvieron recuentos de 3,63 x10² UFC/superficie muestreada, 1,63 x10² UFC/superficie muestreada y 9,6 x10² UFC/superficie muestreada, respectivamente, valores que no superaron los límites máximos establecidos en la normativa mexicana utilizada donde se establece 250 x10³ UFC/superficie. Para el caso de las pezoneras 1, 2 y 3 los valores fueron de 2,38 x10² UFC/superficie muestreada; 57,50 UFC/superficie muestreada y 42,50 UFC/superficie muestreada de bacterias mesófilas, respectivamente, los recuentos tampoco superaron los límites máximos establecidos de 40 x10² UFC/superficie muestreada. En relación a los pezones 1, 2 y 3, se obtuvieron recuentos de 87,28 x10² UFC/superficie muestreada; 30,03 x10² UFC/superficie muestreada y 54,95 x10² UFC/superficie muestreada de bacterias mesófilas aerobias, respectivamente. Estos valores fueron inferiores al límite máximo permitido de 48 x10³ UFC/superficie muestreada.

Correspondiente al recuento de coliformes totales, se encontró que para el caso de los paños 1, 2 y 3 (5,73 x10² UFC/superficie muestreada, 2,55 x10² UFC/superficie muestreada y 2,98 x10² UFC/superficie muestreada, respectivamente) se reportaron valores superiores al límite máximo establecido (10 UFC/superficie muestreada). En tanto, el recuento de coliformes totales en las pezoneras resultó en ausencia de este grupo de microorganismos para la pezonera 1, mientras que la pezonera 2 y 3 (5,00 UFC/superficie muestreada; 2,50 UFC/superficie muestreada, respectivamente), no superaron el límite máximo establecido (10 UFC/superficie muestreada), teniendo por tanto una calidad microbiológica adecuada. Por otro lado, el recuento de Coliformes totales en los pezones 1, 2 y 3 (60 UFC/superficie muestreada, 32,50 UFC/superficie muestreada y 62,50 UFC/superficie) presentaron valores inferiores al límite máximo establecido (100 UFC/superficie muestreada). Finalmente, con respecto al recuento de *S. aureus*, la normativa indica el criterio de presencia o ausencia de este microorganismo; así, para los paños se tuvieron resultados que indicaron presencia para los tres paños (17,50 UFC/superficie muestreada, 4,75 x10² UFC/superficie muestreada y 1,25 x10² UFC/superficie muestreada de bacterias, respectivamente). En cuanto a las pezoneras 1, 2 y 3 se reportaron (5,00 UFC/superficie muestreada, 12,50 UFC/superficie muestreada y 22,50 UFC/superficie, respectivamente), existiendo presencia de este indicador de calidad en los tres casos. Mientras que para el caso de los pezones 1,2 y 3, también se encontró la presencia de *S. aureus* para los tres casos (3,35 x10² UFC/superficie muestreada, 13,05 x10² UFC/superficie muestreada y 2,25 x10² UFC/superficie

muestreada, respectivamente), siendo esto un indicador de una deficiente calidad en los factores de ordeño muestreados.

Al contrastar los resultados obtenidos con la investigación realizada por Herrera (2019), se observan similitudes parciales. En dicho estudio se evaluó la calidad microbiológica de la leche fresca de vaca en varios hatos ganaderos, enfocándose en el recuento de mesófilos aerobios y coliformes totales. Sus hallazgos indicaron que un porcentaje considerable de los hatos ganaderos presentaban niveles inaceptables de mesófilos aerobios (83.33%) y coliformes totales (75%), lo que sugiere una baja calidad microbiológica en la leche fresca. así, podemos señalar que, respecto a los coliformes totales, se encontraron resultados no favorables en ambos estudios para este indicador de calidad, mientras que, para mesófilos aerobios, hubo discrepancia entre los resultados. Las divergencias podrían ser atribuibles a las variaciones inherentes a los contextos y condiciones específicas de los hatos ganaderos evaluados en ambas investigaciones. Los diferentes entornos geográficos, condiciones climáticas, tipos de explotaciones, sistemas de manejo del ganado y prácticas de higiene pueden desempeñar un papel crucial en la carga bacteriana presente en la leche cruda. Las diferencias en los métodos de recolección de muestras, las técnicas de análisis microbiológico empleadas, así como la selección de puntos de muestreo específicos podrían influir en los resultados obtenidos. Otro aspecto relevante es la diversidad en las prácticas de manejo y protocolos de higiene aplicados en las distintas explotaciones lecheras. En ese sentido, Herrera (2019) evaluó hatos donde se realiza el ordeño manual y hatos donde se ordeña mecánicamente mientras que en el presente estudio se evaluó solamente el ordeño mecánico. Es presumible que la contaminación hallada en la leche cruda pueda deberse a malas prácticas de manejo durante el ordeño y el transporte de la leche del lugar de producción a los puntos de expendio.

Realizando la comparativa en resultados obtenidos en el Perú, el estudio llevado a cabo por López y Pérez (2019) donde se analizó muestras de leche cruda utilizando los criterios microbiológicos establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 202.001-2016, corroboró parcialmente lo expuesto en la presente tesis, ya que los resultados obtenidos por dichos autores mostraron recuentos de bacterias aerobias mesófilas y coliformes que superan los límites permisibles según la normativa. Esto indica que un alto porcentaje de las muestras de leche cruda evaluadas superaron los límites establecidos, concluyendo

que la higiene de esta leche era deficiente. La presencia elevada de coliformes totales, coincide en ambas investigaciones, sugiriendo que hay factores comunes que impactan en la higiene durante el proceso de producción de la leche cruda. Los coliformes totales son indicadores clave de la calidad higiénica de la leche, ya que su presencia puede señalar contaminación fecal o ambiental, lo que apunta a deficiencias en prácticas sanitarias, manejo inadecuado del ganado e insuficiente higiene en los equipos de ordeño. Esta consistencia en los altos niveles de coliformes totales, a pesar de las diferencias en los recuentos de otros microorganismos, resalta la importancia crítica de abordar la higiene en todas las etapas del proceso de ordeño para garantizar la inocuidad y calidad microbiológica de la leche cruda en el contexto específico de la producción láctea en el Perú. Siendo necesario resaltar que, en el entorno lácteo del Perú, la garantía de la calidad microbiológica de la leche cruda enfrenta desafíos notables. Estas dificultades radican en la diversidad de prácticas de higiene, limitado acceso a recursos y capacitación en zonas rurales, la falta de regulaciones específicas que puedan estandarizar las medidas de control, y la carencia de infraestructura y tecnología en ciertas áreas, dificultando la implementación efectiva de protocolos sanitarios. Esta combinación de factores contribuye a las variaciones en los niveles de contaminación bacteriana, evidenciada por la presencia recurrente de altos niveles de coliformes totales en las muestras de leche cruda detallados en ambas investigaciones, subrayando así la urgencia de abordar estas deficiencias para asegurar la calidad higiénica en la producción láctea.

En esta misma línea de pensamiento podemos mencionar que los hallazgos obtenidos en la presente investigación discrepan parcialmente lo señalado por Cárdenas y Murillo (2018), quienes a través del método del recuento en placas 3M Petrifilm, obtuvieron recuentos bajo el siguiente detalle: aerobios mesófilos (3 882 599,97 UFC/ml), *S. aureus* (4 229,55 UFC/ml), coliformes totales (5 129,55 UFC/ml), y *E. coli* (24,48 UFC/ml). La discrepancia entre los resultados de ambos estudios plantea interrogantes interesantes sobre las posibles variaciones en las condiciones de producción, los métodos de muestreo y análisis utilizados en las distintas investigaciones. Es crucial considerar la heterogeneidad en las muestras recopiladas, así como las prácticas de manejo de la leche y las condiciones de higiene en las diferentes etapas de producción y expendio. La conclusión de Cárdenas y Murillo (2018) sobre la superación de los valores establecidos por la normativa ecuatoriana en cuanto a los recuentos bacterianos de coliformes totales, aerobios mesófilos y *S. aureus*, difiere con los resultados obtenidos

en el presente estudio, donde los valores encontrados si están dentro de los límites permisibles según la normativa peruana. Es imperativo considerar las diferentes normativas aplicadas en cada país y cómo estas influyen en la interpretación de los resultados, así como la necesidad de estandarización en los métodos de análisis y criterios de evaluación para una evaluación más precisa y comparativa de la calidad microbiológica de la leche cruda a nivel internacional.

Siguiendo con los hallazgos de la presente investigación respecto a los factores de ordeño, los paños, pezoneras y pezones cumplieron solo parcialmente con los estándares microbiológicos establecidos en las normativas correspondientes, manteniéndose por debajo de los límites máximos permitidos en cuanto a las UFC/superficie muestreada para bacterias mesófilas. Estos son complementarios a los encontrados por Varela, Wing Ching y Uribe (2020), quienes también evaluaron la presencia de microorganismos en los paños utilizados durante el ordeño. Aunque su enfoque principal fue en la reducción microbiológica mediante el ciclo de lavado, ambos estudios coinciden en la importancia de mantener niveles aceptables de contaminación microbiológica durante el proceso de ordeño para garantizar la calidad e inocuidad de la leche. La congruencia entre ambos hallazgos subraya la relevancia de mantener condiciones higiénicas adecuadas en los utensilios y equipos utilizados en el ordeño para reducir la carga bacteriana y asegurar la calidad microbiológica del producto final. Esto reafirma la importancia de implementar prácticas efectivas de limpieza y desinfección, como lo evidencian ambas investigaciones, para mantener los estándares de calidad en la producción láctea.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la calidad microbiológica de la leche cruda y de los factores involucrados en el proceso de ordeño fue deficiente, en vista que los recuentos para coliformes totales y *S. aureus*. arrojaron valores superiores a los límites máximos establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 202.001:2016 “LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche cruda. Requisitos,” y la Guía Técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies en Contacto con Alimentos y Bebidas. RESOLUCIÓN MINISTERIAL N°461-2007/MINSA para la granja Montefino, Ayacucho 2021.
2. Se determinó que la leche cruda producida en la granja Montefino si cumplió con los criterios microbiológicos establecidos para el indicador mesófilos aerobios, mientras que para el indicador coliformes totales de acuerdo a lo comparado con la Norma Técnica Peruana NTP 202.001:2016, no cumplió con los criterios microbiológicos establecidos, ya que el promedio del recuento de coliformes totales superó el máximo establecido por dicha normativa.
3. Se determinó que para el indicador mesófilos aerobios los factores paños, pezoneras y pezones empleados en el proceso de ordeño si cumplieron con lo establecido según lo comparado con la normativa correspondientes; respecto al indicador microbiológico coliformes totales, los paños no cumplieron con los estándares permitidos, ya que se obtuvieron valores superiores a los establecidos por la norma; sin embargo, las pezoneras y pezones si cumplieron con lo establecido. Para el caso del indicador microbiológico *S. aureus* se obtuvo presencia de este microorganismo en los tres factores involucrados en el proceso de ordeño (paños, pezoneras y pezones), incumpliendo así lo estipulado por la normativa correspondiente.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la gerencia de la Granja Montefino implementar programas de capacitación específicos para el personal encargado del ordeño enfocándose en prácticas mejoradas de higiene y limpieza de equipos, con el seguimiento de protocolos precisos para mantener la calidad microbiológica de la leche cruda.
2. Se aconseja mejorar los procedimientos de limpieza y desinfección de equipos y utensilios empleados, adaptando un ciclo de lavado completo para los paños utilizados, con los desinfectantes y tiempos adecuados.
3. Se recomienda realizar una evaluación de los puntos críticos en el transporte y recepción de la leche fresca en los puntos de expendio, con el manejo adecuado de la temperatura, higiene del personal manipulador y de los utensilios utilizados.
4. Se recomienda realizar la pasteurización de la leche cruda para venta, debido a que de este modo se disminuirá significativamente la contaminación microbiológica de la leche.
5. Se sugiere realizar más investigaciones en este campo para comprender mejor las causas subyacentes de las variaciones en la calidad microbiológica de la leche cruda. La realización de estudios adicionales permitirá obtener una visión más completa y detallada, lo que contribuirá a desarrollar estrategias más efectivas para mantener altos estándares de calidad en la producción láctea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, M. (2016). Determinación del perfil microbiológico de la leche pasteurizada a través de su línea de producción en la planta procesadora Colanta - Planeta Rica. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Alfaro M., Hurtarte A., Valle R. (2014) Implementación de un manual de ordeño higiénico en dos establecimientos lecheros y evaluación de su efectividad mediante análisis microbiológico en el departamento de Sonsonate, El Salvador. Universidad del Salvador. El Salvador.
- Angulo, F., Lejeune, J., y Rajala, P. (2009). Unpasteurized milk: a continued public health threat. *Clinical Infectious Diseases*, 48(1), 93-100.
- Bidegain, H. (1976). Prospección de las condiciones higiénicas de tarros lecheros en la zona sur del país. *Agro Sur* 4 (1): 29-35
- Cabezón, P. (2004). Evaluación de la contaminación bacteriana de la leche en centros de acopio y de algunas medidas de mejoramiento. Santiago de Chile.
- Cárdenas, C., y Murillo, M. (2018). Calidad bacteriológica de la leche cruda en ganaderías de la provincia del Azuay. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Carrillo, B., Gonzáles, M., Schobitz, R., Molina, L., y Brito, C. (2004). Niveles de contaminación microbiológica en equipos de recepción y almacenamiento de leche en centros de acopio de la provincia de Valdivia. *Agro Sur*, 45- 53.
- Carrillo, L., y Carina, M. (2017) Manual de Microbiología de los Alimentos. Universidad Nacional de Jujuy. ISBN 978-987-05-3214-9. Recuperado en: <http://www.microbiota.com.ar/sites/default/files/1%20seguridad%20alimentaria.pdf>
- Ccallo, S. (2018). Evaluación de la producción y composición química de leche bajo dos sistemas de ordeño en vacas primíparas y multíparas en el CIP ILLPA. Puno: Universidad Nacional de Altiplano- Puno.
- Cevallos Jaramillo, J. (2022). Propuesta de un manual de buenas prácticas de ordeño en la finca “Avena Polaca” de Santo Domingo, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
- Chahine, M., y Pozo, O. (2016). DAIREXNET- Rutinas apropiadas de ordeño. Obtenido de DAIREXNET: <https://dairy-cattle.extension.org/rutinas-apropiadas-de-ordeno/>.
- Compact-Dry® (2019). Disponible en: <https://www.microplanet->

