

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



Tesis para optar al título de
Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Título

Análisis de la presencia de bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales, termodúricas y psicótrofas y su impacto en la calidad higiénico-sanitaria de la leche de cabra (*Capra aegagrus hircus*) producida en la Finca 'El Cardón', Mateare, Managua (noviembre-diciembre 2023).

Sustentante:

Br. Sigris Clariza Agurcia Schiffman.

Asesores:

MSc. Deleana Vanegas Dra.

Lic. Junior Chavarría Rivera.

Managua, Nicaragua diciembre de 2024.

DEDICATORIA.

A mis padres, quienes con su amor, sacrificio y apoyo incondicional han sido el pilar fundamental en mi vida. Gracias por creer en mí, por impulsarme a seguir mis sueños y por acompañarme en cada desafío con su fortaleza y sabiduría. Esta tesis es el reflejo de todo lo que me han enseñado: perseverancia, compromiso y la importancia de nunca rendirse.

Con profundo amor y gratitud, les dedico este logro, porque sin ustedes, nada de esto habría sido posible.

AGRADECIMIENTO.

A Dios, por permitirme cumplir una meta más en mi vida profesional, guiándome con su sabiduría y fortaleza en cada paso del camino.

A mis padres y familia, por su apoyo incondicional, por creer en mí y brindarme siempre el aliento necesario para seguir adelante. Su amor y acompañamiento han sido fundamentales en este proceso.

A mi asesor, Dr. Junior Chavarría, por sus aportes en el desarrollo de esta tesis.

A la Dra. Deleana Vanegas, quien con su dedicación y compromiso fue un pilar fundamental en nuestra investigación. Su apoyo constante hizo de este proceso una experiencia enriquecedora.

Al Dr. Kevin Berrios, por su paciencia y disposición en el laboratorio, transmitiendo con generosidad su conocimiento en el área.

A todas las personas que, de una forma u otra, estuvieron presentes para brindarme su ayuda, apoyo y palabras de aliento durante este proceso.

¡Gracias, gracias, gracias!

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÀG.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Específicos	3
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	4
IV. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	6
V. ANTECEDENTES	7
VI. HIPÓTESIS	10
6.1. Investigativa	10
6.2. Nula	10
6.3. Alternativa	10
VII. MARCO DE REFERENCIA	11
7.1. La Cabra (<i>Capra aegagrus hircus</i>)	11
7.2. Características de la Leche de Cabra	11
7.2.1. Importancia de la leche y los productos de la cabra	12
7.2.2. Producción lechera caprina en el mundo	13
7.2.3. Calidad higiénica sanitaria y física de la leche	13
7.3. Contaminación biológica	15
7.3.1. Microorganismos Mesófilos Aerobios	15
7.3.2. Microorganismos Coliformes Totales	16
7.3.3. Microorganismos termodúricos	17
7.3.4. Bacterias Psicrótrofas	17
7.3.5. Efectos en la salud pública	18
7.4. Métodos de laboratorio para identificar microorganismos en la leche	19
7.4.1. Recuento en placa	19
7.4.2. Aislamiento e identificación de Bacterias ácido lácticas (BAL)	19
7.4.3. PCR	20
8. Placas Petrifilm	20

9.	Inoculación de muestra	20
10.	Periodo y temperatura de Incubación	21
11.	Interpretación de los Resultados	21
VIII.	MATERIALES Y METODOS.	23
8.1.	Ubicación del área de estudio	23
8.2.	Diseño Metodológico	24
8.2.1	Tipo de Estudio	24
8.3.	Variables que Evaluar'	28
8.4.	Recolección de datos	30
8.5.	Análisis de datos	30
8.6.	Materiales e instrumentos	31
IX.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
9.1.	Unidades formadoras de colonias (UFC) Aerobios Mesófilos.	32
9.2.	Unidades formadoras de colonias (UFC) Coliformes Totales	35
9.3.	Presencia de microorganismos Termodúricos y Psicrotrofos	37
X.	CONCLUSIONES	40
XI.	RECOMENDACIONES	42
XII.	LITERATURA CITADA	44

INDICE DE TABLAS

Tabla	PÁGINA
1 Variables a evaluar	28
2 Ficha de recolección de datos	30
3 Materiales e instrumentos	31
4 Conteo de Microorganismos Aerobios Mesófilos	32
5 Conteo de Microorganismos Coliformes Totales	35

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1 Ubicación del área de estudio	23
2 Toma y traslado de muestra de leche	24
3 Procesos de la muestra en laboratorio	27
4 Placas 3M petrifilm con presencia de Bacterias termodúricos	37
5 Placas 3M petrifilm con ausencia de Bacterias Psicrotrofas	38

RESUMEN

El presente trabajo se hizo con el objetivo de analizar la presencia de bacterias que afecten la calidad higiénico-sanitaria de la leche de cabra producida en la finca “El cardón”. Se colectó la muestra de leche una vez por semana durante un mes 50ml de la producción total de 8 cabras, extraída del balde con una pipeta estéril y se depositaron en un vaso recolector estéril, transportándola al laboratorio en un termo refrigerante a 4°C. Se realizaron diluciones hasta 10×2 utilizando agua peptonada en una proporción de nueve mililitros de diluyente por un mililitro de muestra. Para el conteo de microorganismos, se utilizaron placas de agar seco Petrifilm®: Aerobios Mesófilos y Coliformes Totales: Siguiendo las recomendaciones del fabricante de las placas 3M. Psicrótrofos y Termodúricos: se adaptaron las condiciones de siembra e incubación según Signorini et al. (2008), con temperaturas y tiempos específicos Psicrótrofos: Incubar a 7°C durante 10 días. Termodúricos: Incubar a 37°C durante 48 horas, con calentamiento previo a 63°C durante 30 minutos, Se cuantificaron Aerobios Mesófilos y bacterias Coliformes Totales, presencia de Bacterias termodúricos y evidenciar la ausencia de Bacterias Psicrótrofos. Como resultados en Aerobios Mesófilos dilución del 10×1 un promedio de 6,027.5 UFC/ml y en la 10×2 alcanzó un promedio de 6,475 UFC/ml, en el caso de Coliformes Totales promedios de 10×1 822.25 UFC/ml y 10×2 1150 UFC/ml. Los recuentos encontrados en este trabajo no representan valores que puedan suponer un peligro en la leche cruda de cabra, ya que se encuentran entre los rangos aceptables para el consumo humano, pero sí es necesario tenerlos presentes a la hora de elaborar productos derivados, ya que si se producen situaciones que permitan su multiplicación, se podrían superar los niveles considerados peligrosos para la producción de enterotoxina. Logramos observar presencia de microorganismos termodúricos. Los análisis indicaron que estos microorganismos estaban presentes en las muestras durante el período de estudio, lo que sugiere que las condiciones de manipulación y almacenamiento permitieron su supervivencia. Sin embargo, en lo que respecta a los microorganismos psicrótrofos, no se detectó presencia alguna durante las cuatro semanas de estudio. Esta ausencia puede atribuirse a las condiciones climáticas, que no favorecen el crecimiento de estas bacterias. La temperatura óptima de crecimiento de los microorganismos psicrótrofos se encuentra entre 15°C y 20°C, temperaturas que no fueron alcanzadas durante nuestro período de muestreo, lo cual explica su ausencia en el conteo.

Palabras claves:

Aerobios Mesófilos, Coliformes Totales, Termodúricos, Psicrótrofos, 3M Petrifilm.

ABSTRACT

The present study aimed to analyze the presence of bacteria affecting the hygienic-sanitary quality of goat milk produced at "El Cardón" farm. Samples were collected once a week for a month, gathering 50 ml from the total production of 8 goats using a sterile pipette and depositing it into a sterile collection cup. The samples were transported to the laboratory in a refrigerated container at 4°C. Dilutions up to 10x2 were prepared using peptone water in a ratio of nine milliliters of diluent per one milliliter of sample. For microorganism counting, dry agar Petrifilm® plates were used: Aerobic Mesophiles and Total Coliforms following the recommendations of the 3M plate manufacturer. Psychrotrophs and Thermotolerants: sowing and incubation conditions were adapted according to Signorini et al. (2008), with specific temperatures and times: Psychrotrophs incubated at 7°C for 10 days, Thermotolerants incubated at 37°C for 48 hours after preheating at 63°C for 30 minutes. Aerobic Mesophiles and Total Coliforms were quantified, detecting the presence of Thermotolerant bacteria and confirming the absence of Psychrotrophic bacteria. The results for Aerobic Mesophiles showed an average of 6,027.5 UFC/ml (dilution 10x1) and 6,475 UFC/ml (dilution 10x2), while Total Coliforms averaged 822.25 UFC/ml (dilution 10x1) and 1,150 UFC/ml (dilution 10x2). These counts do not represent values that could pose a danger in raw goat milk, as they fall within acceptable ranges for human consumption. However, they must be considered when producing derivative products, as conditions that allow their multiplication could exceed levels considered dangerous for enterotoxin production. Thermotolerant microorganisms were observed, indicating that these bacteria were present in the samples during the study period, suggesting that handling and storage conditions allowed their survival. However, no Psychrotrophic microorganisms were detected during the four weeks of study. This absence can be attributed to climatic conditions that did not favor the growth of these bacteria, with optimal growth temperatures for Psychrotrophs between 15°C and 20°C, which were not reached during the sampling period, explaining their absence in the counts.

Keywords:

Mesophilic Aerobes, Total Coliforms, Thermotolerants, Psychrotrophs, 3M Petrifilm

I. INTRODUCCIÓN

En este estudio se pretende identificar microorganismos contaminantes que generan pérdidas y disminución de la calidad de leche de cabra desde el punto de vista microbiológico, permitiendo identificar microorganismos tales como: aerobios mesófilos, coliformes totales, psicrófilos y termodúricos, siendo estos lo que mayor presencia tienen en la producción de leche.