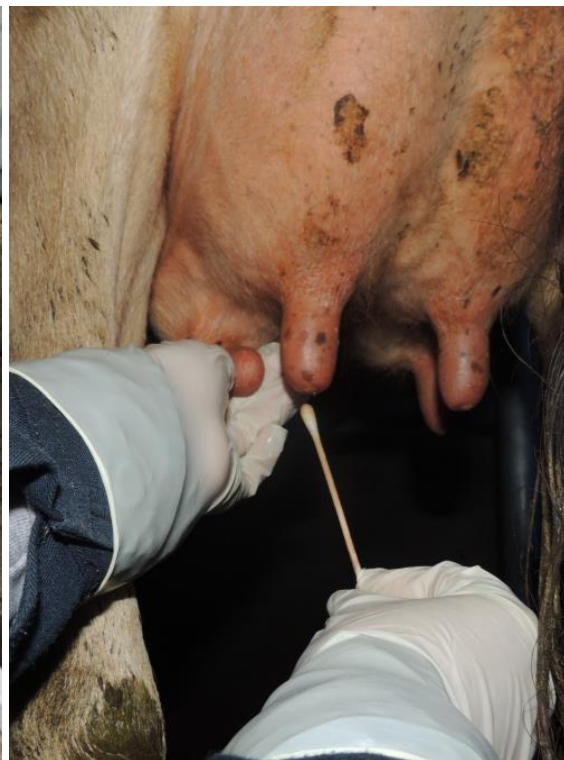
- psl.com/es/noticias/item/86-compact-dry%C2%AE,-placas-miniaturizadas-para-el-cultivo-microbiol%C3%B3gico. Consultado en marzo de 2021.
- Da Silva, Z., Da Cunha, A., Lins, M., De Carneiro, L., De F Almeida, A., y Queiroz, M. (2001). Isolation and serological identification of enteropathogenic *Escherichia coli* in pasteurized milk in Brazil. *Revista de Saúde Pública*, 35.
- Díaz, C. (2019). Validez del método de espectroscopía de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR) en la determinación de la cantidad de proteína verdadera de la leche de vaca Majes - Arequipa, 2018. Arequipa: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- Espinoza, S. (2015). Análisis Microbiológico de Coliformes totales y fecales en la leche cruda de la parroquia Baños, en el periodo Agosto- Setiembre del 2014. Cuenca, Ecuador.
- Forsythe, S., y Hayes, P. (2002). Higiene de los alimentos, microbiología y HACCP. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza, España. 489 p.
- Gigli, I. (2017). La buena leche: aspectos biológicos y su industrialización. Buenos Aires: Maipue.
- Herrera, G. (2019). Calidad Microbiológica de la leche fresca de vaca en el distrito veintiséis de octubre-Piura-Perú. Universidad Nacional de Piura.
- HyServe (2010). Compact Dry EC Producto. HyServe. Instituto Ecuatoriano de Normalización (1995). Norma técnica ecuatoriana para tableros de partículas. Quito, Ecuador: República de Ecuador.
- INACAL (2016). NTP 202.001:2016 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Requisitos. 6ª Edición
- Jay, J. (2004). Microbiología moderna de los alimentos (4ta ed.). Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Jurado, H., Muñoz, L., Quitiaquez, D., Fajardo, C., y Insuasty, E. (2019). Evaluación de la calidad composicional, microbiológica y sanitaria de la leche cruda en el segundo tercio de lactancia en vacas lecheras. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 66(1), 53–66.
- Johnson, A. (2011). La leche de calidad requiere una rutina de ordeño adecuada. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1- 3.
- Kruze, J. (2008). La rutina de ordeño y su rol en los programas de control de mastitis bovina. *SciELO*, 1-9.
- Leimbach, A., y Hacker, J. (2012). *E. coli* as an all-rounder: the thin line between

- commensalism and pathogenicity. PubMed, 82- 303.
- López, N., y Pérez, N. (2019). Numeración de bacterias aerobias mesófilas viables y coliformes en leche cruda acopiada para el programa Vaso de Leche en el distrito de Chiclayo. Mayo-octubre 2018. Chiclayo: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Málaga, J., y Condemayta, Z. (2013). Contaminación bacteriológica en factores en el proceso de ordeño de leche CIP Chuquibambilla. Puno: Revista de Investigación altoandina. Vol. 15 Nro. 2: 233 - 239
- Metzger, S., y Hernandez, L. (2018). Understanding the milk microbiota. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 427- 438.
- MINAGRI. (2017). Estudio de la ganadería lechera en el Perú. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego.
- Monar Coloma, J. (2017). Validación de métodos microbiológicos en alimentos con ensayos rápidos para la aplicación en el laboratorio de análisis y control de calidad de la Prefectura de Bolívar (Bachelor's thesis, Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Escuela Ingeniería Agroindustrial).
- Murphy, S. (2008). Raw Milk Bacteria Tests. Standard Plate Count, Preliminary Incubation Count, Lab Pasteurization Count and Coliform Bacteria Count y Sources and Causes of High Bacteria Counts-An Abreviated Review- (en línea). Dairy Foods Science Notes. 607(5): 1-7.
- Negri, L., y Aimar, V. (2019). Guía de buenas prácticas para establecimientos lecheros. Buenos Aires: INTA Ediciones.
- Nieto, D., y Berisso, R. (2012). Manual de Buenas Prácticas de Ganadería Bovina para la Agricultura Familiar. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO, 17- 69.
- Nissui. (2005). Compact Dry TM. Obtenido de Compact Dry: https://www.nissuipharm.co.jp/english/pdf/products/global/tc_/CompactDryTM%20TC%20Test%20dish%20for%20total%20number%20of%20colonies_.pdf
- Pascual, R. (1989). Microbiología Alimentaria: detección de bacterias con significado higiénico-sanitario. Madrid: España: Ministerio de Sanidad y Consumo.
- Pinzón, S., Correal, W., Cerinza, O., Rodríguez, N., Rojas, A., y Parra, J. (2018). Buenas prácticas de ordeño manual para mejorar la calidad de la leche.
- Radostits, O., Gay, C., Blood, D., y Hinchcliff, K. (2002). Medicina Veterinaria. Mastitis

- Bovina. Madrid: McGraw-hill. 9na Edición.
- Ramírez, J., Rosas, P., Velazquez, M., Ulloa, J., y Arce, F. (2011). Universidad autónoma de Nayarit. Revista fuente. Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. Obtenido de: <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/436>
- Rosales, D., y García, P. (2017). La leche de vaca y sus implicaciones en la transmisión de enfermedades infecciosas. *Ágora de heterodoxias*, 140- 149.
- Sarmiento, C. (2016). Determinación microbiológica de Coliformes y Staphylococcus Aureus en Helados Artesanales que se expenden en el Cantón Santa Isabel de la provincia del Azuay. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Taponen, S., y Pyorala, S. (2009). Coagulase negative Staphylococci as cause of bovine mastitis-Not so different from Staphylococcus aureus Veterinary. Clayton: Veterinary Microbiology.
- Timsit, E., McMullen, C., Amat, S., y W Alexander, T. (2020). Respiratory Bacterial Microbiota in Cattle: From Development to Modulation to Enhance Respiratory Health. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 297- 320.
- Varela, M., WingChing-Jones, R., y Uribe, L. (2020). Valoración económica y microbiológica del uso de toallas y paños durante el ordeño. San José: Universidad de Costa Rica.
- Vásquez de Plata, G. (2003). La Contaminación de los Alimentos, un Problema por Resolver. *Salud UIS*, 35(1). Recuperado a partir de: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/728>
- Vargas, R., Osuna, L., Méndez, V., Rodríguez, G., y Moreno, F. (2007). Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*, 61 - 83.
- Vicente, M. (2018). Influencia de las prácticas de Ordeño en la Calidad y Rendimiento de la Leche cruda en el Valle de Locumba. Tacna.

ANEXOS

Anexo 1. Toma de muestras en la granja Montefino



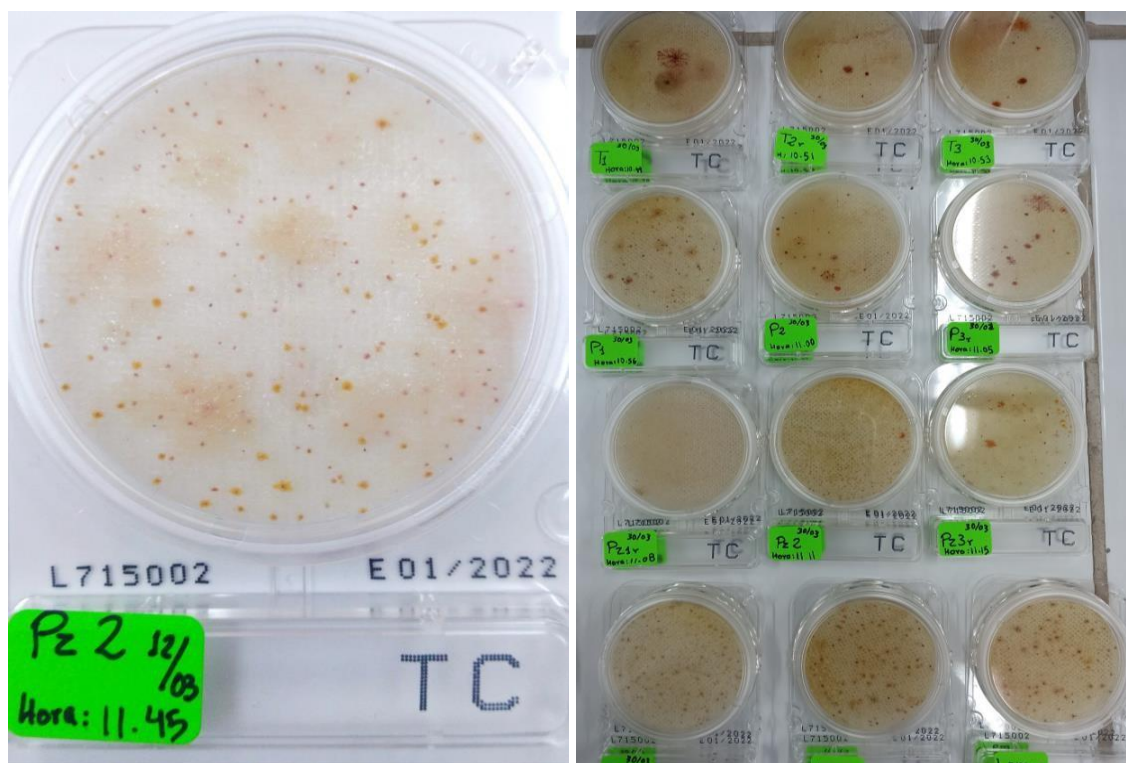
Anexo 2. Muestras recolectadas de leche, paños, pezones y pezoneras