El consumo de leche de cabra en Nicaragua es un mercado virgen, no se cuenta con un censo nacional que determine la cantidad de leche de cabra que se produce en el país, se estima que los departamentos pioneros en dicha producción son Estelí, Matagalpa, León y Chinandega.

Naturalmente los caprinos son animales resistentes a las enfermedades en condiciones de pastoreo libre, cuando se tiene un lote destinado a ordeño, se deben de tener en cuenta que están sometidas a mayor estrés, el cumplir un plan sanitario en tiempo y forma, realizar exámenes laboratoriales con regularidad, cumplir con normas de bioseguridad aportaran a que se mantenga una producción láctea regulada.

Según (MARTÍNEZ, 2017) :

La leche de cabra difiere muy poco del gusto de la de vaca, presenta similar cantidad de hierro, proteínas, grasa, vitamina C y D; exhibiendo mayor contenido de calcio, potasio, manganeso y fósforo, además de poseer mayor cantidad de caseína cuya micela difiere en estructura a la de la vaca, mineralización, capacidad de hidratación y tamaño lo que le otorga mejor digestibilidad, alcalinidad y capacidad "Buffer". Esto tiene un impacto positivo en la salud de personas con alteraciones gastrointestinales.

(Cuéllar, 2020) describe a la leche de cabra como:

Uno de los alimentos más completos que existen en el mundo por su alto perfil nutricional (de macro y micronutrientes) y una excelente fuente nutricional para

niños y mujeres embarazadas al tener elevadas cantidades de proteínas de alta calidad que pueden suplir su requerimiento diario proteico.

(RSA, 2019) en referencia a los indicadores de su país sobre la leche de cabra expresa:

La calidad higiénico-sanitaria, es un parámetro importante para el pago de la leche y es uno de los indicadores de mayor exigencia en las legislaciones de cada país. Este criterio redundante en un progreso neto de la calidad de la leche entregada a la industria por los productores cuando se unen a sistemas de pago por calidad.

(García et al., 2009) transmite que:

La identificación de la microbiota bacteriana en la leche contribuye a determinar las principales fuentes de contaminación. A partir de esta información, se pueden tomar las medidas correctivas necesarias. Además, al cuantificar la carga bacteriana según el número de microorganismos, es posible clasificar la leche de acuerdo con su calidad microbiológica, siguiendo los estándares establecidos por los organismos competentes. De esta manera, se pueden sugerir las mejores alternativas para su manejo posterior.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Analizar la presencia de Bacterias que afecten la calidad higiénico – sanitaria de la leche de cabra producida en la finca El Cardón de Noviembre – Diciembre del año 2023.

2.2 Objetivos Específicos

Evaluar la carga bacteriana de aerobios mesófilos en leche cruda de cabra, mediante recuento en placa petrifilm, expresado en UFC/ml.

Determinar la presencia de coliformes totales en leche cruda de cabra producida en finca El Cardón haciendo uso de técnicas de microbiología cuantitativa.

Determinar la presencia de microorganismos psicrótrofos y termodúricos en la leche de cabra producida en la finca El Cardón.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La calidad higiénico-sanitaria de la leche de cabra es un factor crucial para garantizar la seguridad alimentaria y la salud de los consumidores. Sin embargo, a pesar de los avances en la tecnología de producción y manejo, la leche de cabra sigue enfrentando desafíos significativos en términos de contaminación bacteriana. Estudios recientes han demostrado que la presencia de bacterias como aerobios mesófilos, coliformes totales, coliformes fecales, termodúricos y psicrótrofos puede comprometer la calidad microbiológica de la leche.

Se ha observado que las instalaciones inadecuadas para el ordeño, la falta de lavado de ubres y el aseo personal deficiente del personal de ordeño son puntos críticos que contribuyen a la contaminación bacteriana de la leche de cabra. La ausencia de prácticas higiénicas adecuadas durante el ordeño puede llevar a un aumento en los niveles de aerobios mesófilos y coliformes, lo cual afecta la calidad del producto final. Además, la contaminación durante el transporte y procesamiento puede introducir bacterias termodúricos y psicrófilos, que son resistentes a las condiciones de almacenamiento y procesamiento.

Desde el punto de vista de los productores, este estudio es esencial para identificar las posibles fuentes de contaminación y desarrollar estrategias efectivas para controlarlas. Mejorar las prácticas higiénico-sanitarias no solo aumenta la calidad de la leche, sino que también puede elevar los ingresos y la reputación de los productores al ofrecer un producto más seguro y de mejor calidad.

Asimismo, la realización de estudios como este es crucial para aumentar la base de conocimientos científicos sobre la leche de cabra. Con más información disponible, será posible, en el futuro, crear una normativa específica para la leche cruda de cabra que garantice estándares de calidad y seguridad. Esto no solo protegerá la salud de los consumidores, sino que también proporcionará directrices claras y alcanzables

para los productores, incentivando la adopción de mejores prácticas de producción y manejo.

Es fundamental establecer protocolos eficientes de monitoreo y control para garantizar la seguridad y calidad de la leche de cabra, desde la producción hasta el consumo final. La implementación de sistemas de pago por calidad también puede incentivar a los productores a mejorar sus prácticas higiénico-sanitarias y, por ende, la calidad del producto final. Medidas como la capacitación del personal en buenas prácticas de ordeño, la mejora de las instalaciones y el uso de técnicas de limpieza y desinfección adecuadas pueden contribuir significativamente a reducir la carga bacteriana en la leche de cabra.

IV. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

“El aspecto negativo que se les atribuye a los productos lácteos artesanales es que no son garantes de inocuidad, ya que una buena parte de ellos se elaboran con leche cruda sin pasteurizar” (Muñoz et al., 2023)

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS , 2024):

Las enfermedades de transmisión alimentaria son causadas por la contaminación de los alimentos, que se produce en cualquier etapa de la cadena de producción, suministro y consumo de estos. Pueden deberse a varias formas de contaminación ambiental, como la polución del agua, el suelo o el aire, así como al almacenamiento y transformación de alimentos insalubres.

Adicionalmente, la leche cruda de cabra presenta un riesgo particular debido a la posible presencia de aerobios mesófilos, coliformes totales, coliformes totales, termodúricos y psicrótrofos, bacterias que pueden sobrevivir y proliferar en condiciones inadecuadas de manejo y almacenamiento. Esto no solo compromete la seguridad alimentaria, sino que también afecta la calidad nutricional y sensorial del producto.

Por lo tanto, esta investigación es justificada en su objetivo de evaluar la presencia bacteriana de la leche de cabra y recomendar medidas correctivas para mejorar las prácticas higiénico-sanitarias. Garantizar la seguridad de los productos lácteos artesanales no solo protegerá la salud de los consumidores, sino que también permitirá a los productores cumplir con los estándares regulatorios y mejorar la competitividad de sus productos en el mercado.

V. ANTECEDENTES

En Costa Rica, (Araya et al, 2008) realizaron una investigación para evaluar la calidad bacteriológica de la leche y el queso de cabra distribuidos en el área metropolitana de San José. Se analizaron 25 muestras de leche cruda de cabra obtenidas por ordeño manual de cinco productores diferentes en cinco fechas distintas, así como 15 muestras de queso de cabra elaborado con leche pasteurizada de tres productores comerciales costarricenses.

La evaluación se basó en la normativa establecida por el Reglamento Centroamericano de Criterios Microbiológicos de los Alimentos Procesados (2005) y el Decreto MEICMag Costa Rica (2006), que establecen valores máximos permitidos para coliformes totales, coliformes fecales, *S. aureus*, y la ausencia de *Salmonella* spp. y *Listeria monocytogenes*.

Recuento total mesófilo aerobio y bacterias lácticas: Para ambos tipos de muestra, los recuentos se encontraron en su mayoría en el intervalo de 10^4 a 10^6 UFC/ml, con excepción de 4 muestras de queso que presentaron valores inferiores. Para bacterias lácticas, los valores oscilaron entre 10^2 y 10^7 UFC/ml.

Coliformes totales en leche de cabra: La mayoría de las muestras presentó valores entre 10^4 y 10^5 UFC/ml, superando los límites permitidos por la normativa. Para coliformes fecales, 24% de las muestras fueron negativas, mientras que 4% presentaron valores superiores a 10^5 UFC/ml.

La mayoría de las muestras presentó <10 UFC/g, excepto una muestra que presentó 1.3×10^6 UFC/g de coliformes totales y 1.3×10^3 UFC/g de coliformes fecales, superando los límites normativos.

En Miravalles, Puebla, México, (Morales et al, 2012) determinaron la presencia de Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA), Bacterias Coliformes Totales (BCT) y Bacterias

Coliformes Fecales (BCF) en muestras de leche cruda de cabra. Se seleccionaron al azar 10 productores de leche y se recolectaron muestras semanales, obteniendo un total de 55 muestras.

Normativas de Referencia: 92/46/EEC: Normativa de la Comunidad Económica Europea. Y NMX-F-COFOCALEC-2007: Norma mexicana para la leche cruda.

NOM-243-SSA1-2010: Norma mexicana que establece los límites microbiológicos para productos lácteos.

Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA): Las muestras cumplieron con las normativas respecto al número de BMA.

Bacterias Coliformes Totales (BCT) y Fecales (BCF): El 50% de las muestras excedieron los límites microbiológicos establecidos por la NOM-243-SSA1-2010 para BCT y BCF.

(More, 2013) estudió la calidad microbiológica de la leche de cabra en el caserío San José, Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera, Perú. Considerando los criterios microbiológicos de la leche cruda según la Norma Técnica Sanitaria N°071-MINSA/DIGESA-2008, se analizaron 5 muestras semanales de 5 predios.

Norma Técnica Sanitaria N°071-MINSA/DIGESA-2008 (Perú): Establece los criterios microbiológicos para la leche cruda.

Aerobios Mesófilos el promedio fue de 4.9×10^4 UFC/ml, siendo niveles aceptables para la categoría.

Y Coliformes Totales el promedio fue de 126 NMP/ml, también dentro de los niveles aceptables. Todos los predios presentaron niveles aceptables de aerobios mesófilos (55×10^5 UFC/ml), aunque un predio no presentó niveles aceptables de coliformes totales.

Estos estudios proporcionan un contexto valioso para nuestra investigación, demostrando la variabilidad en la calidad microbiológica de la leche de cabra en diferentes regiones y bajo diversas normativas. Tomando en cuenta estas referencias,

nuestro estudio se centrará en cuantificar y analizar la presencia de bacterias en la leche de cabra producida en la finca El Cardón, utilizando técnicas de microbiología cuantitativa y comparando los resultados con normativas vigentes para asegurar la calidad higiénico-sanitaria del producto

VI. HIPÒTESIS

6.1. Investigativa

- La leche cruda de cabra producida en la finca El Cardón presenta un conteo elevado de unidades formadoras de colonias (UFC) de aerobios mesófilos y coliformes totales, lo que refleja una carga bacteriana significativa que puede afectar su calidad higiénico-sanitaria.

6.2. Nula

- La leche cruda de cabra producida en la finca El Cardón no presenta unidades formadoras de colonias (UFC) de aerobios mesófilos ni coliformes totales, manteniéndose libre de contaminación bacteriana.

6.3. Alternativa

- En la leche cruda de cabra producida en la finca El Cardón existe presencia de microorganismos termodúricos y psicrótrofos, asociados a las condiciones de ordeño, almacenamiento y manipulación del producto.

VII. MARCO DE REFERENCIA

7.1. La Cabra (*Capra aegagrus hircus*)

La investigación de Barreto (2018), menciona que:

La cabra es un mamífero, rumiante de pequeña talla, con cuernos de tamaño mediano y arqueado, con la característica de ser muy ágil lo que le permite saltar y escalar con facilidad. Además de explicar que su clasificación taxonómica pertenece al reino animalia, división chordata, clase mammalia, orden *artiodactyla*, familia *bovidae*, subfamilia *caprinae*, género *capra* especie *capra aegagrus*, sub-especie *capra Hircus*

7.2. Características de la Leche de Cabra

La leche recién ordeñada presenta un sabor dulzón y olor neutro. Sin embargo, Boza y Sanz (1997), describen que:

su olor es fuerte como consecuencia de la absorción de compuestos aromáticos durante su manejo, generalmente inadecuado. Estos autores coinciden en que el color es más blanco que el de vaca, lo que se debe a la diferencia en el contenido de carotenos. La leche de cabra posee un contenido de sólidos totales y de nutrientes en una posición intermedia entre la leche de vaca y oveja.

Según Grille (2013), “se diferencia de la leche de vaca y humana en la digestibilidad más alta alcalinidad, capacidad buffer y en sus características terapéuticas para la salud y nutrición humanas, (p. 6).”

Según Cruz (2012), indica que:

La digestibilidad es más alta en la leche de cabra que en la de vaca debido a la homogeneización natural, ya que los glóbulos de grasa de la leche caprina son más pequeños (promedio de 3.49 μm frente a 4.55 μm en los de leche de vaca) y tienen una superficie mayor para el ataque de las lipasas intestinales, lo cual mejora la digestibilidad y la eficiencia del metabolismo de los lípidos (p. 28).

(Martínez, 2018 p. 18) menciona que:

La composición de macro y micronutrientes en la leche de cabra depende de los principales factores de producción que constituyen el sistema productivo: genotipo, características reproductivas y sanitarias de los animales, condiciones agroclimáticas y ambiente socioeconómico; así como de los métodos de producción: alimentación y ordeño.

La investigación realizada por Amasino (2017), menciona que:

La demanda de leche de cabra se ha incrementado debido fundamentalmente a la respuesta de consumo por el crecimiento poblacional y por especial interés en los países desarrollados hacia los productos de la leche de cabra, especialmente quesos y yogurt, ya que estos pueden ser consumidos por grupos de personas que presentan intolerancia a los lácteos de origen bovino. (p. 12)

Según Fernández (2017), indica que

La leche de cabra por su composición se encuentra asociada con ciertos beneficios nutrimentales en niños, así como, en el desarrollo de alimentos funcionales y productos derivados con características sensoriales. Demandadas por consumidores, este alimento y sus derivados, son también una opción para dinamizar las economías regionales. (p. 23)

7.2.1. Importancia de la leche y los productos de la cabra

La investigación realizada por Yangilar (2013), indica que

En los últimos tiempos la cría de cabras está ganando importancia en el mundo. Factores que la efectividad en esto la producción de leche de cabra y su procesamiento constituye una actividad económica de creciente importancia debido al alto interés nutricional de la leche de cabra, ya que proporciona proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y varios minerales de alta calidad, tales como como hierro, calcio y fósforo.

Yangilar, (2013) Señala que:

Especialmente los productos comestibles de oveja y cabra (principalmente carne y productos lácteos) tienen características interesantes en sus niveles de sabor, aromas y magro, así como en la composición específica de grasas, proteínas, aminoácidos y ácidos grasos. Su calidad está muy ligada a la singularidad histórica y cultural a través de las cadenas de producción, comercialización y consumo. Es una fuente de proteínas de excelente calidad, gracias a la proporción de aminoácidos esenciales. La leche de cabra también es altamente digerible y el valor biológico de sus proteínas es superior al de las proteínas de la leche de vaca.

Para Barreto (2018)

La importancia de la cabra radica en la producción de productos consumibles y utilizables en su mayoría para la población rural, además sus bondades nutricionales y organolépticas hacen de la leche y de la carne productos que pueden o no ser transformados para su consumo masivo como yogures, quesos madurados, sueros, natillas, dulces, y leche en polvo, así como para la producción de carnes maduradas y embutidos, siendo degustados mundialmente a través de la gastronomía.

7.2.2. Producción lechera caprina en el mundo

Según Cuéllar (2020), menciona que:

En el mundo existen casi mil millones de cabezas de caprinos, los cuales se ubican en una gran proporción en países de Asia y África. A su vez, se estima que la leche de caprinos ocupa un 4% en la producción total de leche a nivel mundial que se calculó alrededor de los 800 millones de toneladas en 2018. Se reconoce que el 95% de la producción caprina se concentra en países tropicales que están en vías de desarrollo.

7.2.3. Calidad higiénica sanitaria y física de la leche

Según Salvador (2016), menciona que

Las características fisicoquímicas de la leche de cabra incluyen: crioscopía, acidez (mLNaOH 0,1N/100 mL leche), cloruros, pH: 6.55, composición de la

leche (%): grasa: 4.32; proteína: 4.00; caseína: 2.63; humedad: 86.69; sólidos totales: 13.30; sólidos no grasos: 9.04; cenizas: 0.77 y lactosa: 4.27.

Arroyo y Vázquez (2018) describen:

Los parámetros de calidad de la leche incluyen el contenido de proteínas, el recuento de células somáticas, el recuento de bacterias totales, el índice crioscópico, la temperatura y la presencia de residuos de inhibidores. Otros parámetros de calidad de la leche incluyen el análisis de urea, fosfatasa alcalina, lactoperoxidasa, cloruros, peróxido de hidrógeno y ácido láctico. La calidad de la leche se puede definir en términos de su composición, higiene y estado sanitario.

Para Zibil et al. (2016), cita en su investigación:

La calidad higiénico-sanitaria puede ser avalada en base a dos indicadores: el recuento de células somáticas, que indica la frecuencia de animales con mastitis en el rebaño, y el recuento total de bacterias, que refleja las condiciones de higiene y almacenamiento de la leche desde su obtención hasta el envío a la industria, la evaluación de la calidad microbiológica es importante en la inocuidad alimentaria y, por tanto, en la protección de la salud de los consumidores. (p. 14)

Los parámetros microbiológicos para definir la calidad higiénica de la leche varían de un país a otro en función del desarrollo del sector lácteo, las posibilidades económicas y las exigencias de los consumidores. En la mayoría de los países de ganadería desarrollada la leche que acopia la industria tiene conteos entre 2.0×10^4 - 3.0×10^5 de bacterias individuales/mL y 5.0×10^5 células somáticas/mL. (Zibil et al. 2016, p. 15)

Según Avilés (2022), indica que

En los países de menos desarrollo, aunque tienen criterios semejantes, en la práctica se encuentran conteos más elevados. Estos resultados revelan la Situación existente en la cadena de producción de leche del país, la escasez de insumos para la higienización, la falta de exigencia del cumplimiento de los

indicadores del pago por calidad, la ausencia de mecanismos que contribuyan a elevar la calidad del producto, la falta de disciplina tecnológica en los productores y los análisis no confiables de los laboratorios que realizan el pago por calidad. (p. 23)

7.3. Contaminación biológica

Un alimento contaminado es aquél que contiene gérmenes capaces de provocar enfermedad a las personas que lo consumen. No es lo mismo un alimento contaminado que uno deteriorado, ya que cuando un alimento se encuentra deteriorado sus cualidades, olor, sabor, aspecto, se reducen o anulan, pudiéndose apreciar por medio de los sentidos. Un alimento contaminado puede parecer completamente normal, por eso es un error suponer que un alimento con buen aspecto está en buenas condiciones para su consumo, ya que puede estar contaminado por bacterias (Toledo, 2014, p. 13).