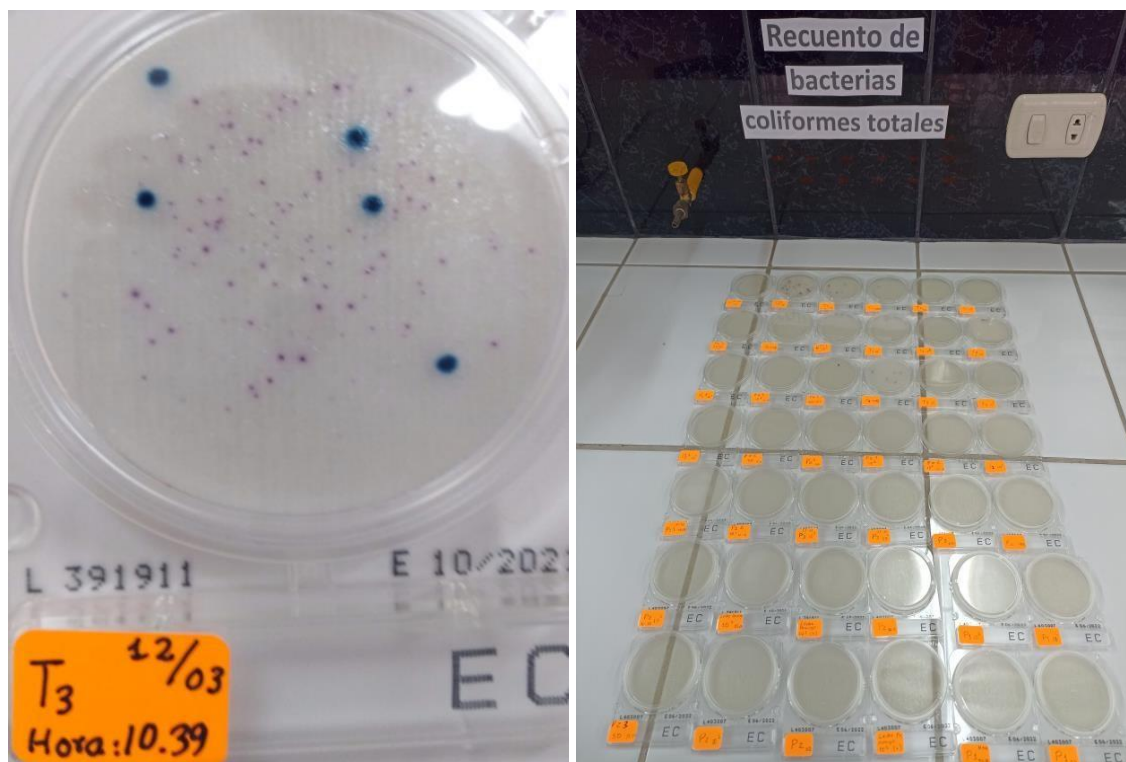
Anexo 3. Incubación de las placas Compact Dry sembradas



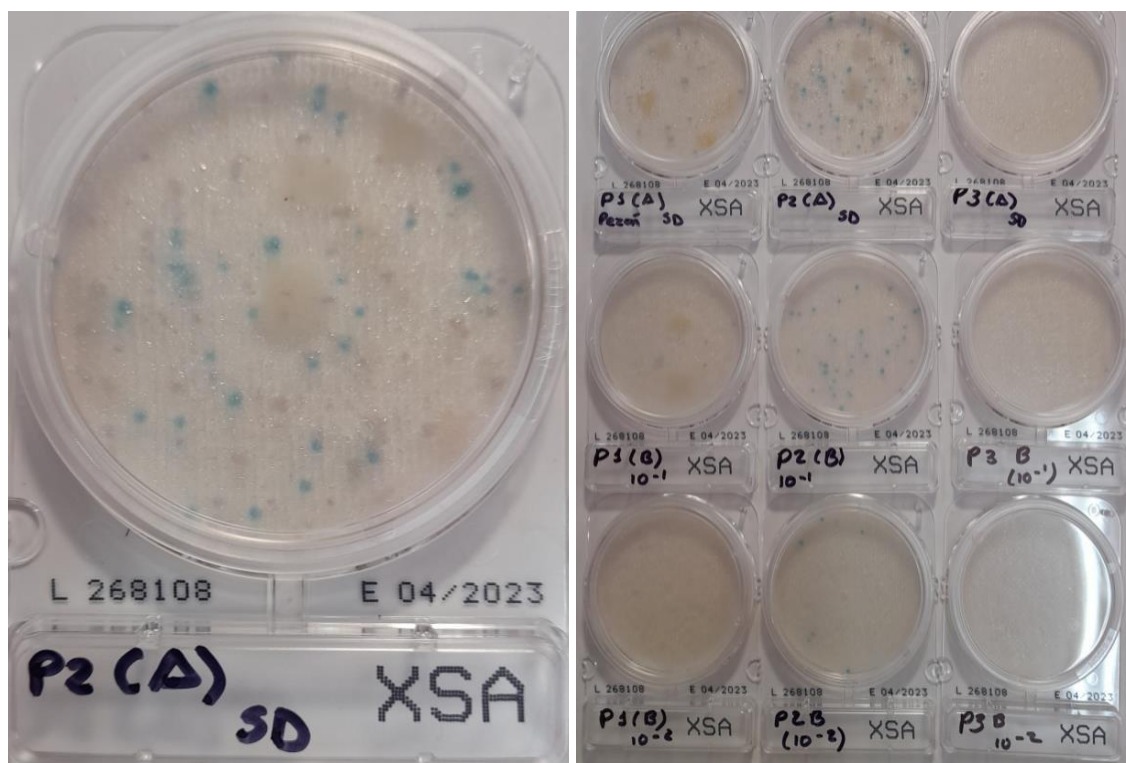
Anexo 4. Bacterias crecidas en Placas Compact Dry para Mesófilos Aerobios



Anexo 5. Bacterias crecidas en placas Compact Dry para Coliformes Totales



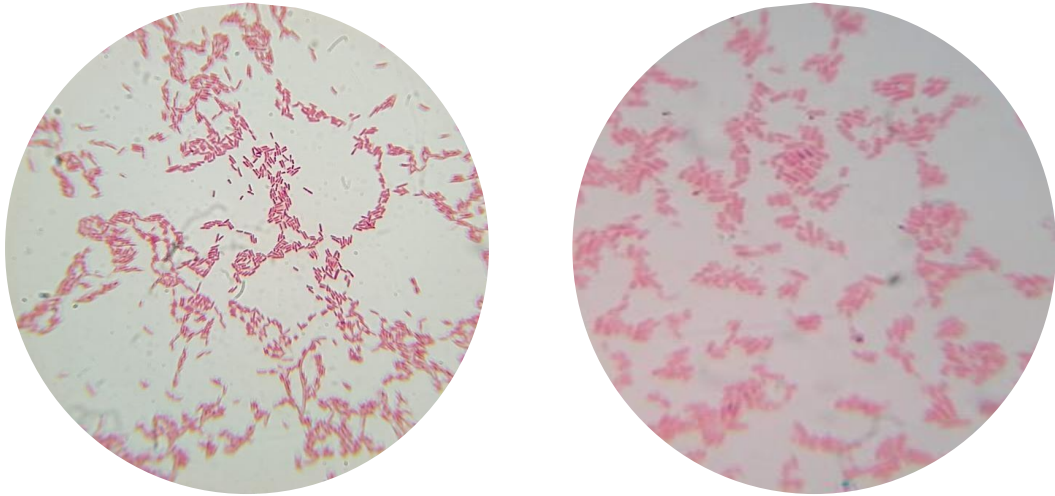
Anexo 6. Bacterias crecidas en las Placas Compact Dry para *S. aureus*



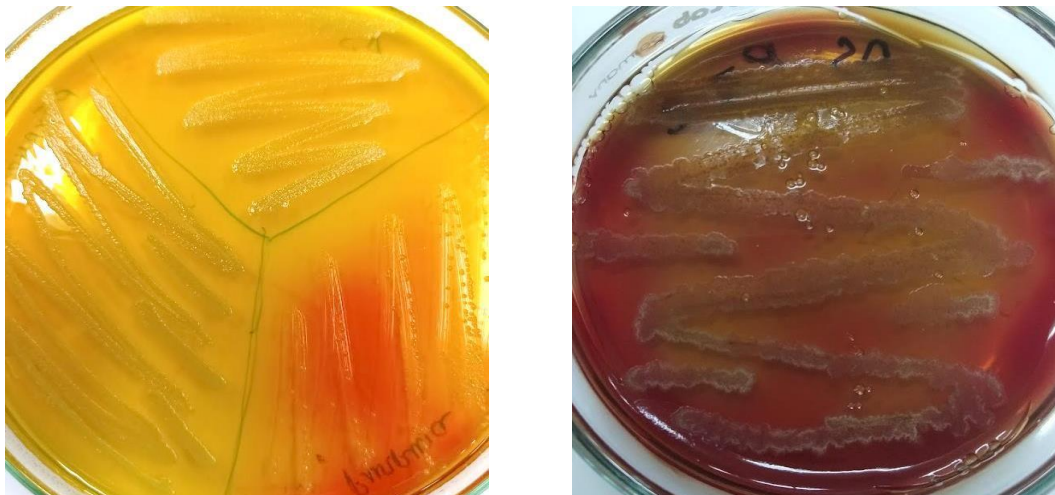
Anexo 7. Crecimiento de bacterias transferidas de las placas Compact Dry para Coliformes al agar MacConkey, medio de cultivo selectivo y diferencial



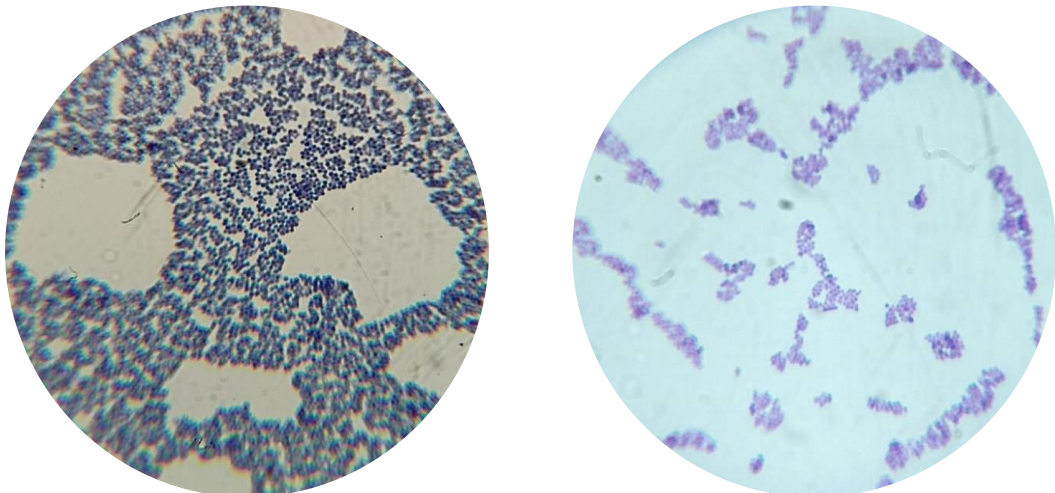
Anexo 8. Morfología microscópica de las bacterias crecidas en el agar MacConkey por tinción Gram



Anexo 9. Cultivo de bacterias transferidas de las placas Compact Dry para *Staphylococcus aureus* al agar Manitol y agar Sangre



Anexo 10. Observación de la morfología microscópica de colonias de *Staphylococcus aureus* crecidas en agar Sangre



Anexo 11. Conteo de UFC/ml y UFC/superficie muestreada

CONTEO DE LAS BACTERIAS COLIFORMES TOTALES EN LECHE CRUDA DE LA GRANJA MONTEFINO			Aceptable (m)	valor max (M)
LECHE DEL TANQUE GENERAL	Primer muestreo	0 UFC	100	1000
	Segundo muestreo	50 UFC	100	1000
	Tercer muestreo	25 UFC	100	1000
	Cuarto muestreo	720 UFC	100	1000
LECHE DE EXPENDIO (1)	Primer muestreo	15550 UFC	100	1000
	Segundo muestreo	145000 UFC	100	1000
	Tercer muestreo	5100 UFC	100	1000
	Cuarto muestreo	1400 UFC	100	1000
LECHE DE EXPENDIO (2)	Primer muestreo	16500 UFC	100	1000
	Segundo muestreo	133000 UFC	100	1000
	Tercer muestreo	8400 UFC	100	1000
	Cuarto muestreo	24300 UFC	100	1000
CONTEO DE BACTERIAS MESÓFILAS AEROBIAS EN LA LECHE CRUDA DE MONTEFINO			Aceptable (m)	valor max (M)
LECHE DEL TANQUE GENERAL	Primer muestreo	1000 UFC	500000	1000000
	Segundo muestreo	3250 UFC	500000	1000000
	Tercer muestreo	29500 UFC	500000	1000000
	Cuarto muestreo	1200 UFC	500000	1000000
LECHE DE EXPENDIO (1)	Primer muestreo	45000 UFC	500000	1000000
	Segundo muestreo	190000 UFC	500000	1000000
	Tercer muestreo	191000 UFC	500000	1000000
	Cuarto muestreo	50000 UFC	500000	1000000
LECHE DE EXPENDIO (2)	Primer muestreo	340500 UFC	500000	1000000
	Segundo muestreo	85000 UFC	500000	1000000
	Tercer muestreo	159000 UFC	500000	1000000
	Cuarto muestreo	1130000 UFC	500000	1000000

CONTEO DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES - FACTORES INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE ORDEÑO				Resultado	Límite permisible
TRAPO 1	Primer muestreo	226 UFC	*10	2260 ufc/trapo	< 10 ufc
	Segundo muestreo	0 UFC			< 10 ufc
	Tercer muestreo	2 UFC	*10	20 ufc/trapo	< 10 ufc
	Cuarto muestreo	1 UFC	*10	10 ufc/trapo	< 10 ufc
TRAPO 2	Primer muestreo	100 UFC	*10	1000 ufc/trapo	< 10 ufc
	Segundo muestreo	0 UFC			< 10 ufc
	Tercer muestreo	0 UFC			< 10 ufc
	Cuarto muestreo	2 UFC	*10	20 ufc/trapo	< 10 ufc
TRAPO 3	Primer muestreo	113 UFC	*10	1130 ufc/trapo	< 10 ufc
	Segundo muestreo	0 UFC			< 10 ufc
	Tercer muestreo	0 UFC			< 10 ufc
	Cuarto muestreo	6 UFC	*10	60 ufc/trapo	< 10 ufc
PEZONERA 1	Primer muestreo	0 UFC			< 10 ufc
	Segundo muestreo	0 UFC			< 10 ufc
	Tercer muestreo	0 UFC			< 10 ufc
	Cuarto muestreo	0 UFC			< 10 ufc
PEZONERA 2	Primer muestreo	0 UFC			< 10 ufc
	Segundo muestreo	2 UFC	*10	20 ufc/pezonera	< 10 ufc
	Tercer muestreo	0 UFC			< 10 ufc
	Cuarto muestreo	0 UFC			< 10 ufc
PEZONERA 3	Primer muestreo	0 UFC			< 10 ufc
	Segundo muestreo	0 UFC			< 10 ufc
	Tercer muestreo	1 UFC	*10	10 ufc/pezonera	< 10 ufc
	Cuarto muestreo	0 UFC			< 10 ufc
PEZON 1	Primer muestreo	22 UFC	*10	220 ufc/4 pezones	< 100 ufc
	Segundo muestreo	2 UFC	*10	20 ufc/4 pezones	< 100 ufc
	Tercer muestreo	0 UFC			< 100 ufc
	Cuarto muestreo	0 UFC			< 100 ufc
PEZON 2	Primer muestreo	1 UFC	*10	10 ufc/4pezones	< 100 ufc
	Segundo muestreo	0 UFC			< 100 ufc
	Tercer muestreo	12 UFC	*10	120ufc/4pezones	< 100 ufc
	Cuarto muestreo	0 UFC			< 100 ufc
PEZON 3	Primer muestreo	22 UFC	*10	220 ufc/4 pezones	< 100 ufc
	Segundo muestreo	1 UFC	*10	10 ufc/4 pezones	< 100 ufc
	Tercer muestreo	1 UFC	*10	10 ufc/4 pezones	< 100 ufc
	Cuarto muestreo	1 UFC	*10	10 ufc/4 pezones	< 100 ufc

CONTEO DE MESÓFILOS AEROBIOS EN LOS FACTORES INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE ORDEÑO				RESULTADO
TRAPO 1	Primer muestreo	0 UFC		
	Segundo muestreo	5 UFC	*10	50 ufc/s.m
	Tercer muestreo	10 UFC	*10	100 ufc/s.m
	Cuarto muestreo	130 UFC	*10	1300 ufc
TRAPO 2	Primer muestreo	10 UFC	*10	100 ufc
	Segundo muestreo	15 UFC	*10	150 ufc
	Tercer muestreo	0 UFC		
	Cuarto muestreo	40 UFC	*10	400 ufc
TRAPO 3	Primer muestreo	36 UFC	*10	360 ufc
	Segundo muestreo	8 UFC	*10	80 ufc
	Tercer muestreo	40 UFC	*10	400 ufc
	Cuarto muestreo	300 UFC	*10	3000 ufc
PEZONERA 1	Primer muestreo	2 UFC	*10	20 ufc
	Segundo muestreo	82 UFC	*10	820 ufc
	Tercer muestreo	10 UFC	*10	100 ufc
	Cuarto muestreo	1 UFC	*10	10 ufc
PEZONERA 2	Primer muestreo	2 UFC	*10	20 ufc
	Segundo muestreo	20 UFC	*10	200 ufc
	Tercer muestreo	0 UFC		
	Cuarto muestreo	1 UFC	*10	10 ufc
PEZONERA 3	Primer muestreo	11 UFC	*10	110 ufc
	Segundo muestreo	6 UFC	*10	60 ufc
	Tercer muestreo	0 UFC		
	Cuarto muestreo	0 UFC		
PEZON 1	Primer muestreo	2000 UFC	*10	20000 ufc
	Segundo muestreo	61 UFC	*10	610 ufc
	Tercer muestreo	1000 UFC	*10	1000 ufc
	Cuarto muestreo	430 UFC	*10	4300 ufc
PEZON 2	Primer muestreo	222 UFC	*10	2220 ufc
	Segundo muestreo	1098 UFC	*10	10980 ufc
	Tercer muestreo	9600 UFC	*10	96000 ufc
	Cuarto muestreo	1090 UFC	*10	10900 ufc
PEZON 3	Primer muestreo	1000 UFC	*10	10000 ufc
	Segundo muestreo	278 UFC	*10	2780 ufc
	Tercer muestreo	800 UFC	*10	8000 ufc
	Cuarto muestreo	120 UFC	*10	1200 ufc

CONTEO DE STAPHYLOCOCCUS EN LOS FACTORES INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE ORDEÑO				
TRAPO 1	Primer muestreo	0 UFC		
	Segundo muestreo	0 UFC		
	Tercer muestreo	7 UFC	*10	70 ufc
	Cuarto muestreo	0 UFC		
TRAPO 2	Primer muestreo	0 UFC		
	Segundo muestreo	0 UFC		
	Tercer muestreo	190 UFC	*10	1900 ufc
	Cuarto muestreo	0 UFC		
TRAPO 3	Primer muestreo	0 UFC		
	Segundo muestreo	0 UFC		
	Tercer muestreo	50 UFC	*10	500 ufc
	Cuarto muestreo	0 UFC		
PEZONERA 1	Primer muestreo	0 UFC		
	Segundo muestreo	0 UFC		
	Tercer muestreo	1 UFC	*10	10 ufc
	Cuarto muestreo	1 UFC	*10	10 ufc
PEZONERA 2	Primer muestreo	0 UFC		
	Segundo muestreo	0 UFC		
	Tercer muestreo	1 UFC	*10	10 ufc
	Cuarto muestreo	4 UFC	*10	40 ufc
PEZONERA 3	Primer muestreo	8 UFC	*10	80 ufc
	Segundo muestreo	0 UFC		
	Tercer muestreo	1 UFC	*10	10 ufc
	Cuarto muestreo	0 UFC		
PEZÓN 1	Primer muestreo	14 UFC	*10	140 ufc
	Segundo muestreo	20 UFC	*10	200 ufc
	Tercer muestreo	40 UFC	*10	400 ufc
	Cuarto muestreo	60 UFC	*10	600 ufc
PEZÓN 2	Primer muestreo	52 UFC	*10	520 ufc
	Segundo muestreo	350 UFC	*10	3500 ufc
	Tercer muestreo	80 UFC	*10	800 ufc
	Cuarto muestreo	40 UFC	*10	400 ufc
PEZÓN 3	Primer muestreo	0 UFC		
	Segundo muestreo	60 UFC	*10	600 ufc
	Tercer muestreo	10 UFC	*10	100 ufc
	Cuarto muestreo	20 UFC	*10	200 ufc

Calidad microbiológica de la leche cruda y de los factores involucrados en el proceso de ordeño. Granja Montefino. Ayacucho, 2021.

Área de investigación: Biotecnología

Línea de investigación: Medicina y Salud Animal, Salud Pública y Microbiología Veterinaria

Márdeli Meneses V. (1). Gloria Adrianzén F. (2)

E- mail: 1. mardeli.meneses.24@unsch.edu.pe

E- mail: 2. gloria.adrianzen@unsch.edu.pe

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la calidad microbiológica de la leche cruda y de los factores involucrados en el proceso de ordeño en la Granja Montefino, ubicada en la comunidad de Llachoccmayo, -13.404632, -74.236259. Las muestras se dividieron en 2 grupos, el primer grupo consistió en la evaluación microbiológica de la leche obtenida del tanque general de recepción y de los centros de expendio; el segundo grupo de los factores involucrados en el proceso de ordeño: paños pezoneras y pezones, utilizándose 4 muestreos consecutivos para cada uno de los casos. Los indicadores microbiológicos que se evaluaron fueron mesófilos aerobios, coliformes totales y *Staphylococcus aureus*, empleando la técnica de recuento de microorganismos en las placas Compact Dry. De los resultados obtenidos se determinó que la media de microorganismos mesófilos aerobios del tanque general de leche cruda fue de $87,38 \times 10^2$ UFC/ml; para coliformes totales de 198,75 UFC/ml; la media de microorganismos mesófilos aerobios de los centros de expendio tuvo como resultado $27,38 \times 10^4$ UFC/ml y para coliformes totales de los centros de expendio fue de $43,65 \times 10^3$ UFC/ml. Las medias encontradas en los paños, pezoneras y pezones fueron $4,95 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada; $1,13 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada y $147,50 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada para mesófilos aerobios; mientras que para coliformes totales reflejan $3,75 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada; 2,50 UFC/superficie muestreada y 51,60 UFC/superficie muestreada respectivamente. Para *Staphylococcus aureus* se encontró $2,05 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada en paños; 13,33 UFC/superficie muestreada en pezoneras y $6,21 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada en pezones; concluyendo que la leche cruda del tanque general si cumple con la NTP 202.001-2016, sin embargo la leche de los centros de expendio se encuentra superando los límites establecidos para coliformes totales, así mismo se concluye que los utensilios, equipos y animales influyen en la contaminación de la leche durante el proceso de ordeño cuando no se tienen los cuidados necesarios.