La investigación de Dalla (2012), menciona que

Las condiciones sanitarias bajo las cuales se lleva a cabo el ordeño influyen sobre la calidad de la leche, independientemente del sistema productivo y de los insumos tecnológicos utilizados. En cuanto se refiere a la rutina del ordeño y limpieza del ordeñador, los encuestados dicen que es una pérdida de tiempo, no tienen la costumbre o simplemente no tienen agua disponible durante el ordeño porque lo realizan en el potrero. (p. 6)

Al hacerle una encuesta a los productores el 37%, menciona que conocen las prácticas higiénicas de ordeño, sin embargo, al momento de constatar esta información no se realizan a cabalidad, porque simplemente se lavan las manos una sola vez al inicio del ordeño, presentando una prevalencia de mastitis del 51%, por tanto, la mayor posibilidad de contaminación de la leche se da durante el ordeño (Eslaquit, 2021, p. 80).

7.3.1. Microorganismos Mesófilos Aerobios

Para Hernández (2016, p.13), en este grupo se incluyen “Todas las bacterias, mohos y levaduras capaces de desarrollarse a 30°C en las condiciones establecidas, pero

pueden hacerlo en rangos bien amplios de temperaturas inferiores y mayores a los 30°C.”

“Todas las bacterias patogénicas de origen alimenticio son mesófilas” (Rojas, 2016, p. 23). La determinación del grado de contaminación de una muestra y las condiciones que han favorecido o reducido la carga microbiana, es decir lo que indica la calidad sanitaria del alimento y también se utiliza para monitorear la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura.

Desde luego, no se aplica a alimentos fermentados y puede dar escasa información sobre el manejo del alimento cuando éste es poco favorable para el desarrollo microbiano por su pH, por ejemplo, Taipe Carrasco (2021), estima:

La microbiota total, sin especificar tipos de microorganismos, reflejando la calidad sanitaria de un alimento, las condiciones de manipulación, las condiciones higiénicas de la materia prima. Hay que tener en cuenta que un recuento bajo de aerobios mesófilos no implica o no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas, igualmente si se tiene un recuento elevado no significa presencia de flora patógena.

No obstante, altos recuentos microbianos se consideran poco aconsejables para la mayor parte de los alimentos y suelen ser signo de inmediata alteración del producto. Tasas superiores entre 10^5 y 10^7 gérmenes por gramo suelen ser ya inicios de descomposición. Este grupo es un indicador importante en alimentos frescos, refrigerados y congelados, en lácteos y en alimentos listos para consumir (RTE por sus siglas en inglés: ready to eat). Para determinar el número de gérmenes por gramo o mililitro del alimento en estudio se utiliza la técnica del recuento en placa utilizando el medio de cultivo, agar plate count (PCA) (Arroyo y Vázquez, 2018).

7.3.2. Microorganismos Coliformes Totales

Según López (2022)

Este grupo de bacterias pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*, se caracterizan porque fermentan la lactosa con producción de gas a 35-37°C en

48 horas, son bacilos gram negativos, no formadores de esporas de vida libre y se transmiten por malos hábitos de manipulación en los alimentos.

Este grupo incluye los géneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Proteus* y *Klebsiella*. (p. 24)

(chino, 2023, p. 89) detalla que:

La presencia de bacterias coliformes totales en los alimentos no significa necesariamente que hubo una contaminación fecal o que hay patógenos entéricos presentes. Algunos coliformes (*E. coli*) son comunes en las heces del hombre y otros animales, pero otros (*Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Erwinia*) comúnmente se encuentran en el suelo, agua y semillas.

7.3.3. Microorganismos termodúricos

(Reginensi et al., 2014) al definir los microorganismos termodúricos expresa:

Las bacterias termodúricas toleran los tratamientos térmicos aplicados durante el proceso industrial de la leche, sobreviven a la pasteurización y pueden causar deterioro en la calidad de los productos manufacturados. Las bacterias termodúricas aisladas de productos lácteos pertenecen a diferentes grupos microbianos e incluyen cepas de los géneros *microbacterium*, *micrococcus*, *enterococcus*, *streptococcus*, *arthrobacter*, *lactobacillus*, y bacterias formadoras de esporas pertenecientes a los géneros *Bacillus*, *Paenibacillus* y *clostridium*.

7.3.4. Bacterias Psicrótrofas

Según el Instituto de Virología, Microbiología y Parasitología (IVAMI, 2018):

Los Microorganismos Psicrotrofos, también denominados psicrófilos facultativos o psicrotolerantes, son microorganismos cuya temperatura óptima de crecimiento se encuentra en el rango mesófilo, por encima de entre los 15 y 20°C, más cercana a la temperatura ambiente, pero pueden también multiplicarse a temperaturas inferiores a 7°C. Estos microorganismos crecen en ambientes donde la temperatura fluctúa, estando adaptadas a grandes oscilaciones. Son los principales microorganismo implicados en el deterioro de los alimentos en refrigeración de origen animal. Estos microorganismos son

traídos en los alimentos de sus habitats mesofilos y continúan creciendo en el ambiente refrigerado, aunque de forma mas lenta.

Según Avila (2017), indica que “los agentes psicrotrofos encontrados en los productos lacteos pueden ser varios, tanto gran positivos como gran negativos, siendo *Pseudomona Spp* la más común, aunque se pueden encontrar también *Pseudomona Putida*, *Pseudomona Fragi*, *Pseudomona Aureuginosa*, *Pseudomona Florescens*.” (p. 9)

7.3.5. Efectos en la salud pública

La OMS calcula que cada año mueren 1.8 millones de personas, como consecuencia de enfermedades diarreicas atribuidas, en su mayoría, a la ingesta de agua o alimentos contaminados. Dicha organización es consciente de la necesidad de concienciar a los manipuladores de alimentos sobre sus responsabilidades respecto de la inocuidad de estos. (Ávila ,2017, p. 59)

En el estudio de Avila (2017), menciona

Uno de los problemas de salud pública más importantes en el mundo lo constituyen las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA), que pueden afectar a la población en general, y en las cuales pueden estar potencialmente involucrados diversos agentes biológicos, físicos y químicos. (p. 60)

Según Aguilera-Becerra (2017), indica que

Se puede señalar que la calidad higiénica de la leche cruda es el efecto de las condiciones del entorno de la vaca en el momento del ordeño; en consecuencia, la contaminación encontrada se debe a las malas prácticas de higiene en la rutina de ordeño, las cuales favorecen el aumento de bacterias patógenas que afectan la calidad e inocuidad del producto. (p. 57)

(Gonzales, 2017, p. 78)

La contaminación de los alimentos genera para los países un costo adicional, puesto que deben tratar a las personas que presenten ETA (Enfermedad transmitida por Alimentos), que en algunos casos puede llegar a ser mortal; costos que serían mucho más bajos si existieran políticas encaminadas a mejorar la calidad de los alimentos.

7.4. Métodos de laboratorio para identificar microorganismos en la leche

7.4.1. Recuento en placa

En la investigación realizada por González (2016), menciona que

El recuento en placa es el método más utilizado para la determinación del número de células viables o unidades formadoras de colonias (U.F.C.) en un alimento. Los recuentos de microorganismos viables se basan en el número de colonias que se desarrollan en placas previamente inoculadas con una cantidad conocida de alimento (dilución) e incubadas en condiciones ambientales determinadas. (p. 65)

El procedimiento es dos placas que son preparadas usando medio de cultivo específico y una cantidad específica de muestra. Otros pares de placas son preparadas bajo condiciones similares, usando diluciones decimales de la muestra. Las placas son incubadas a 30°C por 72h. El número de microorganismos por mililitro o por gramo de muestra es calculado a partir del número de colonias obtenidas en las placas seleccionadas.

7.4.2. Aislamiento e identificación de Bacterias ácido lácticas (BAL)

(Hernandez-Saldaña, 2015, p. 8)

Usando técnica de siembra por extensión se realiza un cultivo microbiológico de la muestra de leche de cabra recolectada en cantidades de 10, 100 y 200 µl en medio solido MRS (Man, Rogosa y Sharpe), MRS enriquecido con glucosa y MRS enriquecido con lactosa, así como medio solido de leche peptonizada, dejando incubar por 72 h a 37°C en condiciones de micro-aerobiosis y anaerobiosis. Las cepas aisladas se identifican fisiológicamente por pruebas de morfología colonial y celular y tinción de Gram, así como de forma bioquímica por actividad de catalasa y oxidasa, fermentación de azúcares y producción de gas, producción de CO₂ de Glucosa, desaminación y descarboxilación de aminoácidos e hidrólisis de citrato.

7.4.3. PCR

Según NIH, 2022 citado por (Gonzales, L. et. al., 2022).

La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) es una técnica de laboratorio utilizada para amplificar secuencias de DNA. El método utiliza secuencias cortas de DNA, llamadas primers o cebadores, para seleccionar la parte del genoma a amplificar. La temperatura de la muestra se incrementa y decrementa repetidamente para ayudar a la DNA polimerasa a duplicar la secuencia del DNA que está siendo copiado. Con esta técnica se pueden producir millones de copias de la secuencia en estudio en sólo unas pocas horas.

(Gonzales, L. et. al., 2022).

El uso de la biología molecular dentro del área de microbiología clínica ha sido de gran utilidad como apoyo en el diagnóstico, ya que esto implica una sensibilidad y especificidad muy alta en un periodo corto de tiempo. Existen diferentes formas de diagnosticar una bacteria, pero la PCR aporta un gran valor diagnóstico, ya que no sólo sirve para la detección e identificación, sino también para conocer los genes de resistencia o virulencia. Hoy en día existen protocolos ya establecidos para las muestras clínicas, de tal forma que es posible diagnosticar a los microorganismos de manera directa, mediante cualquier tejido o secreción de la cual se sospeche.

8. Placas Petrifilm

La empresa, (3M Petrifilm, 2018) describe que las Placas Petrifilm® son pruebas microbiológicas rápidas que emplean un medio de cultivo listo para usar con nutrientes específicos, un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador de color que facilita el recuento e interpretación de resultados.

9. Inoculación de muestra

(3M Petrifilm, 2017), Sugiere que para la preparación de la muestra primero:

Se coloca la Placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada y se levanta la película superior, usando una pipeta en posición perpendicular a la Placa Petrifilm, se agrega 1 mL de la muestra en el centro de la película inferior, se baja la película superior con sumo cuidado para evitar la formación de burbujas

de aire y se posiciona el dispersor en la película superior sobre lo inoculado, una vez posicionado se presiona suavemente para que distribuir el inóculo y se espera al menos un minuto para que se solidifique la gel.

10. Periodo y temperatura de Incubación

Las indicaciones de fabrica (3M petrifilm , 2021) especifica que los periodos de incubación para Bacterias Aerobios mesófilos en Leche y productos lácteos: 48 hs $\pm$ 3 hs a 32 °C $\pm$ 1 °C, Mientras que en Bacterias Coliformes Totales en Leche y otros productos lácteos: 24 hs $\pm$ 2 hs a 32 °C $\pm$ 1 °C.

Para bacterias Termodúricos y Psicrotrofos se empleó las modificaciones que sugiere (Signorini et al., 2008): Para los microorganismos termodúricos será a una temperatura de 37°C durante 48 horas y Psicotrofos será de 7°C durante 10 días.

11. Interpretación de los Resultados

Cuenta todas las colonias rojas presentes en la placa. Las colonias pueden variar en tamaño y color, pero todas las colonias rojas deben ser contadas.

Multiplica el número de colonias por el factor de dilución utilizado para preparar la muestra. Esto te dará el recuento total de unidades formadoras de colonias (UFC) por mililitro (UFC/ml).

En placas específicas para coliformes, busca burbujas de gas alrededor de las colonias rojas. La producción de gas indica la presencia de coliformes.

Según la guía de interpretación del fabricante (3M petrifilm , 2021)

Cuando el número de colonias es superior a 250, se puede realizar una estimación. Contar las colonias de una cuadrícula (1 cm²) y multiplicar por 20 para obtener el recuento total por placa. El área de inóculo de una placa Petrifilm de Aerobios es de 20 cm² aproximadamente.

Recuento = TNTC (Too Numerous to Count): Hay demasiadas colonias para contarlas individualmente.

Algunas placas tienen indicadores de pH que cambian de color si hay producción de ácido, lo que puede ayudar a identificar ciertos tipos de bacterias.

VIII. MATERIALES Y METODOS.

8.1. Ubicación del área de estudio

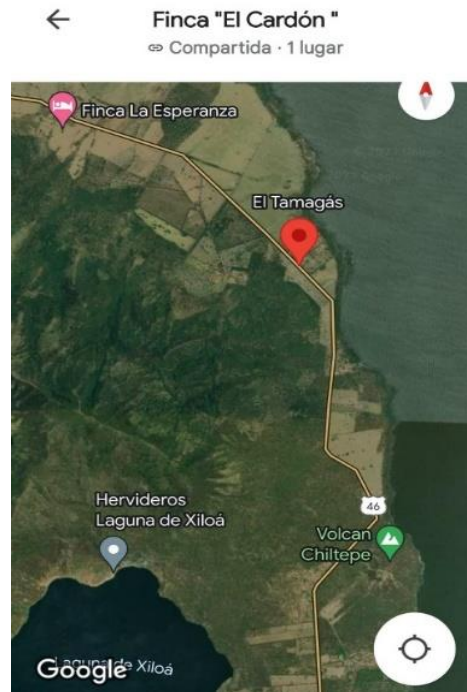
El estudio fue realizado en la Finca El Cardón, en el municipio de Mateare departamento de Managua, Nicaragua

El clima en el área es caracterizado por una precipitación anual cerca de los 800 mm con variaciones considerables entre los años. La pluviosidad es bimodal con cortas lluvias en junio y más intensa en octubre-noviembre. La temperatura anual es cerca de 33 °C, con bajas temperaturas en diciembre y altas en abril. (CENAGRO, 2011, p. 13)

Se encuentra a una “altitud media de 150msnm, el clima se caracteriza por ser de sabana tropical, con temperaturas que oscilan entre 27.50 °C – 35 °C, la precipitación media anual varía entre 1000-1500mm.” (Gonzalez, 2018, p. 23)

Figura 1

Ubicación del área en donde se hizo el presente estudio.



(Agurcia, 2024)

8.2. Diseño Metodológico

8.2.1 Tipo de Estudio

El estudio es no experimental, descriptivo y de corte transversal en el tiempo, con enfoque mixto.

8.2.2. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión: Cabras paridas y en producción.

Criterio de exclusión: Machos, cabras jóvenes y cabras en gestantes.

8.2.3 Fase de campo

Para los estudios de calidad higiénica de la leche, se ordeñaron un total de 8 cabras, una vez a la semana, durante cuatro semanas se tomó una muestra de 50 ml de leche extraída asépticamente de la pichinga o bote recolector de leche utilizando una pipeta estéril, la cual se depositó en un vaso recolector estéril. el cual se trasladó hacia el laboratorio CEDIVE (ubicado en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias en la Universidad de Ciencias Comerciales) en un termo con refrigerante, manteniendo una temperatura promedio de 4°C.

Figura 2

Toma y traslado de muestra de leche.



(Agurcia,2024)

8.2.4 Fase de Laboratorio

Un día antes de iniciar el muestreo.

- Preparación de medio de agua peptonada bufferada
- Esterilización de todos los materiales que entrarían en contacto directo e indirecto con la muestra. (Esto incluía pipetas graduadas para extraer la muestra de leche del recipiente de ordeño, puntas de pipetas desechables y tubos de ensayo, entre otros) para garantizar que no hubiese contaminación.

Procesamiento de muestra.

- Esterilización y organización del área de trabajo, para mantener el área estéril durante la manipulación de la muestra y las diluciones, se colocaban dos mecheros para mantener la esterilidad.
- Distribución de medio de agua peptonada bufferada en tubos de ensayo, ya que se realizaron diluciones hasta 10^2 utilizando agua peptonada bufferada como medio, en proporción de nueve mililitros de más un mililitro de muestra.
- Se utilizaron placas de Recuento Aerobios (AC) agar seco 3M Petrifilm®, para el conteo de microorganismos aerobios mesófilos, termodúricos y psicrótrofos.
- Para el conteo de unidades formadoras de colonias en Coliformes Totales se utilizó placas Recuento de Enterobacterias (EB).
- Se siguieron las recomendaciones del fabricante de las placas 3M Petrifilm para la inoculación e incubación en Aerobios mesófilos y coliformes totales.
- En microorganismos psicrótrofos se modificaron las condiciones de siembra e incubación como lo sugiere (Signorini et al., 2008) La temperatura y tiempo de incubación fueron de 7°C durante 10 días.

- Para los microorganismos termodúricos también se siguieron las recomendaciones de (Signorini et al., 2008) modificando las condiciones de inoculación e incubación, pero en este caso las muestras se sometieron a un tratamiento térmico de 63°C durante 30 minutos previo a la siembra 37°C durante 48 horas.

Figura 3

Procesos de la muestra en laboratorio.

a.)



b.)



c.)



d.)



(Agurcia, 2024)

Nota:

- a.) Elaboración de medio a base de agua peptonada bufferada
- b.) Dilución de la muestra en medio de agua peptonada bufferada
- c.) Inoculación de la muestra sobre placa 3M Petrifilm®
- d.) Tratamiento térmico de la muestra previo a inoculación para el recuento de microorganismos termodúricos como lo sugiere (Signorini et al., 2008)

8.3. Variables que Evaluar

Tabla 1

Variables de la investigación

Variable	Definición operacional	Forma de medición	Valor
Aerobios Mesófilos	Microorganismos que crecen de manera óptima a temperaturas moderadas (20–45 °C) y son utilizados como indicadores de la calidad higiénica de los alimentos, incluidas las leches crudas.	Petrifilm para el conteo de aerobios Mesófilos	Aceptable: 500,000 UFC/ml Inaceptable: 1,000,000 UFC/ml. Valores basados en normativas para leche cruda de Bovina.
Coliformes totales	Grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.	Petrifilm para el conteo de unidades formadoras de colonias	Aceptable: 0-100 UFC/ml Inaceptable: 101-1000 UFC/ml. Valores basados en normativas para leche cruda de Bovina.

Microorganismos termodúricos	Bacterias capaces de sobrevivir al proceso de pasteurización	Petrifilm para el conteo de unidades formadoras de colonias	Presente:
			Ausente:
Microorganismos psicrotrofas	Bacterias capaces de crecer a temperaturas de refrigeración, constituyen un grupo relevante en la alteración de alimentos a bajas temperaturas	Petrifilm para el conteo de unidades formadoras de colonias	Presente:
			Ausente:

(Agurcia,2024)

8.4. Recolección de datos

Se elaboró un instrumento para recolectar la siguiente información

Tabla 2

Ficha de toma de muestra leche de cabra finca El Cardón

Fecha	Hora toma de muestra	Hora de ingreso al Laboratorio
(Agurcia,2024)		

8.5. Análisis de datos

Los datos encontrados en las pruebas microbiológicas fueron tabulados en una hoja electrónica de Excel del paquete Office® para su posterior análisis.

8.6. Materiales e instrumentos

Tabla 3

Materiales y equipos

Materiales	Equipos
Leche	Incubadora
Frasco recolector de orina	Refrigeradora
Pipetas Transfer de 3 ml	Pipetas Automática (100 -1000)
Puntas para pipetas 0 – 200ul	Mecheros
Puntas para pipetas 100 – 1000ul	Computadora
Placas de Petri	Gradillas
Alcohol	Termo
Guantes	Medio de transporte
Gabacha	Horno
Gorro	
Cubre Boca	
Papel toalla	
Pera	
Tubo cónico graduado tapa rosca	
Petrifilm enterobacterias	
Petrifilm Aerobios	
Agua peptonada	

(Agurcia,2024)

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran la cantidad de bacterias en las muestras de leche de cabra. Las normas oficiales nicaragüenses e internacionales no contemplan referencia alguna sobre límites microbiológicos para leche de cabra, sin embargo, para efectos prácticos, estos resultados se comparan con lo especificado por normas establecidas para leche cruda de vaca.

9.1. Unidades formadoras de colonias (UFC) Aerobios Mesófilos.

Tabla 4

Conteo de Aerobios Mesófilos

Aerobios Mesófilos	$\times 10^1$	$\times 10^2$
Semana 1	490	1700
Semana 2	17,090	14100
Semana 3	470	900
Semana 4	6060	9200
Promedio	6,027.5	6,475

(Agurcia,2024)

Durante las cuatro semanas de estudio, se obtuvieron promedios de 6,027.5 UFC/ml en la dilución 10^1 y 6,475 UFC/ml en la dilución 10^2 para aerobios mesófilos. Aunque estos valores reflejan una carga bacteriana considerable, se encuentran muy por debajo de los límites establecidos por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 027-17, 2017), que permite hasta 400,000 UFC/ml para leche clase A, $\leq 1,000,000$ UFC/ml para clase B y $\leq 1,500,000$ UFC/ml para clase C.

En comparación, el estudio de MINSA/DIGESA (2008, citado en More, 2013) sobre leche de cabra en Perú establece como aceptable un recuento de hasta 500,000 UFC/ml. En dicha investigación, se reportó un promedio de 49,000 UFC/ml, superior a los 38,100 UFC/ml. Nuestros resultados son significativamente más bajos, lo que indica una buena calidad microbiológica, aunque se enfatiza la necesidad de mantener

estos niveles bajo control para evitar riesgos durante la elaboración de productos derivados.

Morales et al. (2012), en Puebla, México, reportaron valores de 297.3 y 566.5 UFC/ml, también dentro de los límites establecidos por la Comunidad Económica Europea (92/46/EEC) y la NMX-F-COFOCALEC-2007. Aunque nuestros valores son más altos, ambos estudios coinciden en que la leche cruda de cabra analizada es apta para el consumo humano.

Por otro lado, Herrera (2015) reportó recuentos significativamente mayores en tres queserías del Valle del Salado, México: 376,033, 572,767 y 2,868,544 UFC/ml, clasificando la leche como clase 4 según la NOM-243-SSA1-2010. En contraste, nuestros resultados están muy por debajo de estos valores, lo que sugiere mejores condiciones higiénico-sanitarias en nuestro entorno de estudio.

Huerta et al. (2022), en Venezuela, encontraron un recuento de 3.0×10^6 UFC/ml en productos derivados de leche de cabra, cumpliendo con la normativa COVENIN 902. A pesar de que sus valores son más altos, ambos estudios se mantienen dentro de los límites permitidos por sus respectivas normativas. Las diferencias podrían atribuirse a factores como el manejo, condiciones ambientales y técnicas de procesamiento.

Según Robert (1986, citado en Araya et al., 2008), la leche de cabra debería presentar menor carga bacteriana que la de vaca, debido a su menor exposición a contaminación fecal. Esto refuerza la importancia de mantener prácticas higiénico-sanitarias adecuadas durante el ordeño, transporte y procesamiento.

Basualdo et al. (2021) consideran que una leche con menos de 100,000 UFC/ml es de excelente calidad. Hernández (2016) señala que los mesófilos incluyen bacterias, mohos y levaduras que se desarrollan a 30 °C, aunque pueden crecer en un rango más amplio de temperaturas. En noviembre, las temperaturas en la región del Pacífico nicaragüense oscilaron entre 26 °C y 28 °C (INETER, 2023), condiciones propicias para el desarrollo de estos microorganismos.

Aunque los recuentos obtenidos están dentro de los límites aceptables, como advierten Andino y Castillo (2010, citado en More, 2013) y Soplin y Tulumba (2013, citados en Ramos, 2020), un bajo recuento no garantiza la ausencia de patógenos. Por ello, la

determinación de mesófilos aerobios sigue siendo una herramienta clave para evaluar la calidad sanitaria de la leche y monitorear la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (More, 2013).

En conclusión, nuestros resultados indican una buena calidad microbiológica de la leche cruda de cabra, aunque existe margen para mejorar las prácticas de manejo y asegurar la inocuidad del producto final.

9.2. Unidades formadoras de colonias (UFC) Coliformes Totales

Tabla 5

Conteo Coliformes Totales.

Coliformes Totales	$\times 10^1$	$\times 10^2$
Semana 1	70	100
Semana 2	279	600
Semana 3	10	0
Semana 4	2930	3900
Promedio	822.5	1,150

(Agurcia,2024)

El análisis de coliformes totales en la leche cruda de cabra de la finca El Cardón mostró promedios de 822.5 UFC/ml en la dilución 10^1 y 1,150 UFC/ml en la dilución 10^2 . Estos valores se ubican dentro de los parámetros establecidos por la normativa vigente, que considera aceptable un rango de 0–100 UFC/ml e inaceptable entre 101–1,000 UFC/ml (NTON 03 027-17, 2017).

En comparación con otros estudios, Araya et al. (2008) reportaron que el 100% de las muestras de leche en Costa Rica presentaron recuentos de coliformes totales entre 10^4 y 10^5 UFC/ml, superando los límites establecidos por la legislación local. Asimismo, el 76% de las muestras contenían coliformes fecales, mientras que los quesos analizados fueron mayormente negativos, lo que sugiere buenas prácticas higiénicas en su elaboración.

Por su parte, More (2013) encontró un promedio de 126 NMP/ml, considerado aceptable según la normativa NTS N°071-MINSA/DIGESA-2008, valor considerablemente más bajo que el obtenido en nuestro estudio. En contraste, Herrera (2015) reportó recuentos mucho más elevados en queserías de Puebla, México (62,800 a 862,467 UFC/ml), superando ampliamente los límites de la NOM-243-SSA1-2010.

Diversos autores coinciden en que los coliformes totales, aunque forman parte de la flora normal, en cantidades elevadas evidencian un manejo higiénico deficiente y pueden indicar la presencia de cepas patógenas (García, 2009; Higgins, 2007, citados

en More, 2013). Morales (2005) y López (2007, citados en More, 2013) señalan que la contaminación no proviene únicamente de la leche, sino también de equipos, utensilios, aire, polvo y forraje. Reginensi et al. (2014) destacan que el suelo, los alimentos y las heces son fuentes frecuentes de contaminación durante el ordeño.

En nuestro estudio, el incremento de coliformes en las semanas 2 y 4 puede explicarse por factores como la falta de notificación previa al ordeñador, medidas de higiene insuficientes (lavado de manos y pezones) y condiciones inadecuadas de ordeño, relacionadas con la cercanía de la ubre al suelo. Estas prácticas favorecen la supervivencia de coliformes y microorganismos termodúricos.

Finalmente, Revelli et al. (2004, citados en Frau et al., 2012) advierten que una alta carga bacteriana reduce la vida útil y la calidad organoléptica de los productos lácteos, mientras que Heer y Geottig (2001, citados en Frau et al., 2012) señalan que el enfriado es un factor determinante para preservar la calidad microbiológica.

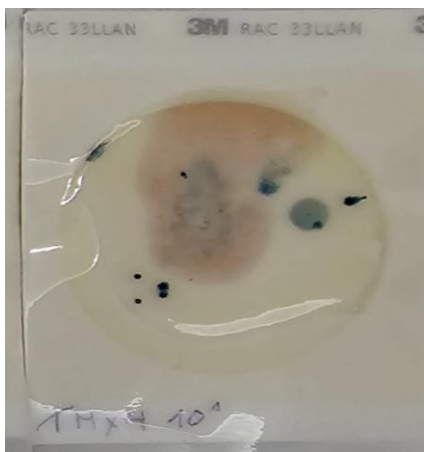
En conclusión, aunque los recuentos de coliformes encontrados no representan un peligro inmediato para el consumo de leche cruda de cabra, sí constituyen un indicador de deficiencias higiénico-sanitarias que deben corregirse. Además, es necesario mantener vigilancia constante, ya que en productos derivados la multiplicación bacteriana podría superar niveles peligrosos y favorecer la producción de enterotoxinas.

9.3. Presencia de microorganismos Termodúricos y Psicrotrofos

Se reportaron UFC/ml de microorganismos termodúricos, según la dilución 10×10^2 obtuvimos presencia en todas las semanas exceptuando en la 2da semana de muestreo.

Figura 4

Placa 3M petrifilm con evidencia presencia de Bacterias termodúricos (Agurcia, 2024)



Estos resultados de microorganismos termodúricos evidencian la teoría que se planteó en los datos de Coliformes totales de la presente investigación, coincidiendo con lo expuesto por (Reginensi et al, 2014), indica que la suciedad del pezón al momento del ordeño constituye la principal fuente de microorganismos Termodúricos presentes en la leche

cruda.

De forma general, los tratamientos térmicos aplicados a la leche reducen las poblaciones psicrótrofas y mesófilas, dejando principalmente dos grupos a considerar con posterioridad, es decir, los microorganismos termodúricos y las bacterias introducidas por contaminación post-pasteurización. Después de la pasteurización, algunos microorganismos pueden entrar en un estado "viable pero no cultivable", lo que significa que pueden ser subestimados por los métodos de cultivo tradicionales (Bartoszcz, 2009, citado por (Márquez, 2017).

“Los hallazgos de un reciente estudio revelan la existencia de una población bacteriana más diversa de lo esperado en la leche pasteurizada (Quigley et al., 2013).

Cuando consideramos las bacterias termodúricas, debemos tener en cuenta de un modo particular los microorganismos formadores de esporas. Estas bacterias pueden entrar en la cadena de la leche a través del suelo, del ensilaje y del material del lecho y son, significativamente resistentes a la pasteurización.

En cuanto a los microorganismos psicrótrofos no obtuvimos presencia en nuestro conteo ya que las condiciones climáticas no favorecen el crecimiento de estas bacterias ya que según (IVAMI, 2018) la temperatura optima de crecimiento se encuentra 15° C y 20 °C

Figura 5

Placa 3M petrifilm con evidencia la ausencia de Bacterias Psicrotrofas (Agurcia, 2024)



Pero queremos destacar que Según (Frau et al, 2012):

El recuento de este grupo debe realizarse periódicamente ya que el almacenamiento a bajas temperaturas puede favorecer su desarrollo; esto ocasionará que las enzimas proteolíticas y lipolíticas producidas por este grupo de bacterias contribuyan a la degradación progresiva de

proteínas y lípidos, no solo durante el período de almacenamiento de la leche, sino también luego del tratamiento térmico ya que dichas enzimas son termorresistentes.

“Este grupo de bacterias son mesófilos, pero tienen la capacidad de reproducirse a temperaturas de refrigeración” (Romero, 2023)

Según autores como Frank, 2007; De Jonghe et al, 2011; Quigley et al, 2013, (citado por (Márquez, 2017)

Es importante comprender los cambios que pueden ocurrir en la microbiología de la leche cruda durante su almacenamiento y como consecuencia de los tratamientos posteriores. La leche se almacena básicamente a temperaturas de refrigeración que reducen el crecimiento de la mayoría de las bacterias, con la excepción de los microorganismos psicrotolerantes que pueden proliferar en estas condiciones y convertirse en la principal causa del deterioro de la leche.

De igual manera De Jonghe et al., 2011(citado por (Márquez, 2017) exponen que esto se debe a la producción de enzimas extracelulares, siendo las lipasas y proteasas las más importantes. Las lipasas degradan la grasa de la leche causando rancidez,

mientras que las proteasas degradan la caseína produciendo un color gris y un sabor amargo desagradable.

Las investigaciones sobre las variaciones estacionales en el crecimiento de microorganismos en la leche cruda han demostrado que las bacterias psicrotolerantes presentan un mejor crecimiento y una mayor producción de proteasa en la leche de invierno que en la leche de verano (Márquez, 2017).

X. CONCLUSIONES

El presente estudio permitió analizar la calidad higiénico-sanitaria de la leche cruda de cabra producida en la finca El Cardón, evidenciando la presencia de bacterias que requieren atención para garantizar su seguridad microbiológica.

- Aerobios mesófilos:

Los recuentos obtenidos (6,027.5 y 6,475 UFC/ml) estuvieron por debajo de los límites de la NTON 03 027-17, confirmando parcialmente la hipótesis investigativa, al comprobarse su presencia en niveles aceptables.

- Coliformes totales:

Se detectaron valores superiores a los permitidos (1,262.5 y 1,150 UFC/ml), lo que valida la hipótesis investigativa y permite rechazar la hipótesis nula, evidenciando deficiencias higiénico-sanitarias en el ordeño y manejo.

- Psicrótrofos y termodúricos:

No se detectaron psicrótrofos, lo que refleja un adecuado control de temperatura. Sin embargo, la presencia de termodúricos confirma la hipótesis alterna, al demostrar la existencia de microorganismos resistentes al calor.

En conjunto, la hipótesis resultante señala que la leche producida en la finca El Cardón presenta aerobios mesófilos y coliformes totales en niveles que requieren vigilancia, además de microorganismos termodúricos, mientras que no se evidenció crecimiento de psicrótrofos.

Este estudio aporta beneficios al productor, al destacar la necesidad de mejorar prácticas de ordeño, higiene y almacenamiento para asegurar un producto competitivo y seguro; y al consumidor, al ofrecer información confiable sobre la calidad microbiológica de la leche de cabra. Asimismo, ante la falta de una normativa específica para leche caprina, se utilizó como referencia la normativa bovina (NTON 03 027-17, 2017), lo que resalta la importancia de impulsar una regulación propia que contemple las particularidades de la leche de cabra.

La implementación de Buenas Prácticas de Manufactura y un monitoreo constante son esenciales para elevar la calidad sanitaria del producto, proteger la salud del consumidor y fomentar el desarrollo sostenible de la producción caprina en el país.

XI. RECOMENDACIONES

Implementar un sistema de monitoreo continuo y regular para detectar y cuantificar la presencia de bacterias en la leche de cabra. Este sistema debe incluir la capacitación del personal en técnicas adecuadas de recolección y manejo de muestras, así como la adopción de prácticas higiénico-sanitarias rigurosas durante todas las etapas de producción y procesamiento de la leche.

Para mantener los niveles de aerobios mesófilos bajo control, se recomienda establecer protocolos estrictos de limpieza y desinfección de los equipos de ordeño y almacenamiento. Además, es crucial mejorar las condiciones de higiene durante el ordeño, incluyendo el lavado y secado adecuado de las ubres y las manos del personal. La implementación de sistemas de refrigeración eficientes desde el momento del ordeño hasta el transporte también ayudará a reducir la proliferación bacteriana.

Para reducir los niveles de coliformes totales, es esencial mejorar las condiciones higiénico-sanitarias en la finca, incluyendo el mantenimiento regular y adecuado de los equipos y utensilios utilizados. Además, es importante asegurarse de que el personal esté debidamente capacitado en buenas prácticas de ordeño y manipulación de la leche. Implementar medidas adicionales como el uso de filtros y tratamientos de desinfección específicos contribuirá a disminuir la contaminación bacteriana.

Aunque no se detectó la presencia de microorganismos psicrótrofos en este estudio, es importante mantener prácticas que prevengan su aparición. Se recomienda revisar y mejorar las condiciones de almacenamiento y manipulación de la leche para evitar la contaminación psicrótrofa. Asegurarse de que la leche se mantenga a temperaturas óptimas de refrigeración desde el momento del ordeño hasta su procesamiento final puede prevenir el crecimiento de estos microorganismos. Además, realizar análisis periódicos y detallados de la calidad microbiológica de la leche ayudará a identificar y abordar rápidamente cualquier problema de contaminación.

En resumen, es vital adoptar un enfoque integral para garantizar la calidad higiénico-sanitaria de la leche de cabra. Esto incluye la implementación de prácticas rigurosas de limpieza y desinfección, la capacitación continua del personal, y la utilización de tecnologías avanzadas de monitoreo y control bacteriano. También es importante fomentar la investigación continua y el intercambio de conocimientos entre los productores para mejorar constantemente las prácticas de producción y asegurar la seguridad y calidad de la leche de cabra.

XII. LITERATURA CITADA

- 3M. (2019). *Petrifilm*. Obtenido de Petrifilm 3M Guía de interpretación: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1715596O/gua-de-interpretacin-3m-petrifilm-aerobios.pdf>
- 3M petrifilm (2021). Obtenido de https://www.microquimica.com.mx/wp-content/uploads/2021/09/Petrifilm_catalogo-placas.pdf?form=MG0AV3
- 3M Petrifilm. (2017).
- 3M Petrifilm. (2018). Obtenido de <https://www.madexgroup.com/wp-content/uploads/2018/12/CATALOGO-3M-MADEX.pdf>
- Aguilera-Becerra, A. M.-C.-B. (2017). Bacterias patógenas en leche cruda: problema de salud pública e inocuidad alimentaria. . *Ciencia y agricultura* , 89.
- Amasino, C. F. (2017). *librosdecatedra.net*. Obtenido de Enfermedades infecciosas: <file:///C:/Users/ariel/Downloads/807-3-2666-1-10-20180202.pdf>
- Araya et al. (2008). *Evaluación bacteriológica de la leche y queso de cabra distribuidos en el Area Metropolitana de San José, Costa Rica*. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222008000200010
- Arroyo, O., & Vázquez, D. I. (2018). *Efecto del nitrato/nitrito sobre la supervivencia de la flora microbiana de la leche cruda*. Obtenido de Universidad Autónoma del Estado de México: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95225/TESIS%20DANI_OLLI.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Avila, A. G. (2017). Factores de riesgos para enfermedades crónicas: estilo de vida, índice de masa e hiperglicemia en la comunidad. . *Investigacion clinica* , 670 .
- Avilés, N. A. (2022). Comparación de la prueba california mastitis test y tarro de fondo oscuro en el diagnóstico de mastitis subclínica en bovinos lecheros del cantón Cuenca de la provincia del Azuay. *Repositorio Guayaquil*, 178.

- Barreto, K. (2018). *Todo sobre el tercer tipo de ganado más producido y consumido del mundo*. Obtenido de Origen de la cabra y Domesticación: <https://agrotendencia.tv/agropedia/ganaderia/la-cria-de-la-cabra/>
- Basualdo et al. (2021). Obtenido de https://www.academia.edu/44306544/RECUESTO_DE_COLIFORMES_Y_MESES%3F%93FILOS_EN_LECHE_DE_VACA_OBTENIDA_DE_UN_ESTABLO
- CENAGRO. (2011). Censo Nacional Agropecuario.
- Chino, C. R. (2023). Determinación de coliformes totales en salsas de ocapa adquiridas en los alrededores del mercado san camilo, arequipa 2021. *Repositorio UPADS*, 104.
- Cruz, D. (2012). Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria y de composición de leche caprina de la raza Saanen en la segunda mitad de la lactancia en un establecimiento caprino en la zona rural de Montevideo. *Colibri*, 79.
- Cuéllar, J. A. (2020). Obtenido de Leche de Cabra: Propiedades y beneficios: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/leche-de-cabra-propiedades-y-beneficios/>
- Dalla, I. (2012). Factores de Riesgo de Contaminación de la Leche con Bacterias Esporuladas (*Clostridium*) en Establecimientos Lecheros de la Provincia de Santa Fe. *Scielo* , 10.
- Díaz et al (2023). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-14562023000100014&form=MG0AV3
- Díaz-Rivera et. al. (2023). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-14562023000100014&form=MG0AV3

- Eslaquit, N. W. (2021). Estudio de factores causantes de mastitis en vacas (bos indicus y bos taurus) de la cooperativa lechera Masiguito en la zona semihumeda del municipio de Camoapa departamento de Boaco en diciembre 2020. *Repositorio UCC*, 87.
- FAO. (2013). *La leche y los productos lácteos pueden mejorar la nutrición de los pobres del mundo*. Obtenido de <https://www.fao.org/news/story/es/item/207819/icode/>
- FAO. (2024). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Pequeños rumiantes: <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/small-ruminants/es/>
- Fernández, A. B. (2017). *Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica*. Chile : Scielo .
- Frau et al. (2012). Obtenido de <http://revista-vieja.agro.unlp.edu.ar/index.php/revagro/article/view/65/40#>
- García et al. (2009). Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000100004
- Gonzales, C. &. (2017). Determinar la carga bacteriológica de leche cruda de vaca y su relación con la calidad higiénica y sanitaria en el distrito de Baños–Huánuco 2017. *Ciencia Lasalle* , 59.
- Gonzales, L. et. al. (2022). Obtenido de https://repositorio-uapa.cuaieed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/2162/mod_resource/content/8/contenido/index.html
- Gonzalez, K. (2018). *ZOOVET*. Obtenido de Glandula mamaria de la cabra: <https://zoovetesmpasion.com/cabras/glandula-mamaria-de-la-cabra/>

- González, M. (2016). Verificación del método Simplate® Total Plate Count Color Indicator (TPC CI), comparado con el método estándar de recuento en placa por vertido, para el recuento total de microorganismos aeróbicos mesófilos en productos terminados y m. *Biblioteca USAC*, 115.
- Grille, L. (2013). Evaluación de la calidad higiénico sanitaria y de composición de la leche de cabra en un rebaño de raza Saanen . *Innotec* , 59.
- Hernandez H., J., & Franco G, F. (2008). *Identificación y preferencia de las especies Arbusteras y partes consumidas por el gaando Caprino*. Mexico .
- Hernández, A. (2019). *engromix.com*. Obtenido de El Reactivo de California y su elaboración en un laboratorio de primer nivel: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/mastitis-diagnostico-control-mastitis-t43907.htm>
- Hernandez, J. (2016). Determinación de Mesófilos Aerobios, Coliformes Totales y Coliformes Fecales en el cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum* L.), producido en tres municipios del Estado de México. *UAEMEX*, 65.
- Hernandez-Saldaña, O. F. (2015). AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS PRODUCTORAS DE PEPTIDOS ANTIMICROBIANA A PARTIR DE LA LECHE DE CABRA. *Investigación y desarrollo en Ciencia* , 10.
- Herrera, O. (2015). Obtenido de <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/2795?show=full>
- Huerta et al. (2022). Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/112030814/Caracteristicas_fisicoquimicas_y_organolepticas_de_productos_elaborados_con_leche_de_cabra_en_la_region_zuliana-libre.pdf?1709431572=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCaracteristicas_fisicoq
- Impastato, M. (2015). *El origen de las cabras*. Obtenido de El origen de las cabras: <http://www.capraispana.com/el-origen-de-las-cabras/>

- INC. (s.f.). *Reacción en Cadena de la Polimerasa- Instituto Nacional del Cáncer*.
Obtenido de Diccionario de cáncer del NCI - Un sitio oficial del Gobierno de
Estados Unidos:
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/pcr>
- INETER. (2023). Obtenido de
<https://www.ineter.gob.ni/boletines/Boletin%20climatico/decenal/2023/noviembre/BoletinClimaticoDec112023.pdf>
- IVAMI. (2018). Obtenido de <https://www.ivami.com/es/microbiologia-de-alimentos/620-microorganismos-psicrofilos-cultivo>
- Lopez, G. M., & Salhua, T. (2022). Determinación de coliformes totales en mayonesa expendida en los puestos aledaños al mercado de Zamácola Arequipa 2021. *Repositorio UPADS*, 134.
- Márquez, M. L. (2017). Obtenido de
https://ruja.ujaen.es/bitstream/10953/868/1/FERNANDEZ_MARQUEZ.pdf
- Martinez, G. (2018). Lecheria Caprina: produccion, manejo, sanidad, calidad de la leche. . *Ediciones INTA*, 45.
- MARTÍNEZ, Y. L. (2017). *Repositorio UNAN LEON*. Obtenido de
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6806/1/240053.pdf>
- Morales et al. (2012). Obtenido de
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100004
- More. (2013). Obtenido de Calidad microbiológica de la leche de cabra del caserío San José, Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera (2013):
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP_21cdd1bf04d05265e2ea08507f7d54dd

- Muñoz et al. (2023). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-14562022000300028#aff2
- NTON 03 027 . (2017). Obtenido de <https://ipsa.gob.ni/Portals/0/1%20Inocuidad%20Alimentaria/Normativas%20Generales/ACTUALIZACION%20051217/Secci%C3%B3n%20Inocuidad%20L%C3%A1cteos/NTON%2003%20027-17%20Leche%20y%20Productos%20Lácteos.Lече%20Cruda%20CP.pdf>
- OMS . (2024). Obtenido de OMS : https://www.who.int/es/health-topics/foodborne-diseases#tab=tab_1
- Quigley et al. (2013). Obtenido de https://watermark.silverchair.com/37-5-664.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kkhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485y sgAAA1YwggNSBgkqhkiG9w0BBwagggNDMIIDPwIBADCCAzgGCSqGSib3D QEHTAeBgIghkgBZQMEAS4wEQQMY0d-uR6w1Mzef8miAgEQgIIDCScBuyePRwfSmDmzvF5xbBkgg9BFc0CsLT8Ec8o yOt4KBn
- Ramos, M. L. (2020). Obtenido de <https://catedraalimentacioninstitucional.wordpress.com/wp-content/uploads/2021/01/upradiml.pdf>
- Reginensi et al. (diciembre de 2014). *Microorganismos termodúricos en la leche causantes de defectos en la producción quesera*. Obtenido de Unidad de Tecnología de los Alimentos, Facultad de Agronomía. UDELAR: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/68-termoduricos.pdf

- Romero. (2023). Obtenido de https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/6376/T030_40210757_T%20JENY%20ROMERO%20BRICE%c3%91O%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- RSA. (2019). *Revista de Salud Animal*. Obtenido de Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de la leche cruda por métodos de flujo citométrico: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-570X2019000100005&script=sci_arttext&lng=en
- Salvador, A. (2016). *Características Físico Químicas y Composición de la Leche de Cabras Mestizas Canarias en Condiciones Tropicales*. Obtenido de Revista de la Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias: http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0258-65762016000100006&script=sci_abstract
- Signorini et al. (2008). Obtenido de UTILIZACIÓN_DE_MICROORGANISMOS_MARCADORES_PARA_LA_EVALUACIÓN_DE_LAS_CONDICIONES_HIGIÉNICO_SANITARIAS_EN_LA_PRODUCCIÓN_PRIMARIA_DE_LECHE_Use_of_Indicator_Microorganisms_for_the_Hygienic_Sanitary_Conditions_Evaluation_in_the_Milk_Primary_Production
- Taipe, C. (2021). Calidad microbiológica de ensaladas elaboradas en pollerías del centro poblado Las Américas-Abancay. *Repositorio UNAMBA*, 76.
- Toledo, J. D. (2014). Factores que afectan a la producción, a la composición ya los parámetros tecnológicos de la oveja merina de Grazalema. *Helvia*, 54.
- UM. (s.f.). *Universidad de Murcia*. Obtenido de Higiene inspección y Control Alimentario: <https://www.um.es/web/innovacion/plataformas/ocw/listado-de-cursos/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicas/introduccion>
- Yangilar, F. (2013). *Como alimento potencialmente funcional: leche y productos de cabra*. Obtenido de Revista de Investigación en Alimentación y Nutrición: <http://pubs.sciepub.com/jfnr/1/4/6/index.html>

Zibil et al. (2016). Leche de cabra: producción, tecnología, nutrición y salud. In Leche de cabra: producción, tecnología, nutrición y salud . *Colibri*, 126.