Palabras clave: Calidad microbiológica, leche de vaca, factores involucrados en el ordeño, coliformes totales, mesófilos aerobios, *Staphylococcus aureus*.

Abstract

This research aimed to analyze the microbiological quality of raw milk and the factors involved in the milking process at Montefino Farm, located in the community of Llachocmayo, -13.404632, -74.236259. Samples were divided into 2 groups: the first group consisted of microbiological evaluation of milk obtained from the general reception tank and dispensing centers; the second group evaluated factors involved in the milking process: teat wipes and teats, using 4 consecutive samplings for each case. The microbiological indicators evaluated were aerobic mesophiles, total coliforms, and *Staphylococcus aureus*, using the microorganism count technique on Compact Dry plates. From the results obtained, it was determined that the mean count of aerobic mesophilic microorganisms in the general raw milk tank was 87.38×10^2 CFU/ml; for total coliforms, it was 198.75 CFU/ml; the mean count of aerobic mesophilic microorganisms in the dispensing centers was 27.38×10^4 CFU/ml, and for total coliforms in the dispensing centers, it was 43.65×10^3 CFU/ml. The means found on wipes, teat wipes, and teats were 4.95×10^2 CFU/surface sampled; 1.13×10^2 CFU/surface sampled; and 147.50×10^2 CFU/surface sampled for aerobic mesophiles, respectively. Meanwhile, for total coliforms, they reflected 3.75×10^2 CFU/surface sampled; 2.50 CFU/surface sampled; and 51.60 CFU/surface sampled, respectively. For *Staphylococcus aureus*, it was found to be 2.05×10^2 CFU/surface sampled on wipes; 13.33 CFU/surface sampled on teat wipes, and 6.21×10^2 CFU/surface sampled on teats, it's concluded that the raw milk from the general tank complies with NTP 202.001-2016. However, the milk from the dispensing centers exceeds the established limits for total coliforms. Similarly, it is concluded that utensils, equipment, and animals influence milk contamination during the milking process when necessary precautions are not taken.

Keywords: Microbiological quality, cow milk, factors involved in milking, total coliforms, aerobic mesophiles, *Staphylococcus aureus*.

Introducción

En el departamento de Ayacucho y el Perú en general, la producción láctea es una de las actividades más relevantes, ya que gran parte de la población consume diariamente leche y/o sus derivados, siendo el consumo *per capita* de 87 litros/ persona/ año. La producción nacional de leche fresca durante el último año registró 2 129,366 toneladas de 905,817 vacas en ordeño, con la participación de aproximadamente 452 mil familias peruanas (MINAGRI, 2020). Sin embargo, las explotaciones lecheras a pequeña y mediana escala aún tienen el desafío de producir leche en cantidad y calidad, además de un adecuado procesamiento de los derivados lácteos, asegurando su rentabilidad e inocuidad. En ciertas zonas rurales del país se desconocen las prácticas asociadas a la producción láctea de buena calidad, lo que genera cierto rechazo por parte de la población a consumirla por la deficiente inocuidad ya que las enfermedades transmitidas por alimentos siguen siendo un importante problema de salud pública en todo el mundo, cada año se producen aproximadamente 600 millones de enfermedades y 420 000 muertes debido a estas; como infecciones por salmonelosis, campilobacteriosis, listeriosis y otras enfermedades entéricas, especialmente en las regiones en desarrollo. Muchas de estas enfermedades se han reportado teniendo como causa la ingesta de productos lácteos contaminados, afectando a la población más vulnerable (Espinoza et al., 2021).

La calidad de la leche se traduce en la composición bioquímica y su contenido microbiológico, refiriéndose este último a la concentración de la población microbiana contenida en la leche, y la presencia de microorganismos patógenos. La calidad microbiológica se puede ver afectada por el inadecuado manejo del rebaño, condiciones sanitarias deficientes (especialmente del grado de limpieza de las máquinas, utensilios y de la correcta higiene durante la extracción), malas prácticas de ordeño, transporte o adulteración (Carrillo et al., 2004).

En el departamento de Ayacucho se expende leche cruda de vaca, cuya calidad microbiológica en muchos casos es desconocida, pero es de extrema importancia para la salud pública. El enfoque de la presente investigación fue dar a conocer la calidad microbiológica de la leche cruda y de los factores involucrados en el proceso de ordeño de la misma, con la finalidad de llevar una trazabilidad de las características microbiológicas del producto desde la materia prima hasta el producto terminado; ayudando a conocer la magnitud de la calidad del proceso de ordeño; la investigación se ejecutó en la Granja Montefino del Grupo Solid Perú, ubicada en la comunidad de

Llachoccmayo a 3800 m.s.n.m. en el distrito de Chiara, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

Por tal motivo el presente estudio tuvo como objetivos determinar si la leche cruda producida en la granja Montefino cumple con los criterios microbiológicos establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 202.001-2016 y determinar si los factores (utensilios, equipos y animales) empleados en el proceso de ordeño cumplen con los criterios microbiológicos establecidos en las normativas correspondientes para estos rubros.

Metodología

La investigación se realizó en la Granja Montefino del Grupo Solid Perú ubicada en la comunidad de Llachoccmayo a 54 km de la ciudad de Huamanga, a una altitud media de 3814 m.s.n.m. en el distrito de Chiara, provincia Huamanga, región Ayacucho, Perú.

Diseño de la investigación

En el presente trabajo de investigación se trazó un diseño no experimental, enmarcado dentro de un tipo de investigación descriptiva; permitiendo recolectar la información y finalmente analizarla y compararla con los estándares señalados en las normativas correspondientes.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron sistematizados los cuales sirvieron para procesar mediante técnicas estadísticas descriptivas y a partir de ellas, con la ayuda del software Excel se elaboraron las tablas y los gráficos de medias, desviación estándar y tendencias que sirvieron para realizar la comparación de los valores obtenidos con los valores de los límites máximos permisibles para cada variable en estudio.

Resultados

1. Recuento de mesófilos aerobios

1.1 Recuento de mesófilos aerobios en la leche

Los resultados obtenidos del recuento de microorganismos mesófilos aerobios en las muestras de leche se observan en las tablas 1 y 2.

Tabla 1

Recuento de microorganismos mesófilos aerobios (UFC/ml) en la leche cruda de vaca del tanque general de recepción (LTG), del centro de expendio 1 (LE1) y del centro de expendio 2 (LE2) de la granja Montefino

TIPO DE MUESTRA	MUESTREO (1)	MUESTREO (2)	MUESTREO (3)	MUESTREO (4)
LTG	1000	3250	29500	1200
LE1	45000	190000	191000	50000
LE2	340500	85000	159000	1130000

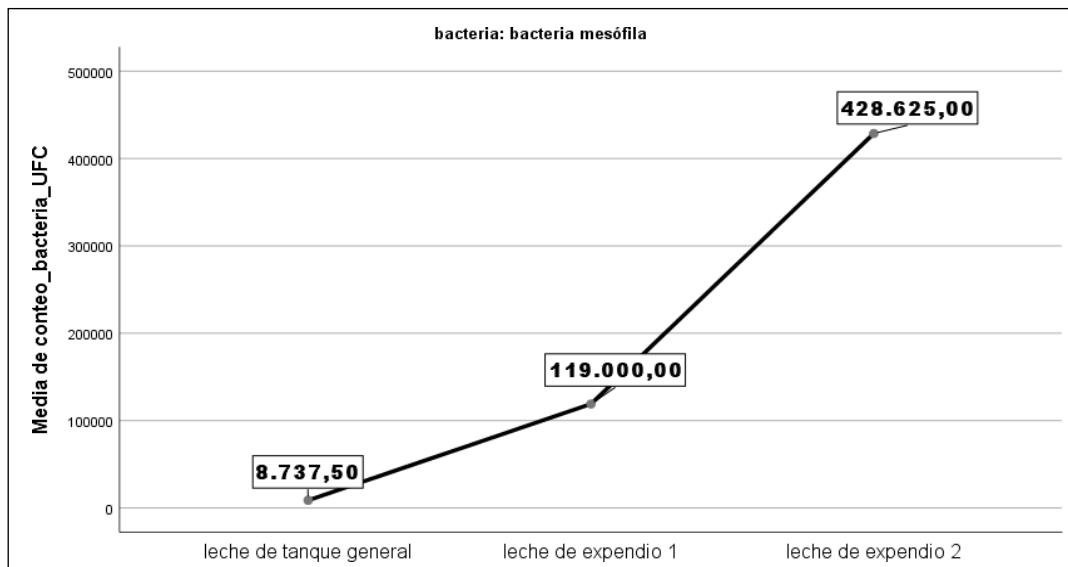
Tabla 2

Estadística descriptiva para los Mesófilos Aerobios en la leche cruda de vaca del Tanque General de recepción (LTG), del centro de expendio 1 (LE1) y del centro de expendio 2 (LE2) de la granja Montefino

		Media(UFC)	Desv. Desviación (UFC)	Desv. Error (UFC)	Mínimo (UFC)	Máximo (UFC)	Límite máximo (ISO 4833-1)
	N						
Leche de tanque general	4	8737,50	13878,96	6939,48	1000	29500	1000000
Leche de expendio 1	4	119000,00	82587,33	41293,66	45000	191000	1000000
Leche de expendio 2	4	428625,00	479746,01	239873,00	85000	1130000	1000000
Total	12	185454,17	314876,10	90896,90	1000	1130000	

Figura 1

Medias del conteo de mesófilos aerobios en la leche cruda



De acuerdo con los datos presentados en la tabla 2 y la figura 1, se puede observar que el promedio de bacterias mesófilas en la leche proveniente del tanque general es de $87,38 \times 10^2$ UFC/ml, lo cual se encuentra por debajo del límite máximo permisible establecido de 1000000 UFC/ml según la Norma Técnica Peruana NTP 202.001:2016 “LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche cruda. Requisitos”. De manera similar, la leche cruda del centro de expendio 1 y expendio 2 presentan promedios de 119×10^3 UFC/ml, y $42,86 \times 10^4$ UFC/ml, resultados que se encuentran por debajo del límite máximo de 1000000 UFC/ml.

1.2 Recuento de mesófilos aerobios en los factores involucrados en el proceso de ordeño

Los resultados obtenidos del recuento de microorganismos mesófilos aerobios (UFC/ml) en las muestras de paños, pezones y pezoneras se muestran en las tablas 3 y 4.

Tabla 3*Recuento de microorganismos mesófilos aerobios en paños, pezoneras y pezones*

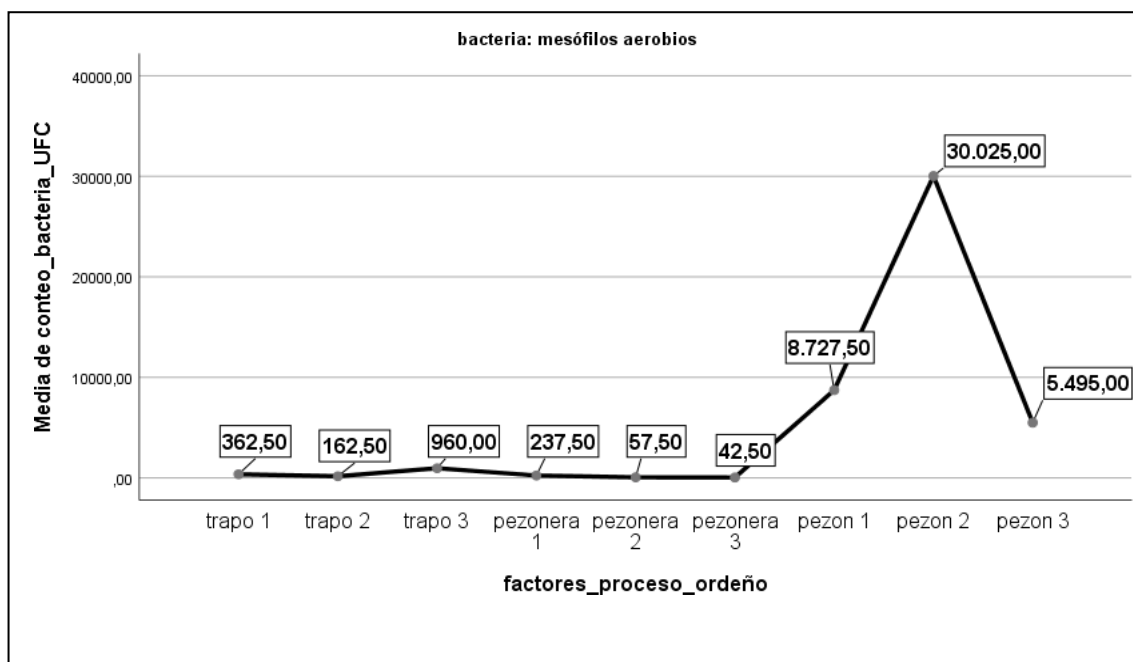
TIPO DE MUESTRA	MUESTREO (1) UFC/superficie	MUESTREO (2) UFC/superficie	MUESTREO (3) UFC/superficie	MUESTREO (4) UFC/superficie
Trapo 1	0	50	100	1300
Trapo 2	100	150	0	400
Trapo 3	360	80	400	3000
Pezonera 1	20	820	100	10
Pezonera 2	20	200	0	10
Pezonera 3	110	60	0	0
Pezón 1	20000	610	10000	4300
Pezón 2	2220	10980	96000	10900
Pezón 3	10000	2780	8000	1200

Tabla 4*Estadística descriptiva de los mesófilos aerobios en los factores involucrados en el proceso de ordeño*

Factores del proceso de ordeño	N	Media (UFC)	Desv.		Mínimo (UFC)	Máximo (UFC)	Límite
			Desviación (UFC)	Desv. Error (UFC)			máximo
Trapo 1	4	362,50	626,33	313,17	0,00	1300,00	250 000
Trapo 2	4	162,50	170,17	85,09	0,00	400,00	250 000
Trapo 3	4	960,00	1367,43	683,72	80,00	3000,00	250 000
Pezonera 1	4	237,50	390,42	195,21	10,00	820,00	4000
Pezonera 2	4	57,50	95,35	47,68	0,00	200,00	4000
Pezonera 3	4	42,50	53,15	26,58	0,00	110,00	4000
Pezón 1	4	8727,50	8449,56	4224,78	610,00	20000,00	48 000
Pezón 2	4	30025,00	44175,02	22087,51	2220,00	96000,00	48 000
Pezón 3	4	5495,00	4178,85	2089,42	1200,00	10000,00	48 000
Total	36	5118,89	16231,32	2705,22	0,00	96000,00	

Figura 2

Medias del conteo de bacterias mesófilas aerobias en los factores del proceso de ordeño.



La tabla 4 y figura 2 muestran que los paños 1, 2 y 3 tienen una media de $3,63 \times 10^2$ UFC/superficie, $1,63 \times 10^2$ UFC/superficie y $9,6 \times 10^2$ UFC/superficie de bacterias mesófilas aerobias, respectivamente. Estos valores son inferiores al límite máximo establecido de 250×10^3 UFC/superficie muestreada según la Norma Oficial Mexicana NOM-093- SSA1-1994, lo que indica que los paños cumplen con los estándares de calidad higiénica. En cuanto a las pezoneras 1, 2 y 3, se registra una media de $2,38 \times 10^2$ UFC/superficie; 57,5 UFC/superficie y 42,5 UFC/superficie muestreada de bacterias mesófilas, respectivamente. Estos valores también son inferiores al límite máximo permitido de 40×10^2 UFC/superficie muestreada. Por lo tanto, se puede afirmar que las pezoneras cumplen con los requisitos de higiene establecidos. En relación con los pezones 1, 2 y 3, se observa una media de $87,28 \times 10^2$ UFC/sup. muestreada; $30,03 \times 10^3$ UFC/sup. muestreada y $54,95 \times 10^2$ UFC/sup. muestreada de bacterias mesófilas aerobias, respectivamente. Estos valores son inferiores al límite máximo permitido de 48×10^3 UFC/superficie muestreada.

2. Recuento de coliformes totales

2.1 Recuento de coliformes totales en la leche

Los resultados obtenidos del recuento de microorganismos coliformes totales en las muestras de leche se observan en las tablas 5 y 6.

Tabla 5

Recuento de microorganismos coliformes totales (UFC/ml) en la leche cruda de vaca del tanque general de recepción (LTG), del centro de expendio 1 (LE1) y del centro de expendio 2 (LE2) de la granja Montefino.

TIPO DE MUESTRA	MUESTREO (1)	MUESTREO (2)	MUESTREO (3)	MUESTREO (4)
LTG	0	50	25	720
LE1	15550	145000	5100	1400
LE2	16500	133000	8400	24300

Tabla 6

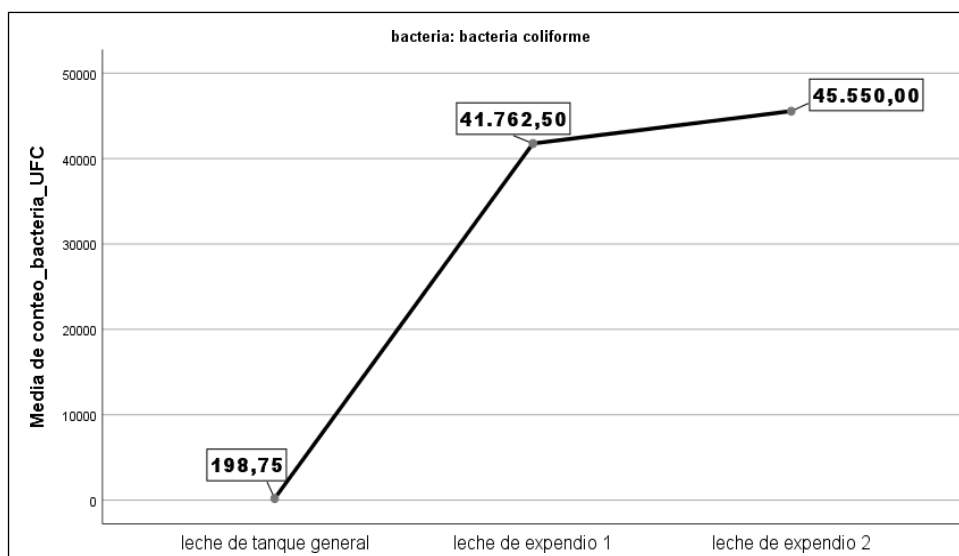
Estadística descriptiva de las bacterias coliformes totales en la leche cruda

	N	Media (UFC)	Desv. Desviación (UFC)	Desv. Error (UFC)	Mínimo (UFC)	Máximo (UFC)	Límite máximo
Leche de tanque general	4	198,75	348,10	174,05	0	720	1000
Leche de expendio 1	4	41762,50	69085,33	34542,66	1400	145000	1000
Leche de expendio 2	4	45550,00	58660,30	29330,15	8400	133000	1000
Total	12	29170,42	51967,328	15001,676	0	145000	

Del análisis de la tabla 6 y figura 5 se puede observar que el promedio de bacterias coliformes en la leche del tanque general es de $1,99 \times 10^2$ UFC/ml, lo cual se encuentra por debajo del límite máximo permisible establecido de 1000 UFC/ml según la Norma Técnica Peruana NTP 202.001:2016 “LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche cruda. Requisitos.” Por lo tanto, se puede afirmar que la leche del tanque general cumple con la normativa establecida. Asimismo, tanto el valor mínimo como el máximo de bacterias coliformes no exceden el límite establecido por la normativa.

Figura 5

Medias del conteo de bacterias coliformes totales de la leche cruda



En cuanto a la leche del expendio 1, se ha encontrado un promedio de $41,76 \times 10^3$ UFC/ml de bacterias coliformes, lo cual supera el límite máximo permitido de 1000 UFC/ml.

Por lo tanto, se concluye que la leche cruda proveniente del expendio 01 no cumple con las normas de calidad establecidas por la normativa correspondiente. Por otro lado, la leche cruda del expendio 2 presenta un promedio de $45,55 \times 10^3$ UFC/ml de bacterias coliformes, lo cual también excede el límite máximo establecido por la normativa peruana. En consecuencia, la leche del expendio 02 tampoco cumple con las normas de calidad de la leche.

En resumen, la única leche cruda que cumple con los estándares de calidad establecidos respecto a coliformes totales es la proveniente del tanque general en la granja Montefino. Asimismo, los centros de expendio 1 y 2 no cumplen con los requisitos de higiene y calidad establecidos para la leche cruda.

2.2 Recuento de coliformes totales en los factores involucrados en el proceso de ordeño

Los resultados obtenidos del recuento de microorganismos Coliformes Totales en las muestras de pezones, pezoneras y pezoneros de la granja Montefino se observan en las tablas 7 y 8.

Tabla 7

Recuento de microorganismos coliformes totales en las muestras de paños, pezoneras y pezones de la granja Montefino.

TIPO DE MUESTRA	MUESTREO (1)	MUESTREO (2)	MUESTREO (3)	MUESTREO (4)
Paño 1	2260	0	20	10
Paño 2	1000	0	0	20
Paño 3	1130	0	0	60
Pezonera 1	0	0	0	0
Pezonera 2	0	20	0	0
Pezonera 3	0	0	10	0
Pezón 1	220	20	0	0
Pezón 2	10	0	120	0
Pezón 3	220	10	10	10

Tabla 8

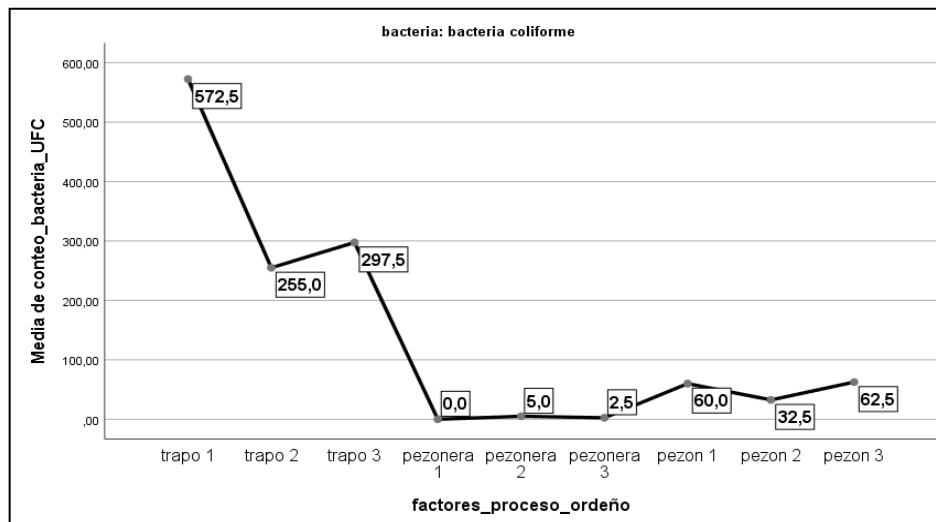
Estadística descriptiva de coliformes totales en los factores involucrados en el proceso de ordeño

Factores del proceso de ordeño	N	Media (UFC)	Desv. Desviación	Desv. Error (UFC)	Mínimo (UFC)	Máximo (UFC)	Limites máximo
Paño 1	4	572,5	1125,0	562,5	0,0	2260,0	10
Paño 2	4	255,0	496,8	248,4	0,0	1000,0	10
Paño 3	4	297,5	555,7	277,9	0,0	1130,0	10
Pezonera 1	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10
Pezonera 2	4	5,0	10,0	5,0	0,0	20,0	10
Pezonera 3	4	2,5	5,0	2,5	0,0	10,0	10
Pezón 1	4	60,0	107,1	53,5	0,0	220,0	100
Pezón 2	4	32,5	58,5	29,3	0,0	120,0	100
Pezón 3	4	62,5	105,0	52,5	10,0	220,0	100
Total	36	143,1	439,6	73,3	0,0	2260,0	

Según los datos presentados en la tabla 8 y figura 6, se puede observar que los paños 1, 2 y 3 tienen un promedio de bacterias coliformes de $5,73 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada, $2,55 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada y $2,98 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada, respectivamente. Estos valores son significativamente superiores al límite máximo permitido de 10 UFC. Por lo tanto, se concluye que los tres paños no cumplen con los estándares de calidad higiénica en el proceso de ordeño.

Figura 6

Medias del conteo de bacterias coliforme por tipo de estancia de los factores del proceso de ordeño.



En cuanto a las pezoneras, se determina que la pezonera 1 no presenta bacterias coliformes, lo cual cumple con los requisitos de higiene establecidos. La pezonera 2 tiene un promedio de 5 UFC/superficie de bacterias coliformes, que es menor al límite máximo permitido. Por último, la pezonera 3 muestra un promedio de 2,5 UFC/superficie muestreada, de bacterias coliformes, también por debajo del límite máximo establecido de 10 UFC. Por lo tanto, se puede afirmar que las pezoneras 1, 2 y 3 cumplen con los estándares de calidad e higiene en el proceso de ordeño.

En relación a los pezones, se registran los siguientes promedios de bacterias coliformes: 60 UFC/superficie muestreada, 32,5 UFC/superficie muestreada y 62,5 UFC/superficie muestreada para los pezones 1, 2 y 3, respectivamente. Estos valores son menores al límite máximo establecido de 100 UFC. Por lo tanto, se concluye que los pezones también cumplen con las normas de calidad e higiene establecidas por la Guía Técnica para el Análisis microbiológico de Superficies en contacto con Alimentos y Bebidas Resolución Ministerial n°461-2007/MINSA.

En resumen, los paños 1, 2 y 3 no cumplen con los estándares de calidad de higiene en el proceso de ordeño debido a la alta presencia de bacterias coliformes. Sin embargo, las pezoneras y los pezones si cumplen con los requisitos de calidad e higiene, ya que los niveles de bacterias coliformes se encuentran por debajo de los límites establecidos.

3. Recuento de *Staphylococcus aureus*

Los resultados obtenidos del recuento de *Staphylococcus aureus* en las muestras de paños, pezones y pezoneras de la granja Montefino se observan en las tablas 9 y 10.

Tabla 9

Resultados de la presencia o ausencia de Staphylococcus aureus en las superficies muestreadas de los paños, pezoneras y pezones en la granja Montefino

TIPO DE MUESTRA	MUESTREO (1)	MUESTREO (2)	MUESTREO (3)	MUESTREO (4)
Trapo 1	0	0	70	0
Trapo 2	0	0	190	0
Trapo 3	0	0	50	0
Pezionera 1	0	0	10	10
Pezionera 2	0	0	10	40
Pezionera 3	80	0	10	0
Pezón 1	140	200	400	600
Pezón 2	520	3500	800	400
Pezón 3	0	600	100	200

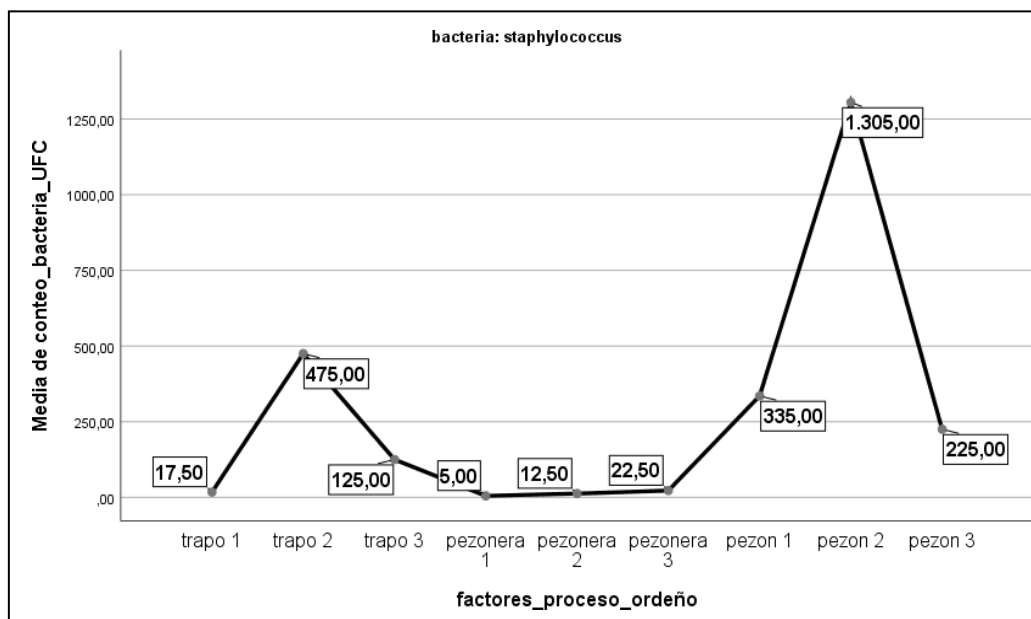
Tabla 10

Estadística descriptiva de la bacteria Staphylococcus aureus en los factores involucrados en el procesode ordeño

Factores del proceso de ordeño	N	Media (UFC)	Desv. Desviación (UFC)	Desv. Error (UFC)	Presencia/ ausencia
Trapo 1	4	17,50	35,00	17,50	Presencia
Trapo 2	4	475,00	950,00	475,00	Presencia
Trapo 3	4	125,00	250,00	125,00	Presencia
Pezionera 1	4	5,00	5,77	2,89	Presencia
Pezionera 2	4	12,50	18,93	9,46	Presencia
Pezionera 3	4	22,50	38,62	19,31	Presencia
Pezón 1	4	335,00	208,73	104,36	Presencia
Pezón 2	4	1305,00	1472,90	736,45	Presencia
Pezón 3	4	225,00	263,00	131,50	Presencia
Total	36	280,28	662,36	110,39	0,00

Figura 7

Medias del conteo de bacterias Staphylococcus aureus en los factores del proceso de ordeño



La tabla 10 y figura 7 presentan los siguientes resultados: los paños 1, 2 y 3 tienen un promedio de 17,5UFC/superficie muestreada; $4,75 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada y $1,25 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada de bacterias *Staphylococcus aureus*, respectivamente. Estos valores indican la presencia de bacterias, lo cual no cumple con las normas de calidad de higiene establecidas por la Guía Técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies en contacto con Alimentos y Bebidas. Resolución ministerial N°461- 2007/MINSA, ya que estas establecen que no debe haber presencia de este tipo de bacterias en las superficies. En cuanto a las pezoneras, se registra un promedio de 5 UFC/superficie muestreada, 12,5 UFC/superficie muestreada y 22,5 UFC/superficie muestreada de bacterias *Staphylococcus aureus*, respectivamente. Estos valores también indican la presencia de bacterias en las pezoneras, lo cual no cumple con los estándares de calidad de higiene establecidos. Con relación a los pezones, se observa un promedio de bacterias *Staphylococcus aureus* de $3,35 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada, $13,05 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada y $2,25 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada, respectivamente. Estos valores superan el límite máximo permitido de presencia para bacterias *Staphylococcus aureus*, lo cual indica que los pezones no cumplen con los estándares de calidad e higiene establecidos.

En resumen, según los resultados de la tabla 10 y figura 5, los factores del proceso de ordeño, como los paños, las pezoneras y los pezones, no cumplen con las normas de

calidad e higiene establecidas. La presencia de bacterias *Staphylococcus* en los paños, pezoneras y los pezones, indican un incumplimiento de los estándares de calidad de higiene establecidos.

Discusión

La investigación realizada, permitió obtener información relevante acerca de la calidad de la leche y de los factores involucrados en el proceso de ordeño en la granja Montefino; así, para el caso de la leche cruda el recuento de mesófilos aerobios tanto para la leche del tanque general, como de los puntos de expendio 1 y 2, no superaron los límites establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP 202.001:2016 “LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche cruda. Requisitos,” donde el límite de aceptación es 500 000 UFC/ml y 1 000 000 UFC/ml es el límite máximo en el cual se rechaza la leche, detallando que se registraron $87,38 \times 10^2$ UFC/ml para la leche del tanque general; 119×10^3 UFC/ml, para el punto de expendio 1 y $42,86 \times 10^4$ UFC/ml para el punto de expendio 2. Con respecto al recuento de coliformes totales, el límite de aceptación es de 100 UFC/ml y 1000 UFC/ml el límite máximo, que de ser superado se rechaza la leche según la Norma Técnica Peruana NTP 202.001:2016 “LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche cruda. Requisitos.”; así, en la leche cruda del tanque general se obtuvo $1,99 \times 10^2$ UFC/ml, no superando el límite máximo establecido para este criterio de 1000 UFC/ml; sin embargo, los recuentos para el punto de expendio 1 y 2 de $41,76 \times 10^3$ UFC/ml y $45,55 \times 10^3$ UFC/ml respectivamente, alcanzaron valores superiores a los establecidos.

Con respecto al análisis microbiológico de los factores involucrados en el proceso de ordeño, la normativa peruana “Guía Técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies en contacto con Alimentos y Bebidas. Resolución ministerial N°461-2007/MINSA” última revisión, especifica valores solo para Coliformes totales y *Staphylococcus aureus*, sin embargo, la presente investigación incluye también el análisis microbiológico de los Mesófilos aerobios, fue así como se consideró basarnos en la Norma Oficial Mexicana NOM-093- SSA1-1994 última revisión, que, si especifica estos valores, y es en esta en la cual nos fundamentaremos para la interpretación de resultados para este criterio. En el recuento de mesófilos aerobios se encontró que los paños 1, 2 y 3 tuvieron recuentos de $3,63 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada, $1,63 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada y $9,6 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada, respectivamente, valores que no superaron los límites máximos establecidos en la normativa mexicana utilizada donde se establece 250

$\times 10^3$ UFC/superficie. Para el caso de las pezoneras 1, 2 y 3 los valores fueron de $2,38 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada; $57,50$ UFC/superficie muestreada y $42,50$ UFC/superficie muestreada de bacterias mesófilas, respectivamente, los recuentos tampoco superaron los límites máximos establecidos de 40×10^2 UFC/superficie muestreada. En relación a los pezones 1, 2 y 3, se obtuvieron recuentos de $87,28 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada; $30,03 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada y $54,95 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada de bacterias mesófilas aerobias, respectivamente. Estos valores fueron inferiores al límite máximo permitido de 48×10^3 UFC/superficie muestreada.

Correspondiente al recuento de Coliformes Totales, se encontró que para el caso de los paños 1, 2 y 3 ($5,73 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada, $2,55 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada y $2,98 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada, respectivamente) se reportaron valores superiores al límite máximo establecido (10 UFC/superficie muestreada). En tanto, el recuento de coliformes totales en las pezoneras resultó en ausencia de este grupo de microorganismos para la pezonera 1, mientras que la pezonera 2 y 3 ($5,00$ UFC/superficie muestreada; $2,50$ UFC/superficie muestreada, respectivamente), no superaron el límite máximo establecido (10 UFC/superficie muestreada), teniendo por tanto una calidad microbiológica adecuada. Por otro lado, el recuento de Coliformes totales en los pezones 1, 2 y 3 (60 UFC/superficie muestreada, $32,50$ UFC/superficie muestreada y $62,50$ UFC/superficie) presentaron valores inferiores al límite máximo establecido (100 UFC/superficie muestreada). Finalmente, con respecto al recuento de *S. aureus*, la normativa indica el criterio de presencia o ausencia de este microorganismo; así, para los paños se tuvieron resultados que indicaron presencia para los tres paños ($17,50$ UFC/superficie muestreada, $4,75 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada y $1,25 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada de bacterias, respectivamente). En cuanto a las pezoneras 1, 2 y 3 se reportaron ($5,00$ UFC/superficie muestreada, $12,50$ UFC/superficie muestreada y $22,50$ UFC/superficie, respectivamente), existiendo presencia de este indicador de calidad en los tres casos. Mientras que para el caso de los pezones 1, 2 y 3, también se encontró la presencia de *S. aureus* para los tres casos ($3,35 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada, $13,05 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada y $2,25 \times 10^2$ UFC/superficie muestreada, respectivamente), siendo esto un indicador de una deficiente calidad en los factores de ordeño muestreados.

Al contrastar los resultados obtenidos con la investigación realizada por Herrera (2019), se observan similitudes parciales. En dicho estudio se evaluó la calidad microbiológica de la leche fresca de vaca en varios hatos ganaderos, enfocándose en el

recuento de mesófilos aerobios y coliformes totales. Sus hallazgos indicaron que un porcentaje considerable de los hatos ganaderos presentaban niveles inaceptables de mesófilos aerobios (83.33%) y coliformes totales (75%), lo que sugiere una baja calidad microbiológica en la leche fresca. Así, podemos señalar que, respecto a los coliformes totales, se encontraron resultados no favorables en ambos estudios para este indicador de calidad, mientras que, para mesófilos aerobios, hubo discrepancia entre los resultados.

Las divergencias podrían ser atribuibles a las variaciones inherentes a los contextos y condiciones específicas de los hatos ganaderos evaluados en ambas investigaciones. Los diferentes entornos geográficos, condiciones climáticas, tipos de explotaciones, sistemas de manejo del ganado y prácticas de higiene pueden desempeñar un papel crucial en la carga bacteriana presente en la leche cruda. Las diferencias en los métodos de recolección de muestras, las técnicas de análisis microbiológico empleadas, así como la selección de puntos de muestreo específicos podrían influir en los resultados obtenidos.

Otro aspecto relevante es la diversidad en las prácticas de manejo y protocolos de higiene aplicados en las distintas explotaciones lecheras. En ese sentido, Herrera (2019) evaluó hatos donde se realiza el ordeño manual y hatos donde se ordeña mecánicamente mientras que en el presente estudio se evaluó solamente el ordeño mecánico. Es presumible que la contaminación hallada en la leche cruda pueda deberse a malas prácticas de manejo durante el ordeño y el transporte de la leche del lugar de producción a los puntos de expendio.

Al realizar la comparativa de resultados obtenidos en el Perú, con el presente estudio, López y Pérez (2019) analizaron muestras de leche cruda utilizando los criterios microbiológicos establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 202.001-2016 y corroboraron parcialmente lo expuesto en el presente ensayo, ya que los resultados obtenidos por dichos autores mostraron recuentos de bacterias aerobias mesófilas y coliformes que superaban significativamente los límites permisibles según la normativa. Es decir, que un alto porcentaje de las muestras de leche cruda evaluadas superaron los límites establecidos, concluyendo que la higiene de esta leche era deficiente. La presencia elevada de coliformes totales, coincidente en ambas investigaciones, sugiere que posiblemente hay factores comunes que impactan la higiene durante el proceso de producción de la leche cruda. Los coliformes totales son indicadores clave de la calidad higiénica de la leche, ya que su presencia puede señalar contaminación fecal o ambiental, lo que apunta a deficiencias en prácticas sanitarias, manejo inadecuado del ganado e

insuficiente higiene en los equipos de ordeño.

Esta consistencia en los altos niveles de coliformes totales, a pesar de las diferencias en los recuentos de otros microorganismos, resalta la importancia crítica de abordar la higiene en todas las etapas del proceso de ordeño para garantizar la inocuidad y calidad microbiológica de la leche cruda en el contexto específico de la producción láctea en el Perú.

Es necesario resaltar que, en el entorno lácteo del Perú, la garantía de la calidad microbiológica de la leche cruda enfrenta desafíos notables. Estas dificultades radican en la diversidad de prácticas de higiene, limitado acceso a recursos y capacitación en zonas rurales, la falta de regulaciones específicas que puedan estandarizar las medidas de control, y la carencia de infraestructura y tecnología en ciertas áreas, dificultando la implementación efectiva de protocolos sanitarios. Esta combinación de factores contribuye a las variaciones en los niveles de contaminación bacteriana, evidenciada por la presencia recurrente de altos niveles de coliformes totales en las muestras de leche cruda detallados en ambas investigaciones, subrayando así la urgencia de abordar estas deficiencias para asegurar la calidad higiénica en la producción láctea.

En esta misma línea de pensamiento podemos mencionar que los hallazgos obtenidos en la presente investigación discrepan parcialmente lo señalado por Cárdenas y Murillo (2018), quienes a través del método del recuento en placas 3M Petrifilm, obtuvieron recuentos bajo el siguiente detalle: aerobios mesófilos (3 882 599,97 UFC/ml), *S. aureus* (4 229,55 UFC/ml), coliformes totales (5 129,55 UFC/ml), y *E. coli* (24,48 UFC/ml). La discrepancia entre los resultados de ambos estudios plantea interrogantes interesantes sobre las posibles variaciones en las condiciones de producción, los métodos de muestreo y análisis utilizados en las distintas investigaciones.

Es crucial considerar la heterogeneidad en las muestras recopiladas, así como las prácticas de manejo de la leche y las condiciones de higiene en las diferentes etapas de producción y expendio.

La conclusión de Cárdenas y Murillo (2018) sobre la superación de los valores establecidos por la normativa ecuatoriana en cuanto a los recuentos bacterianos de coliformes totales, aerobios mesófilos y *S. aureus*, difiere con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde los valores encontrados sí están dentro de los límites permisibles según la normativa peruana. Es imperativo considerar las diferentes normativas aplicadas en cada país y cómo estas influyen en la interpretación de los resultados, así como la necesidad de estandarización en los métodos de análisis y criterios

de evaluación para una evaluación más precisa y comparativa de la calidad microbiológica de la leche cruda a nivel internacional.

Prosiguiendo con los hallazgos en la presente investigación respecto a los factores de ordeño, los paños, pezoneras y pezones cumplieron solo parcialmente con los estándares microbiológicos establecidos en las normativas correspondientes, manteniéndose por debajo de los límites máximos permitidos en cuanto a las UFC/superficie muestreada para bacterias mesófilas. Estos son complementarios a los encontrados por Varela, Wing Ching y Uribe (2020), quienes también evaluaron la presencia de microorganismos en los paños utilizados durante el ordeño. Aunque su enfoque principal fue en la reducción microbiológica mediante el ciclo de lavado, ambos estudios coinciden en la importancia de mantener niveles aceptables de contaminación microbiológica durante el proceso de ordeño para garantizar la calidad e inocuidad de la leche. La congruencia entre ambos hallazgos subraya la relevancia de mantener condiciones higiénicas adecuadas en los utensilios y equipos utilizados en el ordeño para reducir la carga bacteriana y asegurar la calidad microbiológica del producto final. Esto reafirma la importancia de implementar prácticas efectivas de limpieza y desinfección, como lo evidencian ambas investigaciones, para mantener los estándares de calidad en la producción láctea.

Conclusiones

La calidad higiénica de la leche cruda y de los factores involucrados en el proceso de ordeño fue deficiente, en vista que los recuentos para coliformes totales y *S. aureus* arrojaron valores superiores a los límites máximos establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 202.001:2016 “LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche cruda. Requisitos,” y la Guía Técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies en contacto con Alimentos y Bebidas. RESOLUCIÓN MINISTERIAL N°461-2007/MINSA para la granja Montefino, Ayacucho 2021.

La leche cruda producida en la granja Montefino cumple con los criterios microbiológicos establecidos para el indicador mesófilos aerobios, mientras que para el indicador coliformes totales de acuerdo a lo comparado con la Norma Técnica Peruana (NTP 202.001:2016) no cumple con los criterios microbiológicos establecidos, ya que el promedio del recuento de coliformes totales superó el máximo establecido por dicha normativa.

Para el indicador mesófilos aerobios los factores paños, pezoneras y pezones empleados en el proceso de ordeño si cumplieron con lo establecido según lo comparado con la normativa correspondientes; respecto al indicador microbiológico coliformes totales, los paños no cumplieron con los estándares permitidos, ya que se obtuvieron valores superiores a los establecidos por la norma; sin embargo, las pezoneras y pezones si cumplieron con lo establecido. Para el caso del indicador microbiológico *S. aureus* se obtuvo presencia de este microorganismo en los tres factores involucrados en el proceso de ordeño (pañós, pezoneras y pezones), incumpliendo así lo estipulado por la normativa correspondiente.

Referencias bibliográficas

- Cárdenas, C., y Murillo, M. (2018). Calidad bacteriológica de la leche cruda en ganaderías de la provincia del Azuay. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Carrillo, B., Gonzáles, M., Schobitz, R., Molina, L., y Brito, C. (2004). Niveles de contaminación microbiológica en equipos de recepción y almacenamiento de leche en centros de acopio de la provincia de Valdivia. *Agro Sur*, 45- 53.
- Carrillo, L., y Carina, M. (2017) Manual de Microbiología de los Alimentos. Universidad Nacional de Jujuy. ISBN 978-987-05-3214-9. <http://www.microbiota.com.ar/sites/default/files/1%20seguridad%20alimentaria.pdf>.
- Espinoza, S. (2015). Análisis Microbiológico de Coliformes totales y fecales en la leche cruda de la parroquia Baños, en el periodo Agosto- Setiembre del 2014. Cuenca, Ecuador.
- Herrera, G. (2019). *Calidad Microbiológica de la leche fresca de vaca en el distrito veintiséis de octubre-Piura-Perú*. Universidad Nacional de Piura.
- INACAL (2016). NTP 202.001:2016 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Requisitos. 6ª Edición
- López, N., y Pérez, N. (2019). *Numeración de bacterias aerobias mesófilas viables y coliformes en leche cruda acopiada para el programa Vaso de Leche en el distrito de Chiclayo*. Mayo-octubre 2018. Chiclayo: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Varela, M., WingChing-Jones, R., y Uribe, L. (2020). Valoración económica y microbiológica del uso de toallas y paños durante el ordeño. San José: Universidad de Costa Rica.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. MARDELI ANGELA MENESES VEGAS

R.D. N° 065-2024-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los dieciocho días del mes de marzo 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 el Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva, Mg. Gloria Betti Adrianzén Facundo como asesora y Dr. Fidel Rodolfo Mujica Lengua; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulada: **Calidad microbiológica de la leche cruda y de los factores involucrados en el proceso de ordeño. Granja Montefino. Ayacucho, 2021.** para obtener el Título Profesional de Médico Veterinaria presentado por la Bachiller **MARDELI ANGELA MENESES VEGAS.**

El señor Decano, 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	18	18	18
Dr. Fidel Rodolfo Mujica Lengua	18	17	17	17
PROMEDIO GENERAL				17

Acto seguido se invita al 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
Asesor


.....
Dr. Fidel Rodolfo Mujica Lengua
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 y de los factores involucrados en el proceso de ordeño. Granja Montefino. Ayacucho, 2021.

Autor : Mardeli Angela Meneses Vegas
Asesor : Gloria Betti Adrianzén 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 **dieciocho por ciento (18 %)** 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: 2400514460

Ayacucho, 11 de junio de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de Investigación Tesis - FCA

Calidad microbiológica de la leche cruda y de los factores involucrados en el proceso de ordeño. Granja Montefino. Ayacucho, 2021.

por Mardeli Angela Meneses Vegas

Fecha de entrega: 11-jun-2024 12:01p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2400514460

Nombre del archivo: 2._TESIS_-_MARDELI_MENESES_VEGAS_06-05-24.docx (4.48M)

Total de palabras: 16025

Total de caracteres: 87539

Calidad microbiológica de la leche cruda y de los factores involucrados en el proceso de ordeño. Granja Montefino. Ayacucho, 2021.

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

dspace.ucuenca.edu.ec

Fuente de Internet

2%

2

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

ri.ues.edu.sv

Fuente de Internet

1%

4

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

1%

5

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

6

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.ucss.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.uchile.cl

Fuente de Internet

1%

9	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	documentos.uru.edu Fuente de Internet	1 %
11	dspace.uazuay.edu.ec Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1 %
13	core.ac.uk Fuente de Internet	1 %
14	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
15	revistas.unilibre.edu.co Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repository.javeriana.edu.co Fuente de Internet	<1 %
19	www.microplanet-psl.com Fuente de Internet	<1 %
20	prezi.com Fuente de Internet	<1 %

21	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
22	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1 %
24	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
25	www.foodtech.ch Fuente de Internet	<1 %
26	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	rdu.unc.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Universidad de Málaga - Tii Trabajo del estudiante	<1 %
31	repositorio.esпам.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
32	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo