

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



TESIS:

**Caracterización microbiológica de la leche de cabra criolla en
dos sistemas de crianza y estacionalidad, Ayacucho - 2025**

Para optar el título profesional de:
MÉDICO VETERINARIA

PRESENTADO POR:
Bach. Mary Carmen FERNANDEZ MENDOZA

ASESORA:
Mtra. Gloria Betti ADRIANZEN FACUNDO

AYACUCHO - PERÚ

2026

DEDICATORIA

A mi querida madre:

Yesela Mendoza, por su resiliencia, amor incondicional y apoyo constante a lo largo de mi vida. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y por impulsarme a seguir adelante. Este logro es el reflejo de tus sacrificios y enseñanzas. Con todo mi amor y eterna gratitud.

A Dios:

Por brindarme fortaleza, salud y sabiduría.

A mi abuela y mis tíos:

Gracias por su cariño y su guía a lo largo de mi vida. Los buenos valores que tengo se los debo a ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A mi *Alma Mater* la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, que me brindó la formación profesional. A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Formación Profesional de Medicina Veterinaria por permitirme llenarme de conocimientos y experiencias únicas impartidas y a cada uno de los docentes, por su paciencia y estima.

A los responsables y trabajadores del Proyecto Caprinos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Estación Experimental Agraria Canaán, Ayacucho, por la oportunidad brindada para realizar la presente investigación, acogerme en sus instalaciones y facilitar el logro de los objetivos.

A mi asesora, Mtra. Gloria Betti Adrianzen Facundo y al Laboratorio de Microbiología de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, por su apoyo incondicional, sus sabios consejos, su guía, amabilidad y confianza brindada para facilitarme el uso de las instalaciones, equipos y materiales.

Al equipo de investigación conformado por el Mg. Jack Edson Hernández Mavila, el Dr. Fidel Rodolfo Mujica Lengua, Mtra Gloria Betty Adrianzen Facundo, Bach. Frank Sullcaray y Bach. Gianela Tinco, por el apoyo brindado durante la elaboración de este trabajo.

A Kenyiro Canales, por brindarme apoyo, soporte y asistencias en muchas de las actividades requeridas en esta investigación.

A todas las diferentes personas que estuvieron presentes para brindarme su apoyo y palabras de aliento durante este proceso.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO	15
1.1. Antecedentes	15
1.2. Generalidades de la cabra.....	18
1.3. Sistemas de crianza	24
1.3.1 <i>Intensiva</i>	24
1.3.2 <i>Semi-intensiva</i>	24
1.3.3 <i>Crianza extensiva</i>	25
1.4. Leche de cabra.....	25
1.5. Calidad higiénico sanitaria de la leche	27
1.6. Calidad microbiológica de la leche	28
1.6.1 <i>Microorganismos indicadores de calidad</i>	29
1.6.2 <i>Bacterias patógenas de la leche</i>	31

1.7.	Contaminación de la leche por microorganismos	33
1.8.	Buenas prácticas de ordeño	34
1.9.	Técnicas de recuento de bacterias	35

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA	40
2.1. Ubicación	40
2.2. Materiales y equipos	41
2.3. Problemas específicos	44
2.4. Enfoque y alcance del estudio	44
2.5. Análisis estadístico.....	45
2.6. Definición de la población y tamaño de muestra	45
2.7. Procedimiento para la toma de muestras.....	46
2.8. Conservación y transporte de las muestras	47
2.9. Metodología de laboratorio	47
2.10. Recuento e identificación de bacterias	48

CAPÍTULO III

RESULTADOS	50
DISCUSIÓN	57
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

ANEXOS.....	77
--------------------	-----------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Clasificación taxonómica.....	19
Tabla 1.2	Población caprina.....	21
Tabla 1.3	Requisitos de características fisicoquímicas de la leche cruda de cabra comparativo con leche de vaca.....	27
Tabla-3.1	Efecto del sistema de crianza sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales (UFC/ml) en la leche cruda de cabra.....	50
Tabla 3.2	Efecto de la época del año sobre el recuento de bacterias coliformes (UFC/ml) en la leche cruda de cabra.....	52
Tabla 3.3	Estadística descriptiva de los Mesófilos Aerobios (UFC/ml) en la leche cruda de cabra colectada en la época de lluvia y seca de los dos sistemas de crianza semi-intensivo y extensivo comparada con la NTP.....	54
Tabla 3.4	Estadística descriptiva de los Coliformes Totales (UFC/ml) en la leche cruda de cabra colectada en la época de lluvia y seca de los dos sistemas de crianza semi-intensivo y extensivo comparada con la NTP.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Ubicación Geográfica de la Estación Experimental Agraria Canaán, INIA-Ayacucho.....	40
Figura 2.2	Ubicación Geográfica del Centro Poblado de Puyachi.....	41
Figura 2.3	Ubicación Geográfica del Centro Poblado de Pomacocha.....	41
Figura 3.1	Efecto del sistema de crianza y la época del año sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias (UFC/ml) en la leche cruda de cabra.....	51
Figura 3.2	Efecto de la época del año sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias y coliformes (UFC/ml) en la leche cruda de cabra.....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Análisis estadístico ANOVA tipo III para el recuento de Mesófilas Aerobias de la leche cruda de cabra.....	77
Anexo 2.	Análisis estadístico ANOVA tipo III para el recuento de Coliformes Totales de la leche cruda de cabra.....	77
Anexo 3.	Ordeño manual, manejo extensivo.....	78
Anexo 4.	Toma de muestras de leche de cabra.....	79
Anexo 5.	Traslado de las muestras de leche.....	80
Anexo 6.	Procesamiento de las muestras, cámara de flujo laminar.....	80
Anexo 7.	Incubación de las placas Compact Dry y medios de cultivo.....	81
Anexo 8.	Observación de las placas Compact Dry para mesófilos aerobios.....	81
Anexo 9.	Observación de las placas Compact Dry para coliformes totales.....	82
Anexo 10.	Observación del crecimiento de bacterias en los agares, Baird Parker, Sangre y Macconkey.....	82
Anexo 11.	Observación microscópica de <i>Staphylococcus spp.</i> tinción de Gram.....	84
Anexo 12.	Observación microscópica de <i>Streptococcus spp.</i> tinción de Gram.....	84
Anexo 13.	Observación microscópica de <i>Bacillus spp.</i> tinción de Gram.....	85
Anexo 14.	Observación microscópica de <i>Escherichia spp.</i> tinción de Gram.....	85
Anexo 15.	Registro de los resultados del conteo de Mesófilas aerobias y coliformes del sistema semi-intensivo en la época de estiaje.....	86
Anexo 16.	Registro de los resultados del conteo de Mesófilas aerobias y coliformes del sistema extensivo en la época de estiaje.....	87

Anexo 17. Registro de los resultados del conteo de Mesófilas aerobias y coliformes del sistema semi-intensivo en la época de lluvia.....	88
Anexo 18. Registro de los resultados del conteo de Mesófilas aerobias y coliformes del sistema extensivo en la época de lluvia.....	89

RESUMEN

La leche de cabra es un alimento nutritivo cuya calidad microbiológica puede estar influenciada por el sistema de crianza y la estacionalidad. El objetivo de esta investigación fue caracterizar la calidad microbiológica de la leche cruda de cabra producida bajo dos sistemas de crianza y durante dos épocas del año en la región Ayacucho, considerando su importancia para la seguridad alimentaria. Se recolectaron 127 muestras de leche cruda en el sistema semi-intensivo de la Estación Experimental Agraria Canaán-INIA y en el sistema extensivo de las localidades de Puyachi y Pomacocha, durante la época seca de 2025 y la época de lluvias de 2026. Se determinó los recuentos de bacterias Mesófilas Aerobias (RMA) y recuento de Coliformes Totales (RCT) mediante placas Compact Dry. Se buscó aislar los géneros de *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Salmonella*, *Listeria*, *Escherichia* y *Brucella* mediante cultivo en medios de cultivo. El análisis estadístico incluyó estadística descriptiva y un modelo lineal generalizado mixto con distribución binomial negativa, complementado con ANOVA tipo III. Los recuentos promedio fueron de 16.88×10^3 UFC/mL para bacterias mesófilas aerobias y 0.38×10^3 UFC/mL para Coliformes Totales. La época no mostró efecto significativo sobre ambos indicadores ($p > .05$), mientras que el sistema de crianza influyó significativamente ($p < .05$), con mayores recuentos en el sistema extensivo. Se identificaron los géneros de *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Escherichia* y *Bacillus*. En general, la calidad microbiológica fue aceptable, aunque algunas muestras superaron los límites establecidos para Coliformes Totales por la NTP 105.001:2016.

Palabras clave: leche cruda de cabra; calidad microbiológica; bacterias Mesófilas Aerobias; Coliformes Totales; sistemas de crianza; estacionalidad.

INTRODUCCIÓN

La producción caprina constituye una actividad pecuaria de importancia económica y social para numerosas familias rurales del Perú. En la región Ayacucho, el ganado caprino representa un recurso productivo relevante; según MIDAGRI (2025), el departamento cuenta con aproximadamente 134 961 cabezas de ganado caprino. La crianza se desarrolla principalmente bajo sistemas familiares de tipo extensivo, caracterizados por el pastoreo y el aprovechamiento de rastrojos de cosecha como fuentes de alimentación (Arroyo, 2007; Palomino et al., 2024). Estas condiciones de producción pueden generar discrepancias en el manejo, alimentación, higiene, ordeño y ambiente, factores que potencialmente influyen en la calidad microbiológica de la leche (Díaz-Rivera et al., 2022).

La leche de cabra constituye un alimento de importante valor nutricional y representa, además, una alternativa de generación de ingresos para los pequeños productores rurales. Sin embargo, su aprovechamiento para el consumo humano y la elaboración de productos derivados depende del cumplimiento de condiciones adecuadas de calidad e inocuidad. Una leche con elevada carga microbiana puede sufrir alteraciones en sus características organolépticas y nutricionales, reducir su vida útil y limitar su aptitud para el procesamiento y comercialización (Frau et al., 2013; Revelli et al., 2004; Tornadijo et al., 1998). En consecuencia, una deficiente calidad microbiológica no solo constituye un problema sanitario, sino también económico, particularmente para las familias cuya actividad productiva depende de la comercialización de la leche y sus derivados.

La contaminación microbiológica de la leche puede originarse dependiendo del estado sanitario de la ubre, las prácticas de higiene durante el ordeño, la limpieza de los utensilios y equipos, la manipulación y las condiciones ambientales del sistema de producción (Bendary et al., 2017; Margariños, 2001; Ombarak & Elbagory, 2017). Por ello, el recuento de bacterias

mesófilas aerobias y coliformes constituye un indicador importante de las condiciones higiénico-sanitarias bajo las cuales se obtiene y manipula la leche.

La problemática de la calidad microbiológica también posee una importante dimensión de salud pública. Cerca del 90% de los casos de enfermedades transmitidas por lácteos corresponde a causa de bacterias patógenas (Vásquez-Ojeda et al., 2014), lo que evidencia la importancia de garantizar condiciones adecuadas de inocuidad a lo largo de la cadena alimentaria. Es así que la DIGESA ha desarrollado actividades de vigilancia sanitaria en productos lácteos debido a la posible presencia de microorganismos de importancia para la salud pública (MINS/DIGESA, 2022), entre ellos *Brucella melitensis*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella spp.* (Foschino et al., 2002).

En este contexto, la producción de leche de calidad constituye una responsabilidad que involucra a los productores, profesionales y autoridades sanitarias. El Médico Veterinario cumple un papel fundamental en la protección de la salud animal y la salud pública mediante la prevención de enfermedades, el control sanitario de los diferentes sistemas productivos y la vigilancia de los alimentos de origen animal (Bobenrieth & Beltrán, 1984). Para los productores caprinos de Ayacucho, mejorar la calidad microbiológica de la leche puede contribuir a fortalecer la competitividad y el aprovechamiento comercial de este producto, mientras que para la población consumidora representa una medida orientada a disminuir los riesgos asociados con alimentos obtenidos o manipulados bajo condiciones higiénico-sanitarias deficientes.

La estacionalidad constituye otro factor que podría influir en la calidad microbiológica de la leche, especialmente en sistemas extensivos. Las épocas de estiaje y lluvias generan variaciones en las condiciones ambientales, disponibilidad de pasturas y manejo de los animales, factores que podrían modificar las condiciones de producción y favorecer o limitar la presencia de ciertos microorganismos (Díaz-Rivera et al., 2022). Sin embargo, en la región

Ayacucho existe información limitada sobre la calidad microbiológica de la leche cruda de cabra y sobre la influencia que podrían ejercer el sistema de crianza y la estacionalidad.

Según lo mencionado este vacío de conocimiento que es relevante, considerando la importancia de la producción caprina regional y la necesidad de disponer de información que permita estar al tanto de las condiciones microbiológicas de la leche destinada al consumo humano. En el Perú, la NTP 105.001:2016 (revisada el 2024) establece los parámetros microbiológicos para la evaluación de la leche cruda de cabra, constituyendo un referente para determinar su calidad e inocuidad.

Por ello, la presente investigación se desarrolló con leche de cabras criollas procedentes del sistema semi-intensivo de la Estación Experimental Agraria Canaán-INIA y del sistema extensivo de los centros poblados de Puyachi y Pomacocha, durante las épocas de estiaje y lluvias. La generación de información sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias y coliformes, la identificación de los principales géneros bacterianos presentes y la comparación de los resultados con la normativa peruana permitirá ampliar el conocimiento sobre la calidad microbiológica de la leche caprina en Ayacucho y aportar evidencia útil para fortalecer las prácticas de producción y la inocuidad del producto. Es así que el presente estudio se plantearon los siguientes objetivos.

Objetivo general

Caracterizar la calidad microbiológica de la leche de cabra en dos sistemas de crianza y estacionalidad vinculante con la seguridad para el consumo humano.

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de los sistemas de crianza semi-intensivo y extensivo sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias y coliformes de la leche cruda de cabra.
2. Determinar el efecto de la época del año sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales (UFC/ml) en la leche cruda de cabra.

3. Determinar los principales géneros de bacterias patógenas que están presentes en la leche cruda de cabra.
4. Comparar los resultados de la calidad microbiológica obtenido con los límites establecidos por la normativa peruana.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Ricardo *et al.* (2025), realizaron un estudio transversal y descriptivo con el fin de caracterizar las granjas caprinas familiares de tres regiones distintas de México (Durango, Campeche y Querétaro) y evaluar los indicadores higiénico-sanitarios y los factores de riesgo asociados que afectan la calidad de la leche cruda y el queso fresco. Para ello, seleccionaron siete familias productoras de leche de cabra mediante criterios de inclusión previamente establecidos. Se evaluó el recuento de células somáticas y se realizaron análisis microbiológico para determinar el recuento de mesófilos aerobias, coliformes, mohos y levaduras. Asimismo, se aplicaron encuestas relacionadas con el manejo de los animales, las prácticas de ordeño, la elaboración de queso y las prácticas de venta. Los resultados mostraron que ninguna de las unidades de producción cumplió con los límites establecidos por la normativa mexicana para recuento de coliformes. Por otro lado, dos de las fincas familiares si cumplieron con los límites para el recuento de mesófilos aerobios, células somáticas, mohos y levaduras.

Kahsu *et al.* (2025), tuvieron como objetivo identificar el efecto de la estación y la etapa de lactancia en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la leche de cabra de raza Abergelle en Etiopia. Para ello analizaron un total de 240 muestras de leche, donde el análisis microbiológico se realizó por metodología microbiológica estándar. Los resultados mostraron una prevalencia de 10,3% de *Staphylococcus aureus* y 6,9% de *Escherichia coli*. Con ello concluyen que la estación y el estado de lactancia no tienen correlación con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Díaz-Rivera *et al.* (2022), realizaron un estudio con el objetivo de determinar el efecto de la estacionalidad sobre la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche de cabra en la

estación de lluvia, seca y norte en el centro del estado de Veracruz, México. Para ello, analizaron 72 muestras de leche cruda y pasteurizada. La calidad microbiológica se evaluó mediante el recuento de mesófilos aerobios, coliformes totales y la identificación de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* y *Brucella* mientras la composición fisicoquímica se determinó utilizando un analizador Lactoscan. Los datos se analizaron mediante un Análisis de Varianza de Modelos Lineales Generalizados (GLM) y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey, utilizando un nivel de significancia del 5%. Los resultados evidenciaron que durante la época seca y norte registraron mayores contenidos de proteína y lactosa frente la época de lluvia. Así mismo, la época seca presentó una menor carga microbiana frente a las otras estaciones evaluadas.

Ramos-Pereira et al. (2019), realizaron un estudio con el fin de evaluar la carga microbiana y composición físico-química de la leche de cabra producida en el noreste de España. Para ello se tomaron un total de 27 muestras de leche de cabra cruda de los tanques refrigerados. Las granjas muestreadas se caracterizaron por ser de crianza tipo intensiva. La calidad microbiológica se determinó mediante el sembrado en agar para determinar la presencia bacterias lácticas, el recuento estándar en placa para organismos mesófilos. Asimismo, la composición fisicoquímica y el recuento de células somáticas se determinaron utilizando un equipo MilkoScan FT 6000 (Foss Iberia, Barcelona, España). Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una vía y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey, considerando un nivel de significancia de $p < 0,05$. Los resultados en diferentes estaciones mostraron un mayor recuento de mesófilas en invierno que en verano.

Grille et al. (2013), realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la calidad higiénico-sanitaria además de la composición de leche de cabra (Uruguay). Para ello, recolectaron muestras de leche de 25 cabras de raza Saanen criadas bajo el sistema de crianza semi-intensivo, las cuales fueron muestreadas en 11 ocasiones, con una frecuencia de dos veces

al mes. Las muestras se conservaron 4°C hasta sus análisis. La calidad microbiológica se evaluó mediante el recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales, coliformes totales y *Staphylococcus* coagulasa positivo. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva utilizando el programa Microsoft Excel (Office 2010). Los resultados mostraron un recuento promedio de $3,85 \pm 0,69$ UFC/ml Log10 de microorganismos mesófilos aerobios totales, $2,47 \pm 0,84$ UFC/ml Log10 para coliformes totales y $1,13 \pm 0,29$ log10 UFC/ml para *Staphylococcus* coagulasa positivo, evidenciando la presencia de estos indicadores microbiológicos en la leche de cabra analizada.

Tormo et al. (2010), evaluaron la influencia de la estación del año y las prácticas de manejo sobre la calidad microbiológica de la leche cruda de cabra en 38 explotaciones de Francia. Analizaron 228 muestras de leche recolectadas durante primavera e invierno, de la cual determinaron el recuento de mesófilas aerobias, coliformes, enterococos y otras bacterias. Los datos fueron analizados con ANOVA de medias repetidas. Los resultados mostraron que la estación influyó significativamente en la carga microbiana de la leche. Además, las prácticas de manejo asociadas interactúan para modificar la calidad microbiológica de la leche, influyendo sobre el recuento bacteriano.

Agurcia (2025), realizó un estudio trasversal y descriptivo con el objetivo de analizar la presencia de bacterias que afecten la calidad higiénico-sanitaria de la leche de cabra cruda producida en la finca el Cardón en Nicaragua. Para ello se recolectaron muestras de 8 cabras con un espacio de 7 días durante 4 semanas. Las bacterias analizadas fueron mesófilos, coliformes y la presencia de bacterias termodúricas y psicotrofos. Para ello se utilizaron placas de agar seco Petrifilm®. Teniendo resultados del recuento de bacterias mesófilas 6 027 UFC/ml (10^1) y 6 475 UFC/ml (10^2), en caso de la media de coliformes de 822.25 UFC/ml (10^1) y 1 150 UFC/ml (10^2), indicando que estos valores se encuentran dentro de lo permitido para el consumo humano.

More (2013), desarrolló una investigación para determinar la calidad microbiológica de la leche de cabra en los predios del Caserío San José (Piura-Perú), a partir del recuento de los mesófilos aerobios y en coliformes totales a través del recuento estándar en placa y la numeración más probable. Señalando un promedio de $4,9 \times 10^4$ UFC/ml mesófilos anaerobios y 126 NMP/ml de coliformes totales considerados aceptables en base a la Norma Técnica Sanitaria N°071- MINSA/DIGESA-2008. Pero señala que, de los 5 predios analizados 1 no cumple con los valores permitidos, brindando un producto lácteo de mala calidad a la población.

1.2. Generalidades de la cabra

Los hombres domesticaron a la cabra hace aproximadamente 10 000 años como fuente de alimento, siendo uno de los primeros herbívoros salvajes en ser domados, desempeñando un papel económico, cultural y religioso en muchas civilizaciones (Bidot-Fernández, 2017; Bidot & Muñoz, 2016; Pereira & Amorim, 2010).

Los caprinos domésticos (*Capra hircus*) poseen características que las distinguen. Taxonómicamente, pertenecen al orden Artiodactyla, suborden Ruminantia, a la familia Bovidae y a la subfamilia Caprinae (Tabla 1.1). De acuerdo con el origen y las características de sus cuernos, se describen cinco agrupaciones o especies: Aegagrus procedente del Este de Asia, Falconeri de Asia Central, Pirenaica de España, Cilindricone del Cáucaso e Ibex originaria de los Alpes Siberianos (Rúa Bustamante, 2018).

Los caprinos poseen 30 pares de cromosomas y presentan diferencias entre los géneros hembra y macho. Entre los machos es característico la presencia de una barba y glándulas odoríferas, ubicadas principalmente en la base de los cuernos y la región del rabo. En cuanto a la alimentación, tiene como principal hábito el ramoneo, comportamiento que le permite seleccionar las especies vegetales que consume. En condiciones al medio ambiente, por lo general no suelen consumir indiscriminadamente la vegetación disponible ya que pueden

distinguir sabores como el dulce, agrio y salado. Sin embargo, cuando se encuentran bajo sistemas de confinamiento y existe una menor variedad de alimentos, pueden consumir una mayor diversidad de forrajes. A pesar de ello, evitan ingerir alimentos contaminados con orina o heces, comportamiento que se considera una adaptación evolutiva que contribuye a reducir el riesgo de adquirir parásitos internos. Mucho se habla de su capacidad de adaptarse y sobrevivir en condiciones ambientales desfavorables, lo cual le permite mantenerse y desarrollarse incluso en situaciones de crianza doméstico (Rodríguez-Carías, 2017).

Tabla 1.1

Taxonomía de la cabra

TAXONOMÍA DEL CAPRINO	
Dominio	Eukarya
Reino	Animalia
Phylum	Vertebrados
Clase	Mammalia
Orden	Artiodactyla
Familia	Bovidae
Subfamilia	Caprinae
Género	<i>Capra</i>
Especie	<i>hircus</i>
Nombre científico	<i>Capra hircus</i>

Nota: La tabla refleja la clasificación realizada por Linnaeus (1735).

Los caprinos se encuentran distribuidos en casi todos los países excepto de las zonas polares y trópicos muy húmedos (MIDAGRI, 2015), por sus diversos beneficios como la producción de leche, carne, piel entre otros. Su población ha ido creciendo desde la década de los 60, en el año 2019 la FAO señala una población a nivel mundial de 1 096 millones de

cabezas, donde 215 millones son de aptitud lechera y el resto para producción de carne (Salgado et al., 2023). La mayor proporción de cabras se encuentra en Asia con un aproximado de 51 % de la población mundial (FAO, 2026). Por su lado Perú en el año 2019 tubo 1.801 millones de caprinos, valor que fue disminuyendo en 2020 con un resultado 1.784 millones, en el año 2021 también se observa una reducción de la población caprina a 1.754 millones, pero para el año 2022 lejos de seguir disminuyendo esta población se observa un pequeño crecimiento donde el MINAGRI señala 1.767 millones de caprinos, así mismo en el año 2023 con 1.764 millones pero para el año 2024 se ve una reducción de esta población caprina a 1.749 millones (MIDAGRI, 2025). Se torna un poco preocupante como la población caprina disminuye año tras año llegando a encontrarse una diferencia de la población caprina de 2,9% del año 2019 al 2024.

El ganado caprino se encuentra distribuido en todos los departamentos del Perú, pero el mayor porcentaje de la población se concentra en los departamentos de Piura (18,48%), Huancavelica (10,70%) y Ancash (9,61%). Por su parte, Ayacucho cuenta con una población caprina estimada de 134 961 cabezas representando el 7,72%, ubicándose en el quinto lugar a nivel nacional después de Lima (9,17%) (Tabla 1.2) (MIDAGRI, 2025), esta cifra refleja la importancia de la explotación caprina en la economía regional, especialmente en comunidades rurales.

Tabla 1.2*Población caprina*

Departamento	Población (Unidades)
Piura	323 241
Huancavelica	187 149
Ancash	168 104
Lima	160 346
Ayacucho	134 961
Otros	775 482
Total	1 749 263

Nota: Datos extraídos de MIDAGRI(2025).

1.2.1. Principales razas

Anglo Nubian. Esta raza caprina fue desarrollada en Inglaterra del cruce de cabras inglesas con machos de África y Asia. El color de su pelaje es variable se menciona tonalidades como rojizo, marrón, negro y blanco. Entre sus principales características destacan sus orejas largas, anchas y caídas, así como el perfil convexo de la cabeza, los machos adultos llegan a pesar 75 a 80 kg y las hembras 55 a 60 kg. Es un animal de doble propósito, llega a producir entre 144 a 308 kg de leche en 233 días de lactancia (Mujica, 2005), tiene un contenido de grasa alto por lo que resulta especialmente adecuada para la elaboración de quesos y otros productos lácteos (Prieto, 2022).

Toggenburg. La raza caprina Toggenburg tiene su origen en Suiza y es considerada una de las razas lecheras más antiguas. Se caracteriza por ser de tamaño mediano, ligeramente más pequeña que otras razas caprinas lecheras, llegando a pesar las hembras 50 a 60 kg y los machos 85 a 90 kg (Mujica, 2005). Su pelaje es corto o de longitud media, fino y suave, con tonalidades que van desde el marrón claro hasta el chocolate oscuro. Una de sus características

más distintivas son las marcas blancas que presenta en diferentes partes del cuerpo (Cofré Banderas, 2001). Este animal llega a producir entre 600 a 700 litros por campaña (Mujica, 2005). Presenta una adaptación tanto a climas cálidos y fríos, teniendo una mayor tendencia a climas fríos. En cuanto a su aptitud lechera destaca por el buen desarrollo de la ubre y su elevada producción de leche cuyo contenido promedio de grasa es de aproximadamente 3,7 % (Prieto, 2022).

Saanen. Es originaria de Suiza y es considerada entre las razas caprinas lecheras más populares a nivel mundial, ya que llega a producir 600 a 1000 litros por campaña. Se caracteriza por ser de gran tamaño llegando a pesar las hembras entre 50 a 70 kg y los machos 75 a 85 kg (Mujica, 2005). Su pelaje es de color blanco, pero también se puede observar ejemplares con tonos cremas y algunos llegan a presentar lunares o manchas. Debido a su piel clara de tonalidad rosada tiene mayor sensibilidad frente a la radiación solar, es así que expresan mejor su potencial en lugares con clima templado-lluvioso y templado a fríos (Mujica, 2005; Prieto, 2022). Generalmente se considera una raza sin cuernos, pueden encontrarse algunos ejemplares que presentan esta característica (Prieto, 2022). Esta raza de caprino requiere una alimentación de calidad para que pueda alcanzar su potencial productivo (Mujica, 2005).

Murciana-Granadina. Producto del cruce de la raza de Grandina y Murciana originarias de España. Inicialmente, la raza Murciana se desarrolló como una importante raza caprina lechera en la provincia española de Murcia, de donde proviene su nombre. Dentro de esta raza existían variedades huertanas, reconocidas por su mayor producción de leche como docilidad y variedades serranas. Presenta una capacidad de adaptación y rusticidad pero un menor rendimiento productivo. Por otro lado, la raza Granadina se encontraba distribuida en la provincia de Granada, se caracterizaba por ser una raza resistente, adaptable y de aptitud productiva, capaz de mantener una buena producción de leche incluso en condiciones ambientales desfavorables. Estos animales podían desenvolverse en altitudes cercanas a los

2000 m s. n. m. y soportar variaciones considerables de temperatura, desde aproximadamente -5 °C hasta 40 °C. Producto de ello esta raza comprende una buena producción láctea, buena conformación de las ubres y buen anabolismo aportado por la raza Murciana, por su parte la raza Granadina aportó su incremento de producción y su rusticidad. Esta raza tiene como propósito la producción láctea donde alcanza a producir hasta 500 kg por campaña (Vargas et al., 2018).

Malagueña. Esta raza constituye una de las más antiguas de España, es del origen de la unión de la cabra pirenaica y maltesa, considerada una raza lechera con buena rusticidad y adaptación. El pelaje generalmente es rubio que varía las tonalidades a oscuro o claro, en la zona sierra puede encontrarse con pelo largo, pero también hay ejemplares con pelo corto. La cabeza de estos animales presenta una forma triangular, acompañada de orejas largas y dispuestas horizontalmente. Asimismo, algunos caprinos pueden mostrar tupé, perilla y cuernos en los machos en su mayoría. Las hembras suelen alcanzar un peso vivo de 45 a 60 kg, mientras que los machos pueden pesar entre 60 y 75 kg. En cuanto a la producción láctea llega a producir 800 kg de leche e incluso se llegaron a encontrar cabras con producción hasta 1000 litros por campaña.

La cabra criolla. La cabra criolla en el Perú tiene un origen a partir del siglo XVI, donde se formó a partir de la mezcla principalmente de tres razas (malagueña, murciana y granadina), dando origen a lo que hoy llamamos caprino “criollo”. Este resultado representa alrededor del 80% de la población caprina en el Perú, el resto está conformado por el cruce con animales “mejorantes” a partir del año 1940. Se describen razas como alpina, toggenburg, saanen, oberhazli y anglonubian, esta última dejando mayor influencia en el caprino criollo que se tiene hoy en día (Gómez-Urviola et al., 2018).

La explotación de la cabra criolla tiene un rol fundamental en la economía de las familias, generalmente aquellas en zonas rurales caracterizados por no tener muchos recursos

económicos. Es así que la cabra con sus características de fácil adaptación a la tierra árida, longevidad, buena fertilidad y buena destreza materna, se ha hecho participe de estas familias en su economía (Nguluma et al., 2022).

El caprino criollo tiene una buena adaptación a diferentes ambientes, pero dependiendo a ello puede presentar un nivel de producción escaso. En promedio una cabra criolla hembra adulta puede alcanzar un peso de 30 kg y el macho 40 kg. La producción de leche por lactación alcanza los 80 kg (MIDAGRI, 2015).

1.3. Sistemas de crianza

1.3.1 Intensiva

El sistema de crianza intensivo está caracterizado por la estabulación de los animales, donde se le brinda todas las condiciones para su óptimo desarrollo y producción. Como tal, busca alcanzar obtener la mayor producción ya sea de carne o leche (Gioffredo & Petryna, 2010). La alimentación es a base de forrajes cultivados, residuos de cultivos y concentrado. Lo cual requiere una demanda de la mano de obra especializada, capacitada y con ello un capital que permita su desarrollo (Sahoo et al., 2015). En las granjas de Chile el sistema intensivo maneja 2 ordeñas cada 12 h, en caso del manejo de producción láctea, se maneja el *dipping* y pos-sellado del pezón, también se incluye la ordeña mecánica (Marín et al., 2010).

1.3.2 Semi-intensiva

Se localiza en zonas con una mayor productividad, es una combinación del ramoneo en parte del año y el pastoreo, donde se aprovecha la vegetación de áreas marginales y los residuos de cosecha (Gioffredo & Petryna, 2010).

Las hembras pueden alcanzar a producir entre 100 a 180, debido que ya se tiene mayor consideración a las cabras brindándole mejor alimentación en la temporada de producción láctea (Pedro Cofré, 2010).

1.3.3 Crianza extensiva

Este sistema de crianza de cabras suele establecerse en tierras poco fértiles que no son aptas para la agricultura ni la actividad forestal. Se caracteriza por falta de tecnificación y el sobrepastoreo es la práctica común. Este tipo de sistema, a pesar de sus limitaciones, representa la mayor parte de la producción nacional, especialmente en regiones áridas, semiáridas y en zonas de trópico seco. La crianza está más orientada a la producción de caprinos para carne (Gioffredo & Petryna, 2010).

La ordeña suele ser una sola vez al día y estas cabras llegan a producir alrededor de 80 a 100 litros por campaña, además que no hay un manejo de destete y los cabritos se destetan de forma natural (Pedro Cofré, 2010).

1.4. Leche de cabra

La leche es un producto exocrino de las glándulas mamarias que contiene los nutrientes necesarios para alimentar a la cría durante su primera etapa de vida. Este líquido es de color blanco (Galván, 2005), que puede tener variaciones físico-químicas ligado a la alimentación, raza, estación del año, localidad, condición ambiental, etapa productiva y estado de sanidad de la ubre (Bidot-Fernández, 2017).

En un contexto general se usa el término de leche para referirse exclusivamente a leche de la vaca, pero cuando es necesario referirse a la leche de otros mamíferos se tiene que especificar la especie. Este producto debe ser higiénico, sin agregados es decir adulterado, extraído de hembras sanas correctamente alimentadas (INACAL, 2016).

Entre las características como el color de la leche de cabra, es más blanca debido a que no contiene carotenos que hacen que esta no se torne amarilla como la leche de vaca que esta si la posee. Presenta un olor intenso, ya que tiene una predisposición a absorber los compuestos aromáticos al que son expuestos como en el área donde se realiza el ordeño, estar junto al

macho, mal manejo higiénico del área donde se extrae la leche, mucho tiempo de filtrado o enfriado de la leche (Darnton et al., 1987).

Es un producto que puede ayudar a disminuir la desnutrición en los países en desarrollo (Chacón Villalobos, 2013), por la facilidad de adaptación de las cabras a los diferentes pisos ecológicos. Los componentes de la leche pueden tener ciertas variaciones enraizadas con la raza de la cabra, la alimentación, momento de lactación (Bidot-Fernández, 2017), técnica de ordeño (Annes et al., 2016) así también la época del año como se presencié en componentes de la leche como extracto magro y grasa que se vio reducido en temporada de verano con un clima templado (Chandan et al., 1992). El contenido de agua oscila entre 77 a 86%, el porcentaje restante son los sólidos totales donde la grasa corresponde el 3 a 3.5% y de igual forma de la proteína, en caso de los minerales y vitaminas se encuentran de 4 a 6% (Bidot-Fernández, 2017; Salvador et al., 2006). Es así que la leche cruda de cabra debe cumplir ciertos requisitos para su distribución, es por ello que en Perú como otros países existen Normas que precisan valores mínimos o máximos de las características fisicoquímicas. La Norma Técnica Peruana NTP 105.001 2016 (revisada el 2024) señala que la leche de cabra debe contener un mínimo de 3,5 g de grasa frente a la de vaca de 3,2 g, en caso de los sólidos no grasos el mínimo es 9,0 g de vaca 8,2 g, en caso de los sólidos totales mínimo de 13 g y frente de vaca un mínimo de 11,4 g (Tabla 1.3), valores que se aproximan, pero que resalta que la leche de cabra contiene ciertos valores superiores a la leche de vaca.

Tabla 1.3

Requisitos de características fisicoquímicas de la leche cruda de cabra comparativo con leche de vaca

Ensayo	Requisitos leche cruda	
	Cabra	Vaca
Materia grasa (g/100 g)	Mínimo 3,5	Mínimo 3,2
Sólidos no grasos (g/100 g)	Mínimo 9,0	Mínimo 8,2
Sólidos totales (g/100 g)	Mínimo 13,0	Mínimo 11,4
Proteína (g/100 g)	Mínimo 3,1	-
Acidez, expresada en g. de ácido láctico (g/100 g de leche)	0,14 – 0,19	0,13 -0,17
Densidad a 15 °C (g/ml)	1,027 – 1,039	1,0296 – 1,0340
Índice de refracción del suero, 20 °C	Mínimo 1,34 179 (Lectura refractométrica 37,5)	Mínimo 1,34 179 Lectura refractométrica 37,5)
Ceniza total (g/100 g)	Máximo 0,7	Máximo 0,7
Alcalinidad de la ceniza total (mL de solución de NaOH 1 N)	Máximo 1,7	Máximo 1,7
Índice crioscópico en °C	Máximo -0,540 °C	Máximo -0,540 °C
Sustancias extrañas a su naturaleza	Ausencia	Ausencia
Prueba de alcohol (44% v/v)	Estable	No coagulable
Prueba de la reductasa con azul de metileno	Mínimo 4 h	Mínimo 4 h

Nota: Datos extraídos de (INACAL, 2016, 2024)

1.5. Calidad higiénico sanitaria de la leche

La calidad higiénica se refiere a la pulcritud empleada en los diferentes procedimientos del manejo de la leche, desde el ordeño hasta la obtención de subproductos. Si en estos procedimientos hay ausencia de un buen manejo, se presentan concentraciones inaceptables de bacterias tales como mesófilas aerobias, que constituye un principal indicador de la calidad

higiénica. Por otro lado, para considerar una leche higiénica como tal debe constar de no contener antibióticos, antisépticos, metales pesados, sustancias que provoquen la contaminación de dicho producto (López & Barriga, 2016).

Por su lado, la calidad sanitaria es considerada como la aplicación de planes de control o la eliminación infecciones que se transmiten en la leche, aquellas que pueden ser un riesgo para la salud, tanto del productor como del consumidor y de los propios animales (Moreno Vásquez et al., 2007; Serrano, 2004). Por ello la leche debe provenir de animales libres de enfermedades tales como brucelosis, tuberculosis (Valdivia et al., 2021) o fiebre aftosa (Serrano, 2004).

Ambos indicadores de calidad de la leche son de suma importancia, ya que son aspectos de exigencia dictaminadas en las legislaciones de cada país y para el productor el costo de la leche estará ligado a la calidad de leche ofrecida a las industrias. Para determinar el valor económico, se realizan muestreos representativos de la leche, la cual es evaluada en laboratorios confiables mediante métodos oficiales que deben ser lo suficientemente sensibles, procedimiento no tan complicados y de bajo costo (Moreno Vásquez et al., 2007).

1.6. Calidad microbiológica de la leche

El término de calidad microbiológica se usa para referirse a la concentración de los diferentes microorganismos y agentes patógenos presentes en dicho producto (Calderón et al., 2006). La calidad de la leche depende a su carga microbiana, la cual es afectada cuando hay un alto contenido de bacterias contaminantes que produce un deterioro de la calidad organoléptica, nutricional disminuyendo la vida útil de sus subproductos (Frau et al., 2013).

La leche debido a su composición se convierte en un lugar ideal para que las levaduras, mohos, virus y bacterias puedan permanecer. De los cuales, existen 3 grupos de bacterias, una beneficiosa que son de utilidad para producir subproductos tales como las bacterias lácticas,

otras bacterias producen lo contrario una alteración y la última repercute en la salud de su consumidor (López & Barriga, 2016).

El contenido de estos microorganismos está ligado a la mala higienización de los materiales empleados en las maquinas, instrumentos o utensilios en todo el proceso de extracción de la leche (Vázquez-Ojeda et al., 2014).

Es preciso saber que cuando hablamos de calidad microbiológica esto será determinado por las normas sanitarias para la producción de alimentos para el consumo humano el cual señala si cumplimos con los estándares de calidad señalados en dicho documento. Además, que cada norma estas dispuestas y son estrictas para cada país (Rúa, 2018).

1.6.1 Microorganismos indicadores de calidad

Bacterias mesófilas aerobias. Se considera a las bacterias mesófilas aerobias como un gran indicador de la calidad de la higiene tanto de la leche cruda como de la leche pasteurizada y otros alimentos, con ello se tiene un indicio de las condiciones sanitarias aplicadas desde el ordeño, almacenamiento y procesamiento (Freitas et al., 2009).

Si bien cada país tiene normas nacionales a las cuales se rigen para determinar si un alimento es seguro, en caso de la leche cruda según la Norma Técnica Peruana 105.001 2016 debe cumplir un límite máximo de 10^6 UFC/ml según lo establecido por el (INACAL, 2024), si exceden los limites señalados la leche es señalada como un producto inseguro de para el consumo.

Son agrupadas en dos géneros, como *Bacillus* y *Sporolactobacillus* formadoras de esporas. Estas bacterias se agrupan por su característica de crecer en presencia de oxígeno a una temperatura que oscila entre los 30 a 37°C, y además también pueden llegar a crecer a temperaturas que alcanzan 25°C hasta 45°C (Azabache, 2016).

En caso del aislamiento de las bacterias mesófilas aerobias y enumeración, la forma convencional es a través de la siembra en placa de la muestra diluida en un medio de cultivo

no selectivo e incubaba a 36°C durante 48 h (Freitas et al., 2009). Las bacterias mesófilas aerobias suelen crecer a partir de las 24 h pero algunas tardan en desarrollarse y el conteo se realiza a las 48 h.

Bacterias coliformes totales y fecales. Las bacterias coliformes son de tipo Gram negativas, con forma de bacilos y pueden ser aerobios o anaerobios, facultativos y no forman esporas. Se diferencian por fermentar la lactosa a una temperatura de 35 a 37°C, produciendo gas y un pH ácido (Davidson et al., 2004). Cabe señalar que las bacterias coliformes se encuentran dentro de 19 géneros, del cual provienen de la familia *Enterobacteriaceae*, y los géneros comúnmente hallados son *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Escherichia*, además también se puede considerar algunas *Aeromonas* pero todavía existe cierto desacuerdo (Abbott et al., 2003).

Estas bacterias coliformes como tal no constituyen una amenaza para la salud, pero la determinación de esta bacteria es para señalar si hay riesgo que se presenten otras posiblemente patógenas (EPA, 2002). Ya que, en el análisis microbiológico, la determinación de coliformes es un organismo indicador de la condición del alimento, es decir por contaminación fecal o mala higiene aplicada. En Estados Unidos no se permite un recuento mayor de coliformes a 10 UFC/ml en la leche pasteurizada y otros productos lácteos (FDA, 2019). Los límites establecidos en Perú de coliformes en la leche cruda tanto para leche cruda de cabra y vaca es de un máximo de 10^3 UFC/ml (INACAL, 2024; SENASA, 2018).

Escherichia coli se caracteriza por ser de forma bacilar, Gram negativa, anaerobia facultativa, perteneciente a la familia *Enterobacteriaceae*. Su identificación es generalmente por serología de sus antígenos O somáticos, K capsulares y H flagelares (OIE, 2018). Cabe señalar que la sola presencia de esta bacteria es señal de contaminación fecal de la leche (Bali et al., 2013). Se encuentra normalmente en el tracto gastrointestinal de la gran mayoría de los mamíferos y el hombre. Si bien la gran mayoría de *Escherichia coli* no causan ningún daño en

su hospedador, formando parte de la microbiota intestinal, pero existe ciertos serotipos vinculados con infecciones intestinales y extraintestinales, que puede resultar altamente nocivas para el hombre (Bali et al., 2013; Rodríguez-Angeles & C, 2002).

Entre los animales rumiantes *Escherichia coli* se encuentra de forma habitual sin causar lesión *alguna* en su hospedador, claro está que siempre va a depender del serotipo y la cepa. Al estar en las heces, esto puede contaminar la carne durante actividades como el faenado, e incluso contaminar fuentes de agua que se riega o se lava los alimentos, esta es una gran fuente de contaminación que resulta un riesgo para el hombre ya que puede cursar con una enfermedad muy perjudicial (OIE, 2018).

1.6.2 Bacterias patógenas de la leche

Cuando se violan las prácticas de desinfección, limpieza e higiene en el proceso de elaboración de los alimentos, y se le brinda las condiciones adecuadas para el ingreso y propagación de agentes infecciosos, esto es un vehículo seguro de la transmisión de agentes bacterianos patógenos que comprometen la salud humana (Caballero, 2008). La leche como un producto alimenticio, no es ajeno a los problemas de insalubridad. En la leche se puede llegar a encontrar bacterias patógenas como *Brucella abortus*, *B. melitensis*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Mycobacterium bovis*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* y *Yersinia enterocolitica* (Aguilera-Becerra et al., 2014).

Staphylococcus, Hay una variedad de especies, pero la especie más conocida debido a ser la causa importante de mastitis subclínica en las vacas lecheras es *Staphylococcus aureus* (Mellenberger & Kirk, 2016). Pertenecce a la familia Micrococcaceae, tiene forma de coco, es de tipo Gram positivo, con un diámetro que oscila entre 0.5 a 1.5 µm, se disponen por lo común en pares, tétradas, formado cadenas cortas, o como racimo de uvas. Esta bacteria no esporula, no presenta capsula, en su mayoría de las especies de *Staphylococos* producen una enzima catalasa, lo que permite diferenciar de los otros géneros de *Streptococcus* y *Enterococcus* que

viene a ser catalasa negativo (Cervantes-García et al., 2014). La presencia de *Staphylococcus* en los alimentos genera pérdida de su calidad y vida útil. Su consumo ya sea en leche cruda, alimento con esta bacteria es un riesgo de intoxicación alimentaria en las personas (Endrias Gebremedhin et al., 2022).

Brucella, esta bacteria tiene un impacto muy importante en la salud pública por su capacidad zoonótica y su virulencia. Mucho se comenta sobre la vía de infección con esta bacteria, siendo principalmente por el consumo de lácteos no pasteurizados contaminados (Villanueva Valencia et al., 2013). Esta bacteria afecta a muchos animales incluido el hombre, donde cada una de las especies presenta una infección cruzada, como la especie de *Brucella melitensis* que es propio de cabras, pero, también puede afectar a los cerdos y vacas o *Brucella abortus* que está más ligado a las vacas y puede causar una infección en las cabras. Las bacterias de este género, son de tipo Gram negativa con un tamaño aproximado de 0.6 a 1.5 μm x 0.5 a 0.7 μm , con una forma cocobacilar y presente envoltura (Guzmán-Hernández et al., 2016).

Salmonella, esta bacteria es considerada patógena tanto para los animales y el hombre (Caballero, 2008), relacionada a menudo con las enfermedades de tipo diarreicas en los humanos. Estos microorganismos pertenecen al género *Salmonella*, familia *Enterobacteriaceae*. Entre sus características principales destaca por ser Gram negativo, de forma bacilar con un tamaño aproximado de 0.3 a 1 μm x 1 a 6 μm , presentar flagelos lo que le permite movilidad, excepto de *S. gallinarum* y *S. pullorum* (Parra et al., 2002). En su mayoría los serotipos de *Salmonella* llegan a desarrollarse a una temperatura de 35 a 37°C, pero también algunos de estos serotipos pueden crecer a una temperatura que alcanzan de 2° hasta 54° C. Es sabido que su ambiente ideal es el agua, al igual puede llegar a sobrevivir en alimento seco (Gonzalez Pedraza & Pereira Sanandres, 2014).

1.6.3 Microorganismos fermentadores

Este grupo de microorganismos ayudan que la leche establezca ciertas condiciones para favorecer la elaboración de productos lácteos, debido a la acidez producida por la fermentación de la lactosa. La coagulación de la leche se puede dar gracias a la coalescencia de las caseínas al tener el pH isoelectrónico, lo cual favorece a la elaboración de quesos y yogurt (Celis & Juárez, 2009).

Las bacterias ácido lácticas son bacterias con la capacidad de producir ácido láctico por medio de la fermentación de carbohidratos. Se caracterizan por ser cocos o bacilos Gram positivos inmóviles, no formadoras de esporas, negativo a oxidasa y catalasa. Estas bacterias se clasifican en homo y heterofermentativas relacionado con la actividad metabólica y los productos que este llega a generar. Entre las bacterias homofermentativas que producen ácido láctico como algunos *Lactobacillus*, *Lactococos*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus* y entre otros. Por otro lado, las bacterias heterofermentativas producen otros productos además de ácido láctico como dióxido de carbono, etanol y ácido acético. Entre los heterofermentativos lo componen algunas especies de *Lactobacillus* como *Lactobacillus ramnosus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* y *Lactobacillus brevis* (Diosma et al., 2025).

1.7. Contaminación de la leche por microorganismos

1.7.1. Vía endógena.

La glándula mamaria sana excreta una leche en estado inocuo sin contenido de microorganismos. Pero es usual que haya bacterias en el canal del pezón, la cual puede llegar a aportar hasta 1000 UFC/ml de la leche extraída (Molineri et al., 2012). Caso contrario cuando se habla de una ubre enferma con el curso de una mastitis subclínica o clínica, dependiendo del tipo de microorganismo responsable, ese solo animal enfermo entre 99 animales sanos llega a incrementar el recuento hasta 100000 UFC /ml en un tamo (Moreno Vásquez et al., 2007).

1.7.2. Contaminación exógena

La leche recién obtenida de la ubre presenta, en condiciones normales, una carga microbiana reducida, sin embargo, puede contaminarse durante el ordeño y la manipulación. Entre las principales fuentes de contaminación se encuentran los utensilios utilizados, los recipientes de almacenamiento, las manos del ordeñador, las heces de los animales y el agua empleada para limpiar las ubres, entre otros. Estos factores pueden favorecer la incorporación de microorganismos y afectar la calidad higiénico-sanitaria de la leche. Básicamente, es sabido que las malas prácticas, como el secado de los pezones con paños sucios, o una inadecuada desinfección del pezón ante o post ordeña, predispone al incremento del recuento de bacteria que termina afectando la inocuidad de la leche (Aguilera-Becerra et al., 2014).

1.8. Buenas prácticas de ordeño

Para garantizar una leche de cabra de buena calidad, es fundamental aplicar adecuadas prácticas de manejo durante el proceso de ordeño. Cuando este aspecto es descuidado, existe un alto riesgo de que la leche se contamine con microorganismos patógenos, lo que no solo compromete la salud del consumidor, sino que también puede afectar la actividad económica de los productores de manera negativa (Cofré & Jahn, 2010).

Se debe tener en cuenta varios procedimientos antes del ordeño, durante y pos ordeño. Si bien son muchos los pasos a seguir, pero es importante resaltar que todos los materiales a usar como jarras, baldes, paños, y manos del ordeñador deben estar previamente bien lavados y descontaminados ya que estarán en contacto directo con la leche (FAO, 2011; Jiménez Castro et al., 2018). Así también considerar el lugar donde ordeñar que este limpio y si es posible adecuar un espacio exclusivo solo para el ordeño.

El pre-sellado o también llamado como pre-dipping o pre-inmersión, es considerado como un procedimiento importante para la eliminación de bacterias y otros microorganismos causantes de la contaminación de la leche, esto se puede realizar con yodo al 0.5 % (Castellanos et al., 2018).

Como parte fundamental el despunte consiste en el descarte de los primeros chorros de leche, esto es importante para identificar que no haya grumos, color fuera de lo normal o incluso tener mal olor, lo cual permite identificar que no haya una mastitis clínica (Castellanos et al., 2018). Además, se puede realizar conjuntamente la prueba de fondo negro de manera rutinaria y de california una vez por semana (Jiménez Castro et al., 2018).

En caso del sellado o *dipping*, se realiza una vez culminado el ordeño, donde se aplica un germicida el cual tiene como función evitar el ingreso de microorganismos durante el lapso de 20 minutos que continúa abierto el esfínter una vez ordeñado. En caso de las cabras que estén con sus crías y se permita la succión pos-ordeño ya no se realiza el sellado ya que la saliva de las crías cumple esta función, (Castellanos et al., 2018).

1.9. Técnicas de recuento de bacterias

1.9.1 Método de recuento en placa

Este método permite contabilizar las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) presentes en un mililitro o gramo de la muestra de interés. Al proporcionar el medio de cultivo, la temperatura y el tiempo suficiente para el desarrollo de esa colonia, se considera que detrás de ello hay un solo microorganismo o un agregado, que se desarrolla en el agar permitiendo la formación de esa colonia y esta se traduce en UFC. Como parte de las evaluaciones en laboratorio se requiere tener un conteo confiable, para lo cual se realiza las diluciones convenientes para las muestras, previo a colocarlas en el medio de cultivo (Cruces et al., 2021).

Usualmente se realiza la técnica de vertido en placa, para lo cual el medio de cultivo debe encontrarse en estado líquido a 45 ± 1 °C, para mantener a esa temperatura se suele usar el baño María. Para el recuento de Mesófilas Aerobias el medio de cultivo de elección es el agar triptona-glucosa-extracto de levadura (Cruces et al., 2021), también puede ser otro medio de cultivo no selectivo. En cada placa estéril de vidrio se vierte 12 a 15 ml del agar mezclando con la muestra diluida, una vez se enfría y haya agarrado consistencia se pasa a incubar. Hay

una variedad de protocolos de incubación de las placas en laboratorio para el recuento de mesófilas en alimentos. La Federación Internacional de Lechería (IDF) señala que se deben incubar las placas una vez listas a $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 72 ± 3 h (Freitas et al., 2009; ISO, 2012), la Asociación Estadunidense de Salud Pública (APHA) indica que se debe incubar a 32°C durante 48 h y el Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento (MAPA) recomienda incubar a 36°C durante 48 h (Freitas et al., 2009; ISO, 2012).

El recuento de colonias de coliformes, requiere de un medio selectivo como el Agar Bilis Rojo Violeta con Lactosa, el cual debe estar en estado líquido y se le adiciona 1ml de la muestra diluida a cada placa a una temperatura de $40^{\circ}\text{C} - 47^{\circ}\text{C}$. Se lleva a incubar durante $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ a una temperatura de 30° a 37°C . Si se llegan a identificar colonias pequeñas o con una apariencia diferente a la habitual, principalmente en muestras de productos lácteos, es necesario efectuar pruebas complementarias que permitan verificar. Para ello, se inoculan cinco colonias en tubos que contienen caldo bilis verde brillante con lactosa, caldo bilis-lactosa con verde brillante al 2 % y agar bilis rojo violeta con lactosa al 2 %, utilizando tubos de Durham para detectar la producción de gas. La presencia de gas se considera un criterio para confirmar la existencia de bacterias coliformes (ISO, 2021).

Película seca rehidratable. Las normas alimentarias establecen la necesidad de conocer y censurar los alimentos que no cumplen con los criterios establecidos (Kondo et al., 2024). El método de siembra en placa se utiliza para tener conocimiento del recuento de microorganismo presente. Aunque este método requiere un procedimiento laborioso y relativamente complejo, debido a que es necesario preparar el agar y mantenerlo a una temperatura de 45 a 50°C para luego mezclarlo con la muestra y realizar una dilución homogénea (Shimadzu, 2024). Todo este procedimiento requiere de mano de obra, materiales, entre otros, considerando ello, se fueron desarrollando métodos más prácticos (Freitas et al., 2009). Ante estas dificultades, se han desarrollado métodos alternativos, como las placas con

película seca rehidratable, que contienen los nutrientes necesarios para el crecimiento bacteriano y un agente gelificante soluble en agua. Para utilizarlas, se añade 1 ml de la muestra previamente diluida, lo que simplifica el procedimiento, reduce el tiempo de trabajo y permite obtener resultados comparables con los métodos convencionales (Azabache, 2016).

Placas Petrifilm, este dispositivo son placas que contienen nutrientes con gel soluble al agua en la base, y sobre ella una película de revestimiento con agente gelificante. Este medio de cultivo está listo para ser usado, ya que dependiendo del tipo de bacterias a identificar presenta un medio selectivo y un indicado que facilita el conteo de las colonias (Azabache, 2016).

Las placas Petrifilm utilizadas para el recuento de mesófilos aerobios totales contienen nutrientes del agar Standard Methods, un agente gelificante y un indicador llamado cloruro de 2,3,5-trifeniltetrazolio, que permite observar las colonias mediante una coloración roja. Para realizar el recuento microbiano, las placas se incuban durante 48 horas a una temperatura de 35 ± 1 °C, tras lo cual se procede a contabilizar las colonias desarrolladas. (3MChile, 2022; Azabache, 2016).

Las placas Petrifilm empleadas para el recuento de coliformes totales contienen nutrientes del medio bilis rojo violeta, un agente gelificante y un indicador que permite identificar *E. coli* mediante la actividad de la enzima glucuronidasa. La identificación de los coliformes se basa en su capacidad para fermentar la lactosa, proceso que genera ácido y gas. La película superior de la placa retiene el gas producido, mientras que el cambio de pH favorece la reacción con el indicador, permitiendo observar las colonias con una coloración rojiza. (3MFoodsafety, 2015).

Las placas Compact Dry facilitan la identificación y el recuento de colonias bacterianas, ya que los microorganismos que se desarrollan adquieren una coloración característica al reaccionar con los indicadores presentes en los diferentes medios de cultivo (Cruces et al.,

2021). El crecimiento bacteriano puede observarse en forma de pequeños puntos, generalmente entre las 24 y 48 horas posteriores a la siembra, lo que permite realizar el recuento de manera sencilla y práctica.

Las placas Compact Dry diseñadas para la determinar las bacterias mesófilas aerobias (TC), presenta un medio deshidratado no selectivo, que funciona con un indicador redox cloruro de 2,3,5- trifeniltetrazolio (TTC), las colonias mesófilas reaccionan con este indicador y crecen a un tono rojizo o rosa en las placas sembradas (Shimadzu, 2024).

Las bacterias coliformes se caracterizan por ser de forma bacilar, Gram negativos y fermentadores de lactosa. Los bacilos presentan una enzima β -galactosidasa la cual degrada la lactosa, pero la *Escherichia coli* presenta un enzima extra la β -glucoronidasa. Debido a estas enzimas las placas compact Dry para coliformes (EC), presentan dos sustratos cromogénicos la Magenta-Gal y X-Gluc las cuales son capaces de detectar las enzimas propias de los coliformes (Shimadzu, 2023).

1.9.2 Número Más Probable

Esta técnica del Número Más Probable (NMP) se basa en el cultivo en un caldo el cual implica una dilución continua de la muestra. Este método estadístico es usado para estimar el número viable de bacterias presentes en la muestra, no pretende señalar la cantidad exacta de microorganismos (Ojeda, 2021).

La técnica consiste en procesar las muestras en tres diluciones seriadas proporcionales, se utiliza como mínimo tres diluciones y 3,5 o 10 réplicas por dilución en un medio selectivo como el Caldo Lauril Sulfato Triptosa indicado para la detección de Coliformes (Ojeda, 2021), se incuba los tubos a 30 a 37 °C durante 24 h $\pm$ 2h con campana de Durham. Pasado ese tiempo los tubos que presentaron turbidez o presencia de gas se considera positivos. A partir de esos tubos se realiza la confirmación, inoculando con una asada en medios como Caldo Bilis Verde Brillante al 2% con y sin campana de Durham, se incuba nuevamente a 44°C durante 24 h $\pm$

2h. Para conocer el NMP se cuenta el número total de tubos donde se observó formación de gas, y se compara con una tabla ya preparadas de acuerdo a la cantidad de muestra que se siembra en cada serie de tubos, la interpretación es en base a una distribución de tipo Poisson (ISO, 2021; More Montoya, 2013).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación

Se realizó en la Estación Experimental Agraria Canaán, INIA-Ayacucho (Figura 2.1), ubicada en la Av. Abancay en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, a una altitud de 2736 m.s.n.m., cuyas coordenadas UTM son 586052 E, 8544548 N". El segundo lugar estudio fue en la localidad de Puyachi sus coordenadas UTM son 628399.189E, 8486988 N (Figura 2.2) y el Centro poblado Pomacocha sus coordenadas UTM son 0608946 E, 8497864 N (Figura 2.3), perteneciente a la provincia de Vilcas Huamán, a 3500 m.s.n.m. y 3100 m.s.n.m. Esta zona altoandina está ubicada en una zona accidentada, con temperatura que oscila de los 0° a 19° Celsius.

Por lo general las zonas Altoandinas de la región de Ayacucho presentan temporadas de lluvia y estiaje, dándose así la época con mayor precipitación entre los meses de septiembre hasta el mes de marzo, donde el mes de febrero presenta más precipitaciones. Por su lado la época de estiaje se presenta entre los meses de abril hasta septiembre (MPH, 2022).

Figura 2.1

Ubicación Geográfica de la Estación Experimental Agraria Canaán, INIA-Ayacucho.



Figura 2.2

Ubicación Geográfica del Centro Poblado de Puyachi.



Figura 2.3

Ubicación Geográfica del Centro Poblado de Pomacocha.



2.2. Materiales y equipos

Materiales de campo

- Cámara fotográfica
- Botas
- Mameluco
- Marcador permanente
- Bolsas para desechos de residuos

Materiales de bioseguridad personal

- Guantes estériles
- Mascarillas
- Gorra protectora de cabello desechables

Materiales de laboratorio

- Frascos de vidrio de 500 ml
- Probeta de 250 ml
- Probeta de 150 ml
- Probeta de 100 ml.
- Probeta de 50 ml
- Tubos de ensayo con tapa rosca estériles 20 ml 16 X 150 mm
- Varilla de agitación
- Embudo de vidrio 90mm
- Mechero de bunsen
- Malla de asbesto 20 x 20 cm
- Termómetro digital ambiental
- Cooler de 10 L
- Geles de congelación de 500g

Materiales auxiliares

- Alcohol etílico al 96%
- Algodón
- Papel toalla
- Papel Kraft

❖ Equipos de laboratorio

- Refrigerador

- Autoclave
- Balanza analítica
- Cámara de flujo laminar
- Estufa para incubación
- Agitador Vórtex
- Contador de colonias
- Balanza analítica 0-500 gr
- Micropipetas de 100 - 1000 μ L
- Micropipetas de 10 ml

Materiales de plástico y metal

- Puntas de plástico Braund de 1000 μ L
- Puntas de plástico Braund de 1 a 10 ml
- Gradilla de acero inoxidable para tubo de ensayo (20 cm de diámetro)
- Rejilla de asbesto 20x20
- Tripode de mechero

Material biológico

- Leche de cabra

Materiales químicos

- Agua peptonada (OXOID) al 0.1 %
- Agua bidestilada
- Placas Compact Dry® TC – recuento de mesófilos aerobios totales
- Placas Compact Dry® EC – recuento de coliformes totales
- Agar Baird Parked
- Agar Salmonella Shigella
- Agar Bilis

- Agar verde Brillante
- Agar MacConkey
- Agar Listeria

2.3. Problemas específicos

- ¿Cuál será el efecto del sistema de crianza semi-intensivo y extensivo sobre el recuento de microorganismos mesófilos y coliformes en la leche cruda de cabra criolla?
- ¿Cuál será el efecto de la época de estiaje y época de lluvia en el recuento de mesófilos y coliformes de la leche cruda de cabra criolla?
- ¿Qué géneros de bacterias patógenas están presentes en la leche cruda de cabra?
- ¿La calidad microbiológica de la leche de cabra criolla según el sistema de crianza y la estacionalidad, se ajusta a lo establecido por la normativa peruana?

2.4. Enfoque y alcance del estudio

2.4.1 Tipo de investigación

El presente estudio es de tipo básica, orientada a generar conocimiento sobre la calidad microbiológica de la leche de cabra, aportando sobre un tema de importancia en la salud pública.

2.4.2 Nivel de investigación

Descriptivo, ya que solo se observó los fenómenos que ocurren como tal, sin manipular las variables.

2.4.3 Diseño de investigación

Transversal y no experimental, donde solo se hizo el recuento de bacterias indicadores de calidad (mesófilos y coliformes) y la identificación de bacterias de la leche cruda de cabra entre en la época de seca del 2025(octubre-noviembre) y época de lluvia del 2026(febrero-abril).

2.5. Análisis estadístico

El procesamiento de la base de datos y análisis descriptivo se realizó en Microsoft Office Excel 2019 mientras que el análisis estadístico con el software RStudio.

Los recuentos de las Unidades formadoras de colonias (UFC) de Mesófilas aerobias y Coliformes totales, se analizaron por el modelo lineal generalizado mixto (GLMM). Por la naturaleza de la data los modelos se construyeron con distribución binomial negativo.

En el modelo se consideró como efectos fijos en el sistema de crianza (dos niveles) y la época del año (dos niveles). No se encontró interacción entre los factores fijos sistema de crianza y época del año. El animal fue incluido como efecto aleatorio, con el fin de controlar la variabilidad de individual y la dependencia de las observaciones repetidas sobre un mismo individuo.

El efecto de los factores fijos se analizó por la prueba de ANOVA tipo III, considerando un nivel de significancia de $\alpha=0.05$

El modelo estadístico utilizado fue:

$$\text{Log}(\mu_{ij}) = \beta + S_i + E_j + I(S_i * E_j) + A_k + E_{ijk}$$

$\text{Log}(\mu_{ij})$: Medias ajustada esperados de UFC de mesófilas y Coliformes

β : Media general o intercepto

S_i : Efecto del tipo de sistema de crianza (1 y 2)

E_j : Efecto de época del año (1 y 2)

$I(S_i * E_j)$: Efecto de la interacción sistema de crianza y época del año

A_k : Efecto aleatorio de K-esimo animal

E_{ijk} : Error residual

2.6. Definición de la población y tamaño de muestra

La población de estudio estuvo conformada por cabras pertenecientes a dos sistemas de crianza diferentes entre sí. La primera población correspondió al núcleo genético de caprinos

criollos de la estación de CANAÁN-INIA, con un sistema de crianza semi-intensivo. Con un acompañamiento constante de personal capacitado.

La segunda población estuvo conformada por las cabras del Centro Poblado de Puyachi y Pomacocha ubicado en la provincia de Vilcas Huamán. Caracterizada por la explotación extensiva sin ningún manejo especializado, la alimentación a base de plantas nativas que encuentran a su paso a la hora de pastar.

A partir de las dos poblaciones, se seleccionaron a los animales que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: estar en producción láctea. Se excluyeron las cabras preñadas y con dos crías debido a que esta condición podría afectar la disponibilidad de leche necesaria para la obtención de la muestra evaluada.

La técnica de muestreo empleada fue de tipo no probabilístico, específicamente intensional por conveniencia, en función al tamaño de la población y los criterios de inclusión y exclusión determinados, así también por el factor económico. En consecuencia, se definieron 10 a 11 cabras en estado de producción de láctea por zona de estudio.

La unidad de muestra se conformó de la leche extraída de cada cabra seleccionada. Se realizaron tres muestreos consecutivos durante la época de seca y lluvia, con el lapso de una semana entre cada colecta para la época seca y lluvia. En total se analizaron un aproximado de 127 muestras de leche cruda de cabra analizadas.

Los valores obtenidos de la evaluación microbiológica de la leche cruda de cabra, fueron comparados con los valores establecidos en La Norma Técnica Peruana 105.001 2016 (revisada el 2024), para confirmar que cumpla con los límites establecidos.

2.7. Procedimiento para la toma de muestras

Las muestras se colectaron de dos zonas de estudio mediante el ordeño manual. La leche obtenida fue de 45ml obtenida de ambas ubres de la cabra, depositada en frascos de vidrio de capacidad de 100 ml esterilizados, se rotuló en cada frasco el código de la cabra muestreada.

Antes de la recolección de la muestra, se realizó el despunte, descartando los dos primeros chorros de leche de cada ubre. Posteriormente, la leche fue colectada directamente en los recipientes estériles para su posterior transporte y análisis microbiológico.

2.8. Conservación y transporte de las muestras

Las muestras fueron conservadas en un contenedor isotérmico acompañado de geles refrigerantes, manteniendo una temperatura de alrededor de 4°C según las normas ISO707:2012 (ESA, 2012), con ello garantizar que las muestras no sufran cambios que perjudiquen el estudio.

Se efectuó un control de temperatura al momento de depositar las muestras y al momento de retirarlas, ya que una temperatura mayor a 10°C indica la invalidez de las muestras (MINSA, 2007). Posteriormente, las muestras se trasladaron al laboratorio de Microbiología Veterinaria de la Escuela de Formación Profesional de Medicina Veterinaria (UNSCH), donde los análisis microbiológicos se realizaron dentro de las 24 horas de haber colectado la muestra.

2.9. Metodología de laboratorio

El análisis microbiológico se realizó en base a los métodos normalizado por Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International (AOAC), es un organismo internacional la cual certifica a las placas Compact Dry, producto de la empresa de Shimadzu Excellence in Science (AOAC, 2026).

Las muestras de leche una vez llegaron al laboratorio se atemperaron al medio ambiente.

La preparación de las muestras se realizó en la cámara de flujo laminar para evitar contaminación de las muestras.

Para la dilución de la muestra se dispuso de tubos de ensayo estériles con 9 ml de agua peptonada al 0.1% estéril.

Las muestras de leche se homogenizaron, se tomó 1ml de la muestra y se depositó en el primer tubo con agua peptonada al 0.1% teniendo una dilución de 1:10 (10^1), esta dilución se homogenizo con un vortex durante 5 segundos, se pipeteo 1ml y se depositó en el siguiente tubo, resultando una dilución de 1:100 (10^2) y se fue realizando así sucesivamente, hasta obtener una dilución de 1:1000 (10^3).

Con la micropipeta se tomó 1ml de la dilución y esta se depositó en el centro de la placa Compact Dry, la muestra se dispersó homogéneamente sobre la superficie de la placa, donde la lámina seca se hidrato formando un gel. Se colocó la tapa en la brevedad posible y se pasó a rotular los datos pertenecientes a la muestra, número de cabra, dilución usada y la fecha. Se llevo a la estufa a incubar donde se apilo a 10 placas y estas se dispuso de forma invertida es decir la tapa quedando hacia abajo.

Para la incubación de los mesófilos aerobios, se adecuo la estufa a una temperatura de 35 ± 2 °C, durante $48 \text{ h} \pm 3 \text{ h}$. En caso de las coliformes totales se incubó a una temperatura de 35 ± 2 °C, durante $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$.

Por otro lado, con un asa de siembra se realizó la siembra en agares convencionales para comprobar el crecimiento de las bacterias y poder conocer el género. Los agares cultivados fueron: A. Baird Parker, A. Sangre, A. Brucella, A. Verde Brillante, A. MacConkey, A. Bilis, A. Listeria y A. Salmonella-Shigella.

Para la incubación de los medios, se adecuo la estufa a una temperatura de 35 ± 2 °C, durante 24 y 48h, donde se fue evaluando el crecimiento de las colonias.

2.10. Recuento e identificación de bacterias

Trascurrido el tiempo de incubación se pasó a revisar todas las placas correspondientes. Se hizo un conteo de las colonias y se multiplicaron por el factor de dilución usada. Todos los resultados se expresaron como UFC/ml de la leche.

En cuanto al crecimiento de las colonias en los agares, se realizó la tinción de Gram respectiva para la observación en microscopio.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

De los resultados obtenidos mediante el análisis inferencial no hubo interacción entre los factores fijos (época del año y sistema de crianza), debido a ello solo se muestra los resultados obtenidos de los factores individuales de sistema de crianza con dos niveles (semi-intensivo y extensivo) y estación del año con dos niveles (época de lluvia y estiaje).

Tabla 3.1

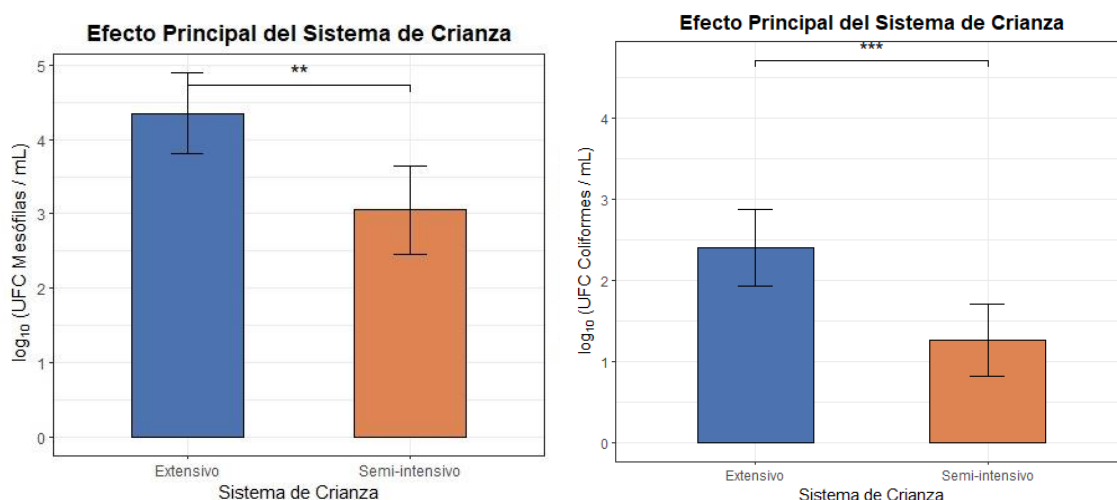
Efecto del sistema de crianza sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales (UFC/ml) en la leche cruda de cabra

Factor	Nivel	Indicador	LSM $\pm$ ES (UFC/ml)	Equivalente (log ₁₀ UFC/ml)	P-valor
Sistema de crianza	Extensivo	Mesófilas	22,46 x 10 ³ $\pm$ 14,3	4,35	0,001 **
	Semi-intensivo	aerobias	1,13x 10 ³ $\pm$ 0,78	3,05	
	Extensivo	Coliformes	2,50 x 10 ² $\pm$ 1,40	2,40	<0,000 ***
	Semi-intensivo	totales	0,18 x 10 ² $\pm$ 0,09	1,26	

Nota: LSM (Medias de mínimos cuadrados)

Figura 3.1

Efecto del sistema de crianza y la época del año sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias (UFC/ml) en la leche cruda de cabra



La Tabla 3.1 y Figura 3.1 muestra el efecto del sistema de crianza sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales en la leche cruda de cabra. Se puede apreciar la diferencia de media de mínimos cuadrados obtenido tanto para bacterias mesófilas aerobias y para coliformes totales. El análisis de varianza evidenció que el sistema de crianza influyo significativamente en dicho recuento ($p < 0,001$) para el recuento de mesófilas aerobias. La media de mínimos cuadrados obtenido de los mesófilos aerobios fue mayor para el sistema extensivo ($22,46 \times 10^3$ UFC/ml) que para el sistema semi-intensivo ($1,13 \times 10^3$ UFC/ml). De igual manera el recuento de coliformes en el análisis de varianza evidencio que sistema de crianza tuvo un efecto significativo sobre dicho recuento ($p < 0,000$ ***). Las medias de mínimos cuadrados fueron mayores en el sistema extensivo ($2,50 \times 10^2$ UFC/ml) que en el sistema semi-intensivo ($0,18 \times 10^2$ UFC/ml).

Tabla 3.2

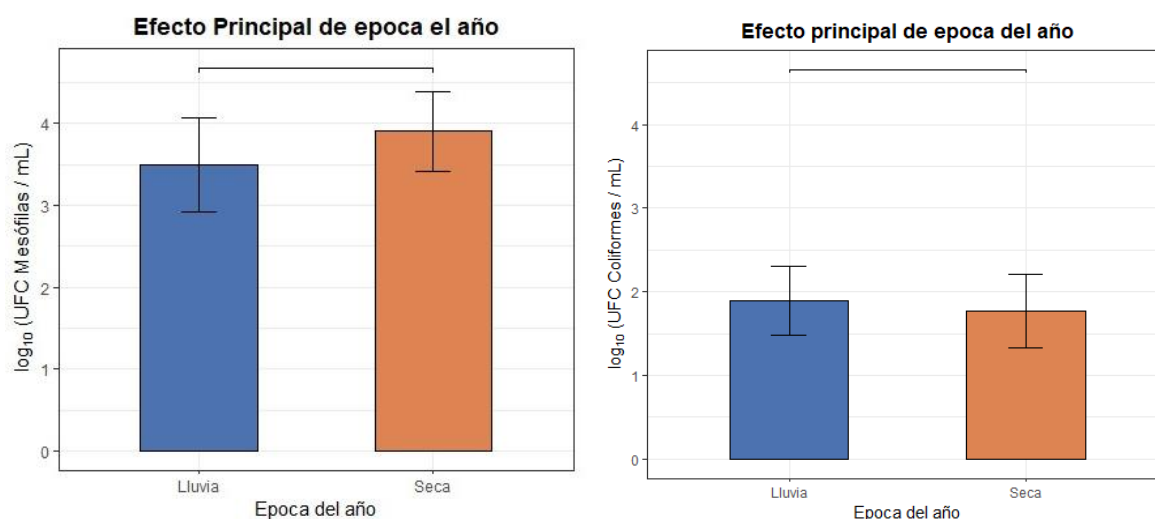
Efecto de la época del año sobre el recuento de bacterias coliformes (UFC/ml) en la leche cruda de cabra

Factor	Nivel	Indicador	LSM $\pm$ ES (UFC/ml)	Equivalente (log ₁₀ UFC/ml)	P-valor
Época del año	Lluvia	Mesófilos aerobios	$3,15 \times 10^3 \pm 2,12$	3,50	0,247
	Estiaje		$8,07 \times 10^3 \pm 4,60$	3,91	
	Lluvia	Coliformes totales	$0,77 \times 10^2 \pm 0,37$	1,89	0,667
	Estiaje		$0,58 \times 10^2 \pm 0,30$	1,77	

Nota: LSM (Medias de mínimos cuadrados)

Figura 3.2

Efecto de la época del año sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias y coliformes (UFC/ml) en la leche cruda de cabra



La Tabla 3.2 y Figura 3.2 se puede observar de los valores obtenidos por la estadística inferencial que la época del año no mostro ningún efecto significativo sobre el recuento de las bacterias mesófilas aerobias ($p = 0,247$) y coliformes totales ($p = 0,667$). Aunque la época de

estiaje presentó una media marginal estimada de $8,07 \times 10^3$ UFC/ml para el recuento de bacterias mesófilas mayor que la época de lluvia $3,15 \times 10^3$ UFC/ml. Así mismo, la media de mínimos cuadrados del recuento de coliformes totales se puede ver que la época de lluvia ($0,77 \times 10^2$ UFC/ml) registro una media de mínimos cuadrados superior respecto a la época seca ($0,58 \times 10^2$ UFC/ml), esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

Por otro lado, de las muestras de leche cruda de cabra evaluadas de ambas estaciones como de ambos sistemas de crianza sembradas en los diferentes medios de cultivo, Según la evaluación de las características macroscópicas y microscópicas de las colonias que llegaron a crecer, se identificaron bacterias pertenecientes a los géneros *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Escherichia spp.* y *Bacillus spp.*. No se evidenciaron bacterias de géneros *Salmonella*, *Listeria* o *Brucella*.

Tabla 3.3

Estadística descriptiva de los Mesófilos Aerobios (UFC/ml) en la leche cruda de cabra colectada en la época de lluvia y seca de los dos sistemas de crianza semi-intensivo y extensivo comparada con la NTP

Sistema de crianza	Época	Muestreo	N	Media (UFC/ml)	Desv. estándar	Máximo (UFC/ml)	Límite máximo (UFC/ml)
Semi-intensivo	Seca	M1	10	6 500	10533	34 000	1000 000
	Seca	M2	10	3 400	6239	20 000	1000 000
	Seca	M3	10	1 000	2183	7 000	1000 000
Extensivo	Seca	M1	11	10 818	22431	73 000	1000 000
	Seca	M2	10	3 900	5839	17 000	1000 000
	Seca	M3	10	7 1800	151683	462 000	1000 000
Semi-intensivo	Lluvia	M1	11	1 000	3316	11 000	1000 000
	Lluvia	M2	11	1 182	2442	7 000	1000 000
	Lluvia	M3	11	1 455	3559	12 000	1000 000
Extensivo	Lluvia	M1	11	55 909	168020	562 000	1000 000
	Lluvia	M2	11	7 173	16370	56 000	1000 000
	Lluvia	M3	11	38 718	120531	402 000	1000 000
TOTAL			127	16 880	75235,2	138 583	1 000 000

En la Tabla 3.3 se puede apreciar la estadística descriptiva del recuento de las bacterias mesófilas aerobias presentes en la leche cruda de cabra según el sistema de crianza, la época del año y la media de cada muestreo realizado (3 en cada temporada por cada sistema de crianza). Se puede observar que en el sistema semi-intensivo en la época seca las media oscilan de 1000 a 6500 UFC/ml, a la cual, el primer muestreo (6500 UFC/ml) señala un valor mayor entre las otras dos, de igual forma en cuanto el valor máximo obtenido 34000 en el primer muestreo. Si se hace un contraste con el sistema extensivo, se puede ver como dos de sus medias resultan superiores, 10818 UFC/ml durante el primer muestreo e igual durante el tercero 71800 UFC/ml. Asimismo, en la época de lluvia del recuento de mesófilos aerobios de la Tabla

3.3 en el sistema extensivo se evidencia valores superiores entre sus medias, donde en el muestro 1 llega a alcanzar 55 909 UFC/ml, y 38 718 UFC/ml en el tercer muestreo, por el contrario, el sistema semi-intensivo presentó valores de 1000 UFC/ml en el primer muestreo y 1455 UFC/ml en el tercer muestreo. Cabe indicar que, si realizamos una comparación general de las medias de todos los muestreos presentes en la Tabla 3.3, se puede ver el sistema extensivo presenta valores superiores y más aún en la época de lluvia. A pesar de resultar valores altos entre las medias, todas las medias se mantuvieron por debajo del límite máximo establecido por la Norma Técnica Peruana 105.001 2016.

Tabla 3.4

Estadística descriptiva de los Coliformes Totales (UFC/ml) en la leche cruda de cabra colectada en la época de lluvia y seca de los dos sistemas de crianza semi-intensivo y extensivo comparada con la NTP

Sistema de crianza	Época	Muestreo	N	Media (UFC/ml)	Desv. estándar	Máximo (UFC/ml)	Límite Mínimo (UFC/ml)	Límite máximo (UFC/ml)
Semi-intensivo	Seca	M1	10	11	12,9	40	100	1000
	Seca	M2	10	142	435	1 380	100	1000
	Seca	M3	10	116	210	630	100	1000
Extensivo	Seca	M1	11	84,5	149	500	100	1000
	Seca	M2	10	64	156	500	100	1000
	Seca	M3	10	225	590	1 900	100	1000
Semi-intensivo	Lluvia	M1	11	7	10	30	100	1000
	Lluvia	M2	11	10	10	30	100	1000
	Lluvia	M3	11	15	22,9	60	100	1000
Extensivo	Lluvia	M1	11	411,81	662	2 000	100	1000
	Lluvia	M2	11	3 075,5	9927	33 000	100	1000
	Lluvia	M3	11	340	523	1 400	100	1000
TOTAL			127	385,59	293,9	3 456	100	1 000

Del análisis descriptivo de la Tabla 3.4, se aprecia la media del recuento de las Coliformes Totales (UFC/ml) de la leche cruda de cabra. Para los límites mínimos de la Norma Técnica Peruana casi todas medias de muestreo no cumplen con este criterio, ya que la mayoría sobrepasa los 100 UFC/ml, solo el sistema semi-intensivo en la época de lluvia tiene promedios menores, dando valores que van de 7 a 15 UFC/ml.

Por otro lado, en la época de estiaje entre los sistemas de crianza se puede ver como los valores cursan desde 11 UFC/ml hasta 225 UFC/ml, estos valores indican que están por debajo del valor máximo permitido por la NTP (ISO-4831), pero si observamos el valor máximo obtenido en los muestreos, el sistema semi-intensivo en su muestreo dos (1380 UFC/ML) y el sistema extensivo en su muestreo 3 (1900 UFC/ml), exceden el valor límite de 1000 UFC/ml establecidas por la norma. Así mismo, en la época de lluvia solo el sistema extensivo presenta una media superior de 3075,5 UFC/ml (Muestreo 2), siendo no solo el valor mayor de la época de lluvia, sino también entre todas las medias evaluadas del recuento total de coliformes. Igualmente, los valores máximos obtenidos, en la época de lluvia y el sistema de crianza extensivo, presentan valores que no solo son mayores al resto, sino que también exceden el límite máximo recomendado por la NTP, indicando que no cumplen con la calidad de la leche.

DISCUSIÓN

La presente investigación evidenció que el sistema de crianza tuvo una influencia significativa en el recuento de bacterias mesófilas aerobias presentes en la leche cruda de cabra ($p = 0,001$) y coliformes totales ($p < 0,000$). Las muestras de leche obtenida bajo el sistema extensivo de los centros de crianza familiar de las zonas rurales de Pomacocha y Puyachi resultaron con un recuento mayor microbiológico tanto de bacterias mesófilas aerobias como de coliformes totales frente al sistema semi-intensivo (CANAÁN-INIA), lo cual indica que las condiciones de manejo asociadas al sistema de producción constituyen un factor importante en la calidad microbiológica de la leche.

El sistema extensivo presentó un recuento promedio de $4,35 \log_{10}$ UFC/ml y mientras que el sistema semi-intensivo $3,05 \log_{10}$ UFC/ml de mesófilas aerobias. Los valores obtenidos en el sistema semi-intensivo se aproximan a los resultados reportados por Grille *et al.* (2013) quien registro $3,85 \log_{10}$ UFC/ml en una explotación similar (Uruguay). Aunque este valor informado por dicho autor fue ligeramente superior al mencionado en este estudio, ambos muestran una tendencia casi semejante. En contraste, Ricardo *et al.* (2025) reportaron $6,38 \log_{10}$ UFC/ml, $6,32 \log_{10}$ UFC/ml, $5,44 \log_{10}$ UFC/ml, $6,29 \log_{10}$ UFC/ml, $6,30 \log_{10}$ UFC/ml y $6,49 \log_{10}$ UFC/ml en seis explotaciones de tipo extensivas (México), datos que denotan una diferencia con valores superiores notables a los obtenidos en la presente investigación.

Respecto al recuento de coliformes totales los valores hallados fueron de $2,40 \log_{10}$ UFC/ml en el sistema extensivo y $1,26 \log_{10}$ UFC/ml del sistema semi-intensivo. Estos resultados muestran cierta aproximación a lo reportado por Grille *et al.* (2013), quién señala $2,47 \log_{10}$ UFC/ml en un sistema semi-intensivo. Si bien este valor fue superior al registrado en el sistema de crianza semi-intensivo de este estudio, resulto ser cercano al obtenido en el sistema extensivo. En cuanto la explotación de tipo extensivo Ricardo *et al.* (2025) obtuvieron recuentos de coliformes totales de $5,17 \log_{10}$ UFC/ml, $5,74 \log_{10}$ UFC/ml, $3,09 \log_{10}$ UFC/ml,

4,87 log₁₀ UFC/ml, 5,32 log₁₀ UFC/ml y 5,39 log₁₀ UFC/ml en 6 centros extensivos, valores que son notablemente mayores a lo registrado en esta investigación. Si bien la presencia de las bacterias coliformes constituye un indicador seguro de las condiciones higiénico sanitarias deficientes durante el manejo de la leche desde ordeño y manipulación.

Con lo mencionado, los resultados de recuento mayores observados en cuanto los valores de Ricardo *et al.* (2025) tanto de mesófilas y coliformes podría estar asociada a la técnica de muestreo usada, ya que en la investigación presente la muestra de leche fue directo del pezón al frasco de muestreo y además de cada cabra, donde no tuvo que tener que entrar en contacto con otros factores como baldes o tanques, que por el contrario Ricardo *et al.* (2025) y Grille *et al.* (2013) analizaron las muestras de los tanques y de producto de un grupo de cabras lo que incrementa las oportunidades de contaminación de la leche.

De los resultados obtenidos de la influencia de la época no se encontraron diferencias significativas entre la época de lluvia y seca para el recuento de bacterias mesófilas aerobias ($p = 0,247$) ni en el recuento de coliformes ($p = 0,667$). Sin embargo, la LSM del recuento de bacterias mesófilas fue menor durante la época de lluvia de valor 3,50 log₁₀ UFC/ml frente a la estación seca 3,91 log₁₀ UFC/ml (Tabla 3.1), esta diferencia no alcanzó la significancia estadística. Ramos-Pereira *et al.* (2019) en su análisis de leche de cabra cruda (España) no encontró diferencias frente las estaciones para el recuento de mesófilas al igual que esta investigación pero si registro mayores valores de mesófilas en la temporada de invierno (6,43 log₁₀ UFC/ml) frente a primavera (5,69 log₁₀ UFC/ml) y verano (4,85 log₁₀ UFC/ml). Por el contrario, con lo reportado por Tormo *et al.* (2010) quien si encontró un efecto de la estación en el recuento de mesófilas de la leche cruda de cabra (Francia) ya que en la época de primavera (3,79 log₁₀ UFC/ml) reporto mayor recuento frente a la época de invierno (3,41 log₁₀ UFC/ml) siendo esta diferencia significativa al igual que Días-Rivera *et al.* (2022) quienes obtuvieron 2,81 log₁₀ UFC/ml en la época de lluvia y 3,22 log₁₀ UFC/ml para la época seca e indicando

que la estación tiene un efecto significativo sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias en el centro de Veracruz (México).

En cuanto el recuento de bacterias coliformes totales, se encontró una interacción diferente, ya que en la época seca ($1,77 \log_{10}$ UFC/ml) obtuvo un menor recuento frente a la temporada de lluvia ($1,89 \log_{10}$ UFC/ml), esta diferencia no fue significativa según el análisis realizado. En contraste, Tormo *et al.* (2010) en el estudio realizado en Francia encontraron un efecto significativo, reportando $2,27 \log_{10}$ UFC/ml en la época de primavera y mientras que en la temporada de invierno se detectó $0,23 \log_{10}$ UFC/ml. Por su parte, Días-Rivera *et al.* (2022) en México también mencionaron que si hay un efecto de la estación ya que obtuvo $1,17 \log_{10}$ UFC/ml en la época de lluvia y $1,96 \log_{10}$ UFC/ml en la época seca. Las diferencias entre los resultados obtenidos de la presente investigación tanto de recuento de bacterias mesófilas aerobias como de recuento de coliformes totales y los reportados en la literatura se puede asociar a las variaciones de las condiciones de producción, las prácticas de manejo empleadas y desde luego las características climáticas propias de cada zona de estudio. En este sentido, como menciona Días-Rivera *et al.* (2022) que los factores como la temperatura ambiental y la condición de producción pueden influir en la carga microbiana de la leche.

Por otro lado, en las muestras de leche cruda de cabra analizadas se aislaron, bacterias de los géneros *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Escherichia* y *Bacillus*. Estos resultados difieren con lo reportado por Días-Rivera *et al.* (2022), quienes no evidenciaron la presencia de *Staphylococcus* ni *Escherichia* en las muestras analizadas. En contraste Kahsu *et al.* (2025), en un estudio realizado en Etiopía llegó a aislar *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* en la leche de cabra, resultados que coinciden parcialmente con los obtenidos en la presente investigación. Asimismo, al igual que lo informado por Días-Rivera *et al.* (2022), no se encontraron bacterias de género *Salmonella* o *Brucella*. Las diferencias observadas, pueden

estar ligado a las variaciones en las prácticas de higiene realizadas durante el ordeño y las metodologías aplicadas durante la toma de muestra empleadas.

Los hallazgos del presente estudio muestran que el recuento de mesófilas aerobias en todas las muestras analizadas de la leche cruda de cabra criolla (Tabla 3.3), fueron inferiores al límite máximo permisible de 1000 000 UFC/ml establecido en la Norma Técnica Peruana ISO 4833. La media obtenida fue de 16 880 UFC/ml lo que indica que la leche evaluada cumple con el criterio establecido por la Norma para el recuento de bacterias Mesófilas Aerobias. Los resultados obtenidos son menores a lo reportado por More (2013), quien reportó un promedio de 49 000 UFC/ml en predios caprinos de Piura. Así mismo, Argucia (2025) reportó recuentos promedios de 6 027 UFC/ml y 6 475 UFC/ml en la finca El Cardón (Nicaragua) valores dentro de lo permitido por la Norma. Aunque se observa diferencia entre ambos estudios, todos los recuentos permaneces por debajo del límite máximo establecido, lo que refleja condiciones microbiológicas aceptables para la leche cruda de cabra.

En el recuento de coliformes totales (Tabla 3.4), no todas las muestras cumplieron el límite máximo. En la época de lluvia y del sistema extensivo se presentó una media de 3 075,5 UFC/ml y un valor máximo de 33 000 UFC/ml valor que supera a las 1 000 UFC/ml permitidas en la Norma Técnica Peruana ISO 4831. A pesar de ello el valor promedio obtenido del recuento coliformes totales hallado de 386 UFC/ml, está por debajo del límite máximo permitido según la Norma Técnica. Estos resultados señalan que, aunque la calidad microbiológica general es aceptable, existieron muestras que evidenciaron diferentes condiciones algunas cuestionables para la calidad microbiológica. Estos resultados coinciden parcialmente a lo reportado por Argucia (2025), quien encontró 822,5 UFC/ml y 1150 UFC/ml, mientras que el primer valor se mantuvo dentro del rango el segundo sobrepasó el límite establecido por 150 UFC/ml. Por su parte, More (2013) señala haber encontrado 126 NMP/ml

la cual está dentro del límite aceptable para este indicador según Norma Técnica Sanitaria N°071- MINSA/DIGESA-2008.

En este sentido, los mayores recuentos observados principalmente en el sistema extensivo podrían estar asociado a un menor control de las prácticas de higiene durante el ordeño, tales como la limpieza insuficiente del pezón, el lavado inadecuado de las manos del ordeñador, la ausencia de un área exclusiva para el ordeño y el contacto de la leche con fuentes ambientales de contaminación. De manera similar Ricardo et al. (2025), indica que el sistema extensivo contiene niveles altos debido al escaso uso de tecnología, mala alimentación de las cabras y el poco o no uso de la medicina preventiva, y resalta que los factores ambientales podrían tener una gran influencia en el incremento del recuento de mesófilas en la leche. De igual manera, el recuento de coliformes totales no siempre está relacionado con contaminación fecal, sino también constituye un indicador de las deficiencias en las prácticas de higiene durante el ordeño y su almacenamiento en las explotaciones caprinas. Si bien muchas de las muestras analizadas estuvieron dentro del límite máximo establecido, no es un indicativo de que la leche sea segura, ya que se aislaron bacterias de los géneros bacterianos como *Staphylococcus*, *Streptococcus* y *Escherichia*, cuyos miembros incluyen especies potencialmente patógenas para la salud del ser humano.

En este contexto, a partir de los hallazgos realizados resaltan la importancia de tener que fortalecer las buenas prácticas de ordeño y las medidas de higiene en todas las unidades de producción dando un mayor enfoque en las explotaciones familiares que generalmente tiene una crianza extensiva, con ello buscando reducir el riesgo de la contaminación microbiológica y garantizar una leche de mejor calidad.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que el sistema de crianza tiene un efecto significativo sobre el recuento de las bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales de la leche cruda de cabra ($p < 0,05$). El sistema de crianza extensivo de los productores (Puyachi y Pomacocha) presentó los mayores recuentos en ambos indicadores microbiológicos frente al sistema semi-intensivo de la CANAÁN-INIA.
2. La época del año no ejerció un efecto significativo sobre el recuento de las bacterias mesófilas aerobias ni de las coliformes totales ($p > 0,05$). Aunque se observaron variaciones entre los valores obtenidos entre la época de estiaje y lluvia, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.
3. En las muestras de leche cruda de cabra evaluadas se identificaron bacterias de los géneros *Staphylococcus*, *Streptococcus* *Escherichia* y *Bacillus*. Por lo contrario, no se evidenció las bacterias de los géneros *Salmonella*, *Listeria* ni *Brucella*.
4. La calidad microbiológica de la leche de cabra evaluada fue en términos generales satisfactoria. Los recuentos de las bacterias mesófilas aerobias se mantuvieron por debajo del límite establecido por la NTP 105.001 2016 (ISO 4833). En caso de las bacterias coliformes totales, el promedio obtenido cumplió con la normativa, pero algunas muestras superaron el límite máximo permitido. Con ello evidencia la necesidad de fortalecer las prácticas de higiénico-sanitarias durante el ordeño y manipulación de la leche.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las instituciones del sector agrario capacitar a las familias dedicadas a la producción de leche de cabra y que viven de ello como fuente de ingreso. En aspectos como las buenas prácticas de ordeño, ya que es fundamental para reducir la contaminación microbiológica y pueda ser segura para el consumo humano.
2. Implementar un área exclusiva para el ordeño, protegida de corrientes de aire y distanciada de los corrales, para disminuir la contaminación ocasionada por el polvo y arrastre de microorganismos durante la colecta de la leche.
3. Realizar investigaciones complementarias que incluyan un mayor número de explotaciones caprinas de Ayacucho e integrar los análisis microbiológicos realizados con técnicas de identificación específica, como las pruebas bioquímicas microbiológicas para determinar las especies de las bacterias presentes y detectar microorganismos patógenos.
4. Promover y financiar los proyectos de investigación orientados a la evaluación de la calidad microbiológica de la leche de cabra, con el propósito de fortalecer el conocimiento científico y mejorar las practicas de manejo en las explotaciones caprinas de Ayacucho.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 3MChile. (2022). *Manual Placa Petrifilm MR para recuento de Aerobios totales*.
<https://multimedia.3m.com/mws/media/1533811O/placa-petrifilm-e-coli-y-coliformes.pdf>
- 3MFoodsafety. (2015). *Manual Placas Petrifilm TM para Recuento de E. Coli/Coliformes* (Vol. 49).
https://4552735.app.netsuite.com/core/media/media.nl?id=34347&c=4552735&h=ef41493329c3fb6a269a&_xt=.pdf.
- Abbott, S. L., Cheung, W. K. W., & Janda, J. M. (2003). The Genus *Aeromonas* : Biochemical Characteristics, Atypical Reactions, and Phenotypic Identification Schemes. *Journal of Clinical Microbiology*, 41(6), 2348–2357. <https://doi.org/10.1128/JCM.41.6.2348-2357.2003>
- Aguilera-Becerra, M., Urbano-Cáceres, E., & Jaimes-Bernal, C. (2014). Bacterias patógenas en leche cruda : problema de salud pública e inocuidad alimentaria Pathogenic bacteria in raw milk : A public health and food safety problem. *Ciencia y Agricultura*, 11, 83–93.
- Agurcia Schiffman, S. C. (2025). *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 (novie* [UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES]. [https://repositorio.ucc.edu.ni/1523/1/El cardon.pdf](https://repositorio.ucc.edu.ni/1523/1/El%20cardon.pdf)
- Annes, I., Maria Finger, R., & Barbosa de Freitas, K. (2016). Goat Milk: Composition and Quality. In *Milk Processing and Dairy Products Industries [Working Title]*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1009946>
- AOAC. (2026). *CERTIFICATION* (Issue 010404, pp. 1–3). AOAC RESEARCH INSTITUTE.

- Arroyo, Ó. (2007). Situación actual y proyecciones de la crianza de caprinos en el Perú. *XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú*, 15(1), 290–293.
<http://www.bioline.org.br/pdf?la07066>
- Azabache, N. (2016). Recuento De Aerobios Mesofilos En Alimentos, Método De Película Seca Rehidratable. In *SENASA* (Issue 8, pp. 3–6). Senasa Peru.
- Bali, O. S., Lajnef, R., Felfoul, I., Attia, H., & Ayadi, M. A. (2013). *ISSN 2249-8516 Original Article Detection of Escherichia coli in unpasteurized raw Milk*. 3(2), 53–55.
- Bendary, E., A.A, A., & El-makarem, A. (2017). Assessment of chemical and bacteriological quality of goat ' s milk. *Assessment of Chemical and Bacteriological Quality of Goat's Milk*, 279–287.
- Bidot-Fernández, A. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Revista de Producción Animal*, 29(2), 32–41.
<https://rpa.reduc.edu.cu/index.php/rpa/es/article/view/234>
- Bidot, A., & Muñoz, R. (2016). Antecedentes históricos y el origen de las cabras. *Ciencia y Tecnología Ganadera*, 10(1), 25–30.
- Bobenrieth, R., & Beltrán, F. (1984). El médico veterinario en la protección de alimentos y el control de zoonosis. *Boletín de La Oficina Sanitaria Panamericana*, 97(4), 298–313.
- Caballero, Á. (2008). *Temas de higiene de los alimentos*. Editorial Ciencias Médicas.
<https://sceqa.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/05/libro-higiene-de-alimentos.pdf>
- Calderón, A., García, F., & Martínez, G. (2006). Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 11(1), 725–737.
<https://doi.org/10.21897/rmvz.457>
- Castellanos, F., Ricaurte, E., Jaimes, D., & Rodríguez, F. (2018). *Buenas prácticas ganaderas*

- para caprinos en ordeño manual*. Servicio Nacional de Aprendizaje.
<https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/7270>
- Celis, M., & Juárez, D. (2009). Procesos Fundamentales Físicoquímicos y Microbiológicos- Microbiología de la Leche. In *Universidad Técnica Nacional* (pp. 5–27).
<http://www.edutecne.utn.edu.ar>
- Cervantes-García, E., García-González, R., & Salazar-Schettino, P. M. (2014). Características generales del *Staphylococcus aureus*. *Revista Latinoamericana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio*, 61(1), 28–40.
- Chacón Villalobos, A. (2013). Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana*, 16(2), 239.
<https://doi.org/10.15517/am.v16i2.11878>
- Chandan, R. C., Attaie, R., & Sahani, K. M. (1992). *Nutritional aspects of goat milk and its producís Proa V Int Conference on Goat* (pp. 869–1890).
- Cofré Banderas, P. (2001). Producción de cabras lecheras. In *Journal of Chemical Information and Modeling*. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/29faa914-eb5f-4bef-9574-d238412cf1d0/content>
- Cofré, P., & Jahn, E. B. (2010). Ordeña de la Cabra Lechera. In *Producción de Cabras Lecheras* (pp. 121–133).
- Cruces, A., Juárez, E., Ortegón, A., Palao, M., Camacho, A., Camacho, N., Mina, A., & Velázquez Madrazo, O. (2021). *Métodos Microbiológicos para el análisis de alimentos* (H. Henández-Pérez & M. Giles-Gómez (eds.)). Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Química Departamento de Biología Métodos.
- Darnton, I., Coveney, J., & Davey, G. . (1987). Goat milk, nutritional and public health aspects:

a review. *Food Technology in Australia*, 39(12), 572–688.

Davidson, P. M., Roth, L. A., & Gambrel-Lenarz, S. A. (2004). Chapter 7 Coliform and Other Indicator Bacteria. In J. Bruhn (Ed.), *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*. American Public Health Association. <https://doi.org/10.2105/9780875530024ch07>

Díaz-Rivera, P., Cuervo-Osorio, V. D., Hernández-Salinas, G., Cabal-Prieto, A., Herrera-Corredor, J. A., Juárez-Barrientos, J. M., & Ramírez-Rivera, E. de J. (2022). Efecto de la estacionalidad en la calidad microbiológica y fisicoquímica de leche de cabra producida en el centro de Veracruz, México. *Biotechnia*, 25(1), 100–108. <https://doi.org/10.18633/biotechnia.v25i1.1651>

Diosma, G., Balagué, L. J., Londero, A., Balatti, P. A., & Saparrat, M. C. N. (2025). Microbiología de la leche, bacterias ácido lácticas, microbiología del agua. In P. B. Balti & M. C. N. Saparrat (Eds.), *Los microorganismos y su rol en la producción agrícola* (pp. 143–164). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/183523>

Endrias Gebremedhin, Z., Bedashu Ararso, A., Mideksa Borana, B., Abdisa Kelbesa, K., Desalegn Tadese, N., Megersa Marami, L., & Jorga Sarba, E. (2022). Isolation and Identification of *Staphylococcus aureus* from Milk and Milk Products, Associated Factors for Contamination, and Their Antibigram in Holeta, Central Ethiopia. *Veterinary Medicine International*, 2022.

EPA. (2002). *Estándares del reglamento nacional primario de agua potable (en línea)*. Agencia de Protección Ambiental de Los Estados Unidos.

ESA. (2012). *Milk and milk products - Guidance on sampling* (Vol. 707). LA AGENCIA ETÍOPE DE NORMAS.

- FAO. (2011). *Buenas prácticas de ordeño*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/8294dbcb-ac19-48fb-81f4-ca87e8221b07/content>
- FAO. (2026). *Portal lechero, pequeños rumiantes*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. <https://www.fao.org/dairy-production-products/dairy/small-ruminants/es>
- FDA. (2019). Grade “A” Pasteur ized Milk Ordinance. In 2019 Revision. U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Food and Drug Administration. In *U.S. Department of Health and Human Services*. U.S. Department of Health and Human Services.
- Foschino, R., Invernizzi, A., Barucco, R., & Stradiotto, K. (2002). Microbial composition, including the incidence of pathogens, of goat milk from the Bergamo region of Italy during a lactation year. *Journal of Dairy Research*, 69(2), 213–225. <https://doi.org/10.1017/S0022029902005459>
- Frau, F., Valdez, G. F. De, Paz, R., & Pece, N. (2013). Composición fisicoquímica y calidad microbiológica de leche de cabra producida en la provincia de Santiago del Estero (Argentina). *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 21, 1–13.
- Freitas, R., Nero, L. A., & Carvalho, A. F. (2009). Technical note: Enumeration of mesophilic aerobes in milk: Evaluation of standard official protocols and Petrifilm aerobic count plates. *Journal of Dairy Science*, 92(7), 3069–3073. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1705>
- Galván, M. (2005). Proceso básico de la leche y el queso. *Revista Digital Universitaria*, 6(9), 1067–6079.

- Gioffredo, J. J., & Petryna, A. (2010). Caprinos: generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones. *Universidad Nacional De Río Cuarto*, 1(1), 1–20.
- Gómez-Urviola, N., Gómez-Urviola, J., Celi-Mariátegui, I., Milán-Sendra, M., & Jordana-Vidal, J. (2018). La cabra criolla peruana, situación actual y perspectivas conservacionistas. In *Biodiversidad caprina iberoamericana* (Issue December 2016, p. undefined-undefined).
- Gonzalez Pedraza, J., & Pereira Sanandres, N. (2014). Aislamiento microbiológico de *Salmonella* spp . y herramientas moleculares para su detección Microbiological Isolation of *Salmonella* spp . And Molecular tools for detection. *Salud Uninorte*, 30(1), 73–94.
- Grille, L., Carro, S., Escobar, D., Bentancor, L., Borgues, A., Cruz, D., & González, S. (2013). Evaluación de la calidad higiénico sanitaria y de composición de leche de cabra en un rebaño de la raza Saanen. *INNOTECH*, 8, 52–59. <https://doi.org/10.26461/08.07>
- Guzmán-Hernández, R. L., Contreras-Rodríguez, A., Ávila-Calderón, E., & Morales-García, R. (2016). Brucelosis: zoonosis de importancia en México. *Rev. Chilena Infectol*, 33(6), 656–662.
- INACAL. (2016). Perú:Npt-202001-2016. In *Perú: NORMA TÉCNICA NTP 202.001 PERUANA 2016* (pp. 1–16).
- INACAL. (2024). *Norma Técnica Peruana NTP 105.001 2016 (revisada el 2024)*. Lima 15046.
- ISO. (2012). Aerobios mesofilos ISO 4833. In *Sistemas Avanzados De Analisis S.L.* (p. 47700026). Sistemas avanzados de análisis S.L. https:// analisisavanzados.com/modules/mod_tecdata/Aerobios mesofilos ISO 4833.pdf
- ISO. (2021). *Iso 4832:2006 Recuento de colonias coliformes (revisado y confirmado en 2021)*. https://www.analisisavanzados.com/modules/mod_tecdata/Coliformes-recuento ISO

- Jiménez Castro, J., Chaverri Esquivel, L., Camacho C., M., Alpízar Naranjo, A., Padilla Fallas, J., Garro Quesada, A., & Núñez Arroyo, J. (2018). *Guía visual de buenas prácticas para la producción de keche caprina de calidad*. Guía visual Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.
- Kahsu, D., Woldegebriel, D., Estifanos, A., & Begashaw, T. (2025). Evaluating Abergelle goat milk: effects of season and lactation stage on physico-chemical and microbiological quality. *Discover Agriculture*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00225-4>
- Kondo, N., Foxall, A., Jordan, S., Aoyagi, H., Nakagawa, Y., Mizuochi, S., Shibahara, Y., II, T., & Oku, Y. (2024). Development of the CompactDry™ CFR Ready-to-Use Media System for Rapid Coliform Detection and Assessing System Performance for MicroVal Certification. *Shimadzu Review*, 81(3.4).
- Linnaeus, C. (1735). *Systema naturae per regna tria naturae (reformata)*. NIEUWKOOP 0 B. DE GRAAF. <https://doi.org/https://doi.org/10.5962/bhl.title.545>
- López, A., & Barriga, D. (2016). La leche: Composición y características. In *Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera* (pp. 15–26). <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/registro-servifapa/436502c6-f47c-42ab-a053-f3ab26dee712>
- Margariños, H. (2001). Producción higiénica de la leche cruda. In *Una guía para la pequeña y mediana empresa* (1º edic. P).
- Marín, M. P., Fuenzalida, M. I., Burrows, J., & Gecele, P. (2010). Recuento de células somáticas y composición de leche de cabra, según nivel de producción y etapa de lactancia, en un plantel intensivo de la zona central de Chile TT - Somatic cell count and

- composition of dairy goat milk according to milk yield and lact. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 42(2), 79–85.
- Mellenberger, R., & Kirk, J. (2016). Vacas lecheras infectadas con staphilococcus aureus. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1–7.
- MIDAGRI. (2015). *Situación de las actividades de crianza y producción caprina*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://www.midagri.gob.pe/portal/datero/40-sector-agrario/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/299-caprinos>
- MIDAGRI. (2025). *Producción ganadera y avícola 2024*. <https://siea.midagri.gob.pe/publicaciones/datos-y-estadisticas-agrarias/boletines-anuales/produccion-ganadera-y-avicola>
- MINSA/DIGESA. (2022). *NTS N°192-MINSA/DIGESA-2022. Norma sanitaria de producción - SIP en la elaboración de productos lácteos artesanales*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/3589499-807-2022-minsa>
- MINSA. (2007). *Resolución Ministerial N° 461-2007/MINSA*. El Peruano.
- Molineri, A., Signorini, M. L., Cuatrín, A. L., Canavesio, V. R., Neder, E., Russi, N. B., Bonazza, J. C., & Calvino, L. F. (2012). Association between milking practices and psychrotrophic bacterial counts in bulk tank milk. *Revista Argentina de Microbiología*, 44, 187–194.
- More Montoya, J. (2013). Calidad microbiológica de la leche de cabra del Caseria San José, Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera(2013) [Universidad Nacional de Piura]. In *Integration of Climate Protection and Cultural Heritage: Aspects in Policy and Development Plans. Free and Hanseatic City of Hamburg* (Vol. 26, Issue 4). <https://repositorio.unp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1fc53af6-ba06-4932-9e83->

- Moreno Vásquez, F., Méndez Mancera, V., Rodríguez Martínez, G., Osuna Ávila, L., & Vargas, M. (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). *Resvista de Medicina Veterinaria*, 14, 61–83.
- MPH. (2022). Informe de evaluación del riesgo ante lluvias intensas en el Asentamiento Humano Bajo la denominación “Los Forestales de Ayacucho”, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. In *Informe de Sub Gerencia de Gestión de Riesgos y Defensa Civil*. https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//14683_informe-de-evaluacion-de-riesgo-ante-lluvias-intensas-en-el-asentamiento-humano-bajo-la-denominacion-los-forestales-de-ayacucho-distrito-de-ayacucho-p.pdf
- Mujica, F. (2005). *Razas ovinas y caprinas en el instituto de Investigaciones Agropecuarias* (Nº 127). Ministerio de Agricultura Instituto de Investigaciones Agropecuarias Chile. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR32226.pdf>
- Nguluma, A., Kyallo, M., Tarekegn, G. M., Loina, R., Nziku, Z., Chenyambuga, S., & Pelle, R. (2022). Typology and characteristics of indigenous goats and production systems in different agro-ecological zones of Tanzania. *Tropical Animal Health and Production*, 54(1). <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03074-1>
- OIE. (2018). Escherichia coli verocitotoxigénica. In *Microbiología Alimentaria* (pp. 1–23). https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/3.10.09_VERO_E_COLI.pdf
- Ojeda, C. (2021). *Validación de método NMP modificado a 10% de reactivos para determinación de coliformes fecales y E. coli en aguas de consumo humano marcado en*

la NOM-210-SSA1-2014.

- Ombarak, R. A., & Elbagory, A. M. (2017). Bacteriological quality and occurrence of some microbial pathogens in goat's and ewe's milk in Egypt. *International Food Research Journal*, 24(2), 847–851.
- Palomino, W., Godoy Padilla, D., Huaripaucar Huancahuari, J., Sessarego Dávila, E., Trillo Zárate, F., & Cruz Luis, J. (2024). Characterization and typification of small-scale goat production systems in the highlands of southeast Peru. *Pastoralism*, 14(November), 1–15. <https://doi.org/10.3389/past.2024.13035>
- Parra, M., Durango, J., & Máttar, S. (2002). Microbiología, patogénesis, epimidiología, clínica de las infecciones producidas por Salmonella. *Reevista MVZ Córdoba*, 7(2), 187–200.
- Pedro Cofré, B. (2010). Sistemas de producción caprinos. In *Producción de Cabras Lecheras* (pp. 23–35).
- Pereira, F., & Amorim, A. (2010). Origin and Spread of Goat Pastoralism. *Encyclopedia of Life Sciences*, 1–10. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0022864>
- Prieto, S. (2022). *Gaceta sobre Rumiantes Pequeños - UPRM Razas de Caprinos para Leche Saanen Nubian o Anglo - Nubian LaMancha Alpina*. <https://www.uprm.edu/sea/pr-goshepi/gacetat/>
- Ramos-Pereira, J., Rios, E. A., Rodríguez-Calleja, J. M., Santos, J. A., & López-Díaz, T. M. (2019). Studies of the microbiological and physico-chemical composition of goat's milk from North-Western Spain. *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 72(7), 39–44. <https://doi.org/10.25968/MSI.2019.7>
- Revelli, G. R., Sbodio, O. A., & Tercero, E. J. (2004). Recuento de bacterias totales en leche cruda de tambos que caracterizan la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del

- Estera. *Revista Argentina de Microbiología*, 36(3), 145–149.
- Ricardo González, I. D., Hernández Andrade, L., Rojas Anaya, E., García Espinosa, G., & Mendoza Elvira, S. E. (2025). Characterization of family goat farms and determination of risk factors associated with the sanitary qualities of raw milk and fresh cheese in three production areas in Mexico. *Veterinary World*, 18(4), 927–938.
<https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.927-938>
- Rodríguez-Angeles, G., & C, M. (2002). *Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de Escherichia coli*. 44(5).
- Rodríguez-Carías, A. (2017). Comportamiento de las cabras en pastoreo. In *UPRM* (Vol. 1, Issue 1).
<https://www.uprm.edu/cms/index.php?a=file&fid=16083#:~:text=Comportamiento Ingestivo,-Los cabros se&text=Bajo condiciones naturales no destruyen,poca variedad de fuentes forrajeras.>
- Rúa Bustamante, C. (2018). Manual Técnico de Producción de Leche de Cabra Buenas Prácticas Ganaderas. In *Feagas*.
- Rúa, C. V. (2018). Manual Técnico de Producción de Leche de Cabra Buenas Prácticas Ganaderas. In *Feagas*.
- Sahoo, A., Bhatt, R. S., & Tripathi, M. K. (2015). Stall Feeding in Small Ruminants: Emerging Trends and Future Perspectives. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 32(4), 353.
<https://doi.org/10.5958/2231-6744.2015.00001.8>
- Salgado, J. J., González-Ariza, A., Díaz-Ruíz, E., Peláez-Caro, M. P., Galán-Luque, I., Delgado, J. V., Navas-González, F. J., & Camacho, M. E. (2023). Situación actual y perspectivas del sector caprino mundial y español. *Archivos de Zootecnia*, 72(278), 144–

155. <https://doi.org/10.21071/az.v72i278.5717>

Salvador, A., Martínez, G., Alvarado, C., & Hahn, M. (2006). Composición de leche de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales. *Zootecnia Tropical*, 24(3), 307–320.

SENASA. (2018). *Resumen ejecutivo* (pp. 1–4). SENASA. <https://doi.org/10.1787/kufi5b-es>

Serrano, G. (2004). *Sistema de precios, calidad y funcionamiento de los mercados lácteos en Colombia*. Presentacion_CNLPps.

Shimadzu. (2023). *Placa para recuento Escherichia coli y coliformes*. Compact-dry.com.

Shimadzu. (2024). *CompactDry TC* (Issue July 2023, p. 2024). Shimadzu Diagnostics Corporation.

Tormo, H., Agabriel, C., Lopez, C., Lekhal, D. A. H., & Roques, C. (2010). Relationship between the Production Conditions of Goat's Milk and the Microbial Profiles of Milk. *International Journal of Dairy Science*, 6(1), 13–28. <https://doi.org/10.3923/ijds.2011.13.28>

Tornadijo, M. E., Marra, A. I., Fontán, M. C. G., Prieto, B., & Carballo, J. (1998). La calidad de la leche destinada a la fabricación de queso: Calidad química. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 2(2), 79–91. <https://doi.org/10.1080/11358129809487586>

Valdivia, A., Rubio, Y., & Beruvides, A. (2021). Calidad higiénico-sanitaria de la leche, una prioridad para los productores. *Rev. Prod. Anim.*, 33(2), 351–360.

Vargas, J., Zaragoza, L., Delgado, J., & Rodríguez, G. (2018). *Biodiversidad caprina Iberoamericana. Capítulo: Recursos genéticos caprinos locales en el Ecuador* (Issue December 2016).

Vásquez-Ojeda, E., Pérez-Morales, E., Hurtado-Ayala, L., & Alcántara-Jurado, L. (2014).

Evaluación de la calidad microbiológica de la leche. *Revista Iberoamericana de Ciencias*.

<http://www.reibci.org/publicados/2014/agosto/3300103.pdf>

Vázquez-Ojeda, E., Pérez, E., Hurtado, L., & Alcántara, L. (2014). Evaluación de la calidad microbiológica de la leche Revisión Sistemática de 2003 a 2013. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1(3), 91–99.

Villanueva Valencia, M., Martínez Herrera, D. I., Peniche Cardaña, A., López Merino, A., Rosas Sastré, T. de J., Morales Estrada, A. I., Parissi Crivelli, A., Morales Álvarez, J. F., & Flores Castro, R. (2013). Presencia de *Brucella* ssp. en quesos frescos elaborados con leche sin pasteurizar en Veracruz, Méx. *AMEV*.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico ANOVA tipo III para el recuento de Mesófilas Aerobias de la leche cruda de cabra

Factor	Nivel	LSM±ES (UFC/ml)	IC 95%	P-valor
Sistema de crianza	Extensivo	22,46 x 10 ³ ± 14,3	6,43 x10 ³ -78,41x10 ³	0,001 **
	Semi-intensivo	1,13x 10 ³ ± 0,8	0,29 x 10 ³ -4,41x10 ³	
Época del año	Lluvia	3,15 x 10 ³ ± 2,1	0,84x 10 ³ - 11,76x10 ³	0,247
	Estiaje	8,07 x 10 ³ ± 4,6	2,64x10 ³ -24,69x10 ³	

Nota: LSM (media de mínimos cuadrados); ES (error estándar); IC 95 % (intervalo de confianza al 95 %).

Anexo 2. Análisis estadístico ANOVA tipo III para el recuento de Coliformes Totales de la leche cruda de cabra

Factor	Nivel	LSM ±ES (UFC/ml)	IC 95%	P-valor
Sistema de crianza	Extensivo	2,50x 10 ² ± 1,4	0,84 x10 ² -7,46x10 ²	<0,000 ***
	Semi-intensivo	0,18x 10 ² ± 0,09	0,06 x10 ² -0,59x10 ²	
Época del año	Lluvia	0,77 x 10 ² ± 0,37	0,29 x10 ² - 2,01x10 ²	0,667
	Estiaje	0,58 x 10 ² ± 0,36	0,21 x10 ² -1,63x10 ²	

Nota: LSM (media de mínimos cuadrados); ES (error estándar); IC 95 % (intervalo de confianza al 95 %).

Anexo 3. Ordeño manual, manejo extensivo



Nota: Ordeño manual en la mañana, en el Centro Poblado de Pomacocha.



Nota: Ordeño en el Centro Poblado de Puyachi,

Anexo 4. Toma de muestras de leche de cabra.



Nota: Ordeño manual con equipo de protección. Colecta directo al recipiente estéril para el traslado al laboratorio, en el centro poblado de Puyachi.



Nota: Ordeño manual con equipo de protección. Colecta de leche directo al recipiente estéril, de las cabras de la Estación Agraria de CANAÁN-INIA.

Anexo 5. Traslado de las muestras de leche.



Nota: Muestras de leche mantenidas bajo temperaturas menor a 10°C.

Anexo 6. Procesamiento de las muestras, cámara de flujo laminar.



Nota: La foto muestra el procedimiento de dilución de la muestra de la leche de cabra con agua peptonada al 0.1%.

Anexo 7. Incubación de las placas Compact Dry y medios de cultivo



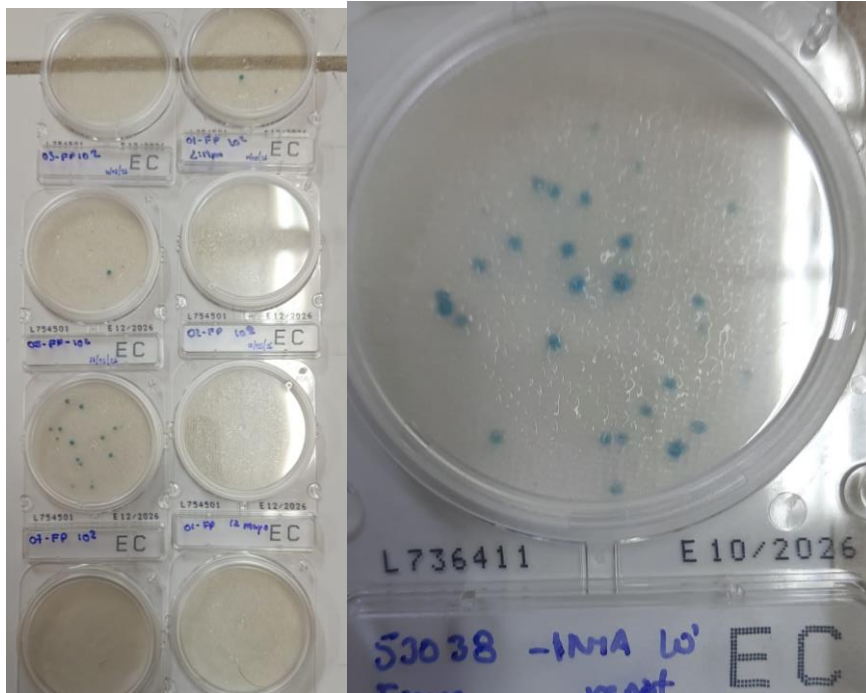
Nota: En la parte superior se observa las placas Compact Dry apiladas y en la parte inferior los diferentes medios de cultivo.

Anexo 8. Observación de las placas Compact Dry para mesófilos aerobios



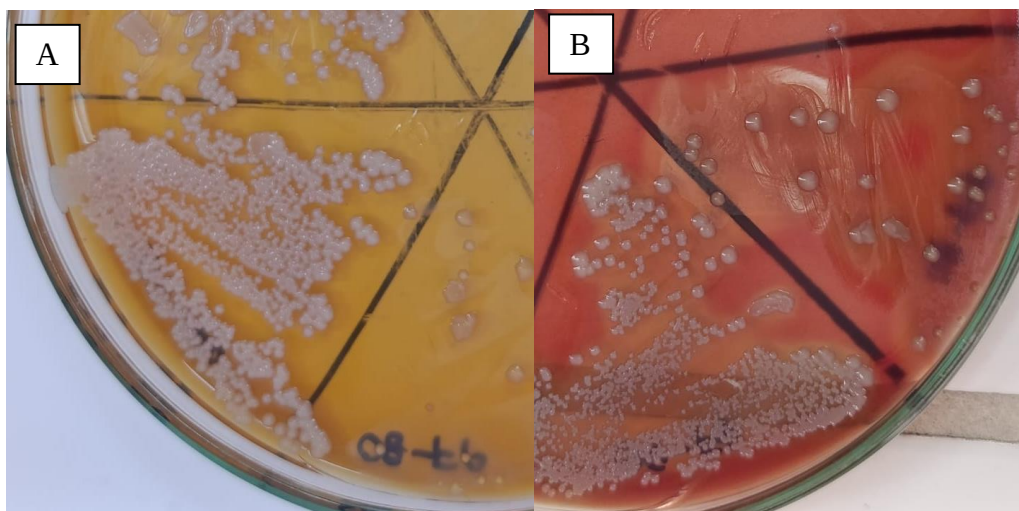
Nota: En las imágenes se observa como se comportan las colonias de bacterias mesófilas, donde se tornan de un color rojizo al crecer.

Anexo 9. Observación de las placas Compact Dry para coliformes totales



Nota: En las imágenes se observa el crecimiento de las colonias de bacterias coliformes en las placas Compact Dry, tornándose de un color azulado a morado.

Anexo 10. Observación del crecimiento de bacterias en los agares, Baird Parker, Sangre y Macconkey

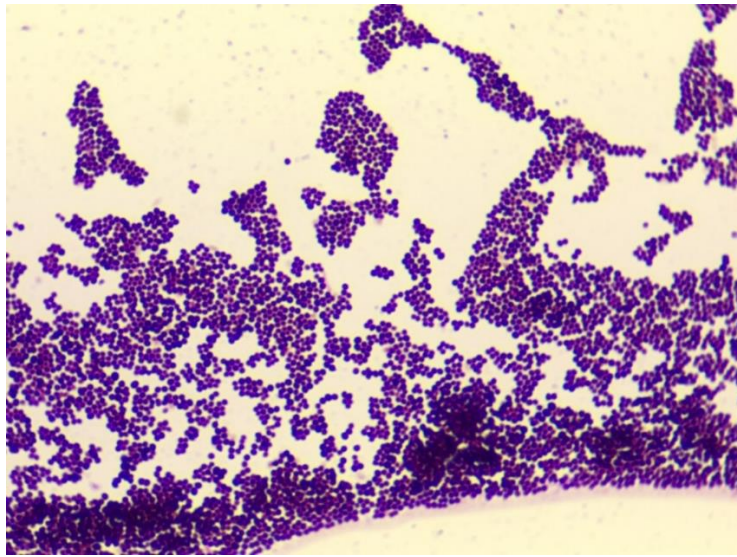


Nota: Imagen A en el agar Baird Parker se observa bastante densidad de colonias circulares, tamaño de pequeñas y medianas, elevación convexa, consistencia cremosa y superficie lisa. En la imagen B, Agar sangre se observa el crecimiento de 2 colonias diferentes, una presenta menos densidad de crecimiento, colonias circulares, elevación convexa, hay alfa-hemolisis, colonias medianas. La otra porción de la placa presenta mayor densidad de colonias circulares, elevación convexa, tamaño de pequeñas a medianas, consistencia viscosa, y una reacción de β -hemolisis.



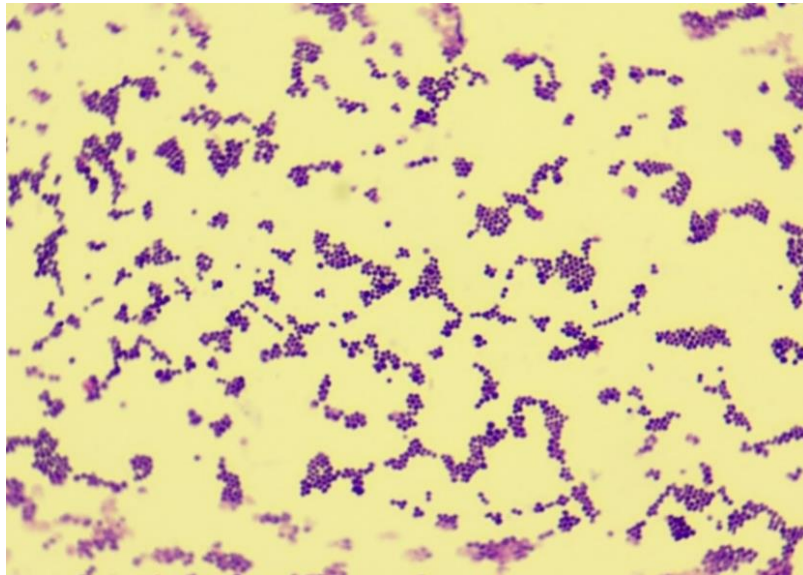
Nota: En la imagen C, se aprecia el crecimiento en el medio de cultivo de Agar Macconkey, las colonias son medianas y pequeñas, circulares, elevación convexa, lisa, brillante, consistencia cremosa, colonias rosadas.

Anexo 11. Observación microscópica de *Staphylococcus spp.* tinción de Gram



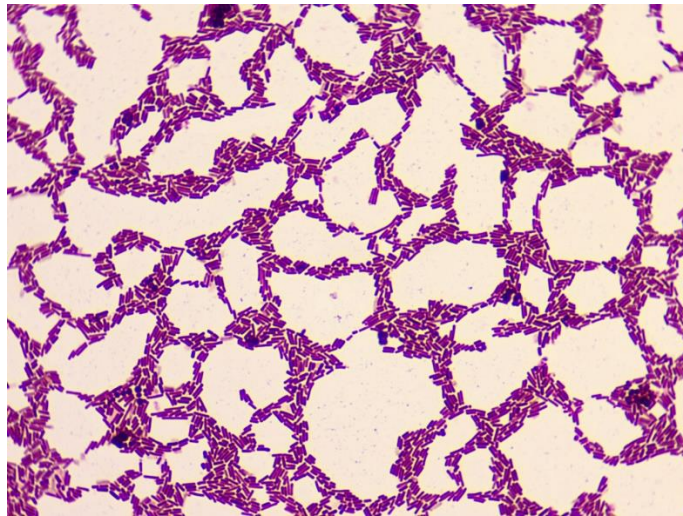
Nota: En la imagen se observa cocos Gram positivos, agrupados como racimo de uva o cadena corta.

Anexo 12. Observación microscópica de *Streptococcus spp.* tinción de Gram



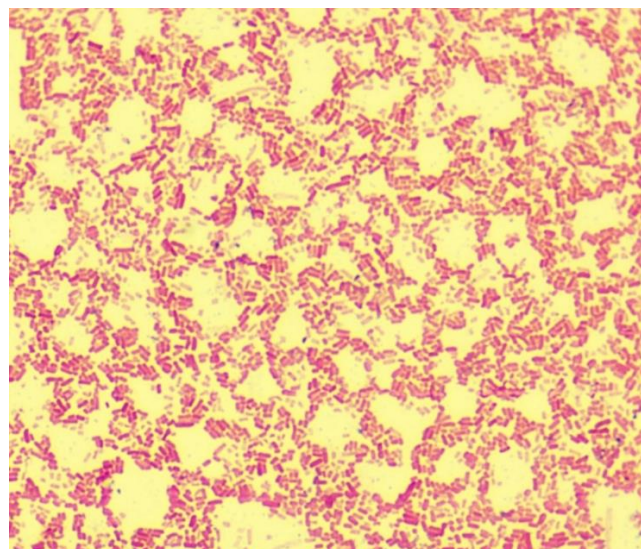
Nota: En la imagen se aprecia cocos Gram positivos formando cadenas largas.

Anexo 13. Observación microscópica de *Bacillus spp.* tinción de Gram.



Nota: En la imagen se observa bastones cortos y rectos Gram positivos, agrupados.

Anexo 14. Observación microscópica de *Escherichia spp.* tinción de Gram



Nota: La imagen muestra bastones rectos teñidos de color rosa propio de las bacterias Gram negativas.

Anexo 15. Registro de los resultados del conteo de Mesófilas aerobias y coliformes del sistema semi-intensivo (CANAÁN-INIA) en la época de estiaje.

ANIMAL	EPOCA	SISTEMA	MUESTREO	Coliformes UFC/ml	Mesofilas UFC/ml
51	Seca	semiintensivo	m1	20	14000
2209	Seca	semiintensivo	m1	0	2000
2211	Seca	semiintensivo	m1	10	1000
2319	Seca	semiintensivo	m1	0	1000
2321	Seca	semiintensivo	m1	20	0
2325	Seca	semiintensivo	m1	0	1,000
2327	Seca	semiintensivo	m1	40	34,000
2331	Seca	semiintensivo	m1	0	6,000
53038	Seca	semiintensivo	m1	10	5,000
53043	Seca	semiintensivo	m1	10	1,000
51	Seca	semiintensivo	m2	10	20000
2201	Seca	semiintensivo	m2	0	2000
2209	Seca	semiintensivo	m2	0	0
2319	Seca	semiintensivo	m2	10	0
2321	Seca	semiintensivo	m2	10	0
2325	Seca	semiintensivo	m2	0	0
2327	Seca	semiintensivo	m2	10	3000
2409	Seca	semiintensivo	m2	0	2000
53038	Seca	semiintensivo	m2	1380	7000
53043	Seca	semiintensivo	m2	0	0
51	Seca	semiintensivo	m3	630	7000
2201	Seca	semiintensivo	m3	10	0
2209	Seca	semiintensivo	m3	0	0
2319	Seca	semiintensivo	m3	0	0
2321	Seca	semiintensivo	m3	200	1000
2325	Seca	semiintensivo	m3	0	0
2327	Seca	semiintensivo	m3	0	0
53038	Seca	semiintensivo	m3	310	1000
53043	Seca	semiintensivo	m3	0	0
2207	Seca	semiintensivo	m3	10	0

Anexo 16. Registro de los resultados del conteo de Mesófilas aerobias y coliformes del sistema extensivo (Productores Puyachi y Pomacocha) en la época de estiaje.

ANIMAL	EPOCA	SISTEMA	MUESTREO	Coliformes U	Mesofilas UFI
1	Seca	extensivo	m1	130	0
2	Seca	extensivo	m1	0	0
3	Seca	extensivo	m1	120	3,000
4	Seca	extensivo	m1	10	4,000
5	Seca	extensivo	m1	0	0
6	Seca	extensivo	m1	20	30,000
7	Seca	extensivo	m1	0	0
10	Seca	extensivo	m1	0	0
11	Seca	extensivo	m1	10	8,000
12	Seca	extensivo	m1	140	1,000
13	Seca	extensivo	m1	500	73,000
1	Seca	extensivo	m2	10	0
2	Seca	extensivo	m2	10	0
3	Seca	extensivo	m2	10	10000
4	Seca	extensivo	m2	0	2000
5	Seca	extensivo	m2	0	0
6	Seca	extensivo	m2	0	1000
7	Seca	extensivo	m2	10	1000
8	Seca	extensivo	m2	0	0
10	Seca	extensivo	m2	100	17000
11	Seca	extensivo	m2	500	8000
1	Seca	extensivo	m3	180	32000
2	Seca	extensivo	m3	1900	5000
3	Seca	extensivo	m3	60	210000
5	Seca	extensivo	m3	10	3000
6	Seca	extensivo	m3	50	462000
7	Seca	extensivo	m3	0	2000
10	Seca	extensivo	m3	0	0
11	Seca	extensivo	m3	20	0
12	Seca	extensivo	m3	10	4000
13	Seca	extensivo	m3	20	0

Anexo 17. Registro de los resultados del conteo de Mesófilas aerobias y coliformes del sistema semi-intensivo en la época de lluvia

ANIMAL	EPOCA	SISTEMA	MUESTREO	Coliformes	Mesofilas UFC
51	Lluvia	semiintensivo	m4	30	11000
2319	Lluvia	semiintensivo	m4	0	0
2415	Lluvia	semiintensivo	m4	0	0
2329	Lluvia	semiintensivo	m4	20	0
2403	Lluvia	semiintensivo	m4	0	0
2303	Lluvia	semiintensivo	m4	10	0
2305	Lluvia	semiintensivo	m4	0	0
2209	Lluvia	semiintensivo	m4	0	0
2325	Lluvia	semiintensivo	m4	10	0
2327	Lluvia	semiintensivo	m4	0	0
2331	Lluvia	semiintensivo	m4	10	0
2319	Lluvia	semiintensivo	m5	20	0
51	Lluvia	semiintensivo	m5	30	7000
2319	Lluvia	semiintensivo	m5	0	0
2329	Lluvia	semiintensivo	m5	10	0
2403	Lluvia	semiintensivo	m5	0	0
2303	Lluvia	semiintensivo	m5	20	0
2305	Lluvia	semiintensivo	m5	10	0
2209	Lluvia	semiintensivo	m5	0	0
2325	Lluvia	semiintensivo	m5	0	0
2327	Lluvia	semiintensivo	m5	10	1000
2331	Lluvia	semiintensivo	m5	10	5000
2319	Lluvia	semiintensivo	m6	0	0
51	Lluvia	semiintensivo	m6	60	12000
2329	Lluvia	semiintensivo	m6	0	0
2407	Lluvia	semiintensivo	m6	50	2000
2403	Lluvia	semiintensivo	m6	0	0
2303	Lluvia	semiintensivo	m6	0	0
2315	Lluvia	semiintensivo	m6	40	0
2209	Lluvia	semiintensivo	m6	0	0
2325	Lluvia	semiintensivo	m6	10	0
2327	Lluvia	semiintensivo	m6	10	1000
2331	Lluvia	semiintensivo	m6	0	1000

Anexo 18. Registro de los resultados del conteo de Mesófilas aerobias y coliformes del sistema extensivo en la época de lluvia

ANIMAL	EPOCA	SISTEMA	MUESTREO	Coliformes	Mesofilas U
1	Lluvia	extensivo	m4	1000	5000
2	Lluvia	extensivo	m4	10	2000
3	Lluvia	extensivo	m4	0	562000
4	Lluvia	extensivo	m4	500	1000
5	Lluvia	extensivo	m4	1000	18000
6	Lluvia	extensivo	m4	0	3000
7	Lluvia	extensivo	m4	2000	0
8	Lluvia	extensivo	m4	10	1000
9	Lluvia	extensivo	m4	10	22000
10	Lluvia	extensivo	m4	0	0
11	Lluvia	extensivo	m4	0	1000
1	Lluvia	extensivo	m5	33000	56000
2	Lluvia	extensivo	m5	10	2000
3	Lluvia	extensivo	m5	0	0
4	Lluvia	extensivo	m5	0	0
5	Lluvia	extensivo	m5	100	3000
6	Lluvia	extensivo	m5	0	0
7	Lluvia	extensivo	m5	10	7000
8	Lluvia	extensivo	m5	0	6000
9	Lluvia	extensivo	m5	10	2000
10	Lluvia	extensivo	m5	0	100
11	Lluvia	extensivo	m5	700	2800
1	Lluvia	extensivo	m6	200	3000
2	Lluvia	extensivo	m6	10	900
3	Lluvia	extensivo	m6	0	0
4	Lluvia	extensivo	m6	0	0
5	Lluvia	extensivo	m6	1000	5000
6	Lluvia	extensivo	m6	0	2000
7	Lluvia	extensivo	m6	1400	11000
8	Lluvia	extensivo	m6	20	2000
9	Lluvia	extensivo	m6	100	402000
10	Lluvia	extensivo	m6	1000	0
11	Lluvia	extensivo	m6	10	0

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRIARIAS**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**
Bach. MARY CARMEN FERNANDEZ MENDOZA**R.D. N° 434-2026-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho, a los dos días del mes de octubre del año dos mil veintiséis, 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 Dr. Luis Arturo Rodríguez Zamora, Mg. Gloria Betti Adrianzen Facundo como asesora, Dr. Fidel Rodolfo Mujica Lengua y el Mg. Jack Edson Hernández Mavila; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Caracterización microbiológica de la leche de cabra criolla en dos sistemas de crianza y estacionalidad, Ayacucho-2025**, para obtener el Título Profesional de Médico Veterinaria, presentado por la Bachiller **MARY CARMEN FERNANDEZ MENDOZA**.

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 invitó 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
Dr. Luis Arturo Rodríguez Zamora	18	16	17	17
Mg. Gloria Betti Adrianzen Facundo	18	18	18	18
Dr. Fidel Rodolfo Mujica Lengua	18	17	18	18
Mg. Jack Edson Hernández Mavila	18	18	18	18
PROMEDIO GENERAL				18

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

Dr. Luis Arturo Rodríguez Zamora
Presidente**Dr. Fidel Rodolfo Mujica Lengua**
Jurado**Mg. Gloria Betti Adrianzen Facundo**
Asesora**Mg. Jack Edson Hernández Mavila**
Jurado**Mtro. Rodolfo Alca Mendoza**
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado mediante RD N° 213-2025-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado;

Caracterización microbiológica de la leche de cabra criolla en dos sistemas de crianza y estacionalidad, Ayacucho-2025

Autor : Mary Carmen FERNANDEZ MENDOZA
Asesor : Gloria Betti ADRIANZEN FACUNDO

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de ocho **(8%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

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

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 3058937126

Ayacucho, 13 de octubre de 2026


Javier C. Pareja Loayza
MÉDICO VETERINARIO
C.M.V.P. N° 6630

Caracterización microbiológica de la leche de cabra criolla en dos sistemas de crianza y estacionalidad, Ayacucho-2025

por Mary Carmen FERNANDEZ MENDOZA

Fecha de entrega: 13-oct-2026 01:43p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 3058937126

Nombre del archivo: MARY_CARMEN-AVANCE Borrador-Corregido.pdf (2.22M)

Total de palabras: 18553

Total de caracteres: 103900

Caracterización microbiológica de la leche de cabra criolla en dos sistemas de crianza y estacionalidad, Ayacucho-2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	8%	4%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.unsch.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unp.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	eprints.ucm.es	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.ucc.edu.ni	1%
	Fuente de Internet	
6	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1%
	Trabajo del estudiante	
7	riunt.face-unt.ar	<1%
	Fuente de Internet	
8	biotecnia.unison.mx	<1%
	Fuente de Internet	
9	dspace.esPOCH.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	
10	saber.ucv.ve	<1%
	Fuente de Internet	
11	www.uprm.edu	<1%
	Fuente de Internet	
12	repositorio.ug.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	
13	repositorio.unf.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
14	cdn.www.gob.pe	<1%
	Fuente de Internet	

15

Fuente de Internet

<1 %

16

repositorio.unal.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

17

www.dspace.uce.edu.ec:8080

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Caracterización microbiológica de la leche de cabra criolla en dos sistemas de crianza y estacionalidad, Ayacucho-2025

Mary Carmen Fernandez Mendoza¹

mary.fernandez.24@unsch.edu.pe

Gloria Betti Adrianzen Facundo²

gloria.adrianzen@unsch.edu.pe

Área de investigación: Ciencias de la salud

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

RESUMEN

La leche de cabra es un alimento nutritivo cuya calidad microbiológica puede estar influenciada por el sistema de crianza y la estacionalidad. El objetivo de esta investigación fue caracterizar la calidad microbiológica de la leche cruda de cabra producida bajo dos sistemas de crianza y durante dos épocas del año en la región Ayacucho, considerando su importancia para la seguridad alimentaria. Se recolectaron 127 muestras de leche cruda en el sistema semi-intensivo de la Estación Experimental Agraria Canaán-INIA y en el sistema extensivo de las localidades de Puyachi y Pomacocha, durante la época seca de 2025 y la época de lluvias de 2026. Se determinó los recuentos de bacterias Mesófilas Aerobias (RMA) y recuento de Coliformes Totales (RCT) mediante placas Compact Dry. Se buscó aislar los géneros de *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Salmonella*, *Listeria*, *Escherichia* y *Brucella* mediante cultivo en medios de cultivo. El análisis estadístico incluyó estadística descriptiva y un modelo lineal generalizado mixto con distribución binomial negativa, complementado con ANOVA tipo III. Los recuentos promedio fueron de 16.88×10^3 UFC/mL para bacterias mesófilas aerobias y 0.38×10^3 UFC/mL para Coliformes Totales. La época no mostró efecto significativo sobre ambos indicadores ($p > 0.05$), mientras que el sistema de crianza influyó significativamente ($p < 0.05$), con mayores recuentos en el sistema extensivo. Se identificaron los géneros de *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Escherichia* y *Bacillus*. En general, la calidad microbiológica fue aceptable, aunque algunas muestras superaron los límites establecidos para Coliformes Totales por la NTP 105.001:2016.

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga – Perú.

Tesista¹ Asesora²

Palabras clave: leche cruda de cabra; calidad microbiológica; bacterias Mesófilas Aerobias; Coliformes Totales; sistemas de crianza; estacionalidad.

ABSTRACT

Goat milk is a nutritious food whose microbiological quality can be influenced by the rearing system and seasonality. The objective of this study was to characterize the microbiological quality of raw goat milk produced under two rearing systems and during two seasons of the year in the Ayacucho region, considering its importance for food safety. A total of 127 raw milk samples were collected from the semi-intensive system at the Canaán-INIA Agricultural Experimental Station and from the extensive system in the towns of Puyachi and Pomacocha during the dry season of 2025 and the rainy season of 2026. The counts of Aerobic Mesophilic Bacteria (AMB) and Total Coliforms (TC) were determined using Compact Dry plates. Attempts were made to isolate the genera *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Salmonella*, *Listeria*, *Escherichia*, and *Brucella* through culture on culture media. Statistical analysis included descriptive statistics and a generalized linear mixed model with a negative binomial distribution, supplemented by Type III ANOVA. The average counts were 16.88×10^3 CFU/mL for mesophilic aerobic bacteria and 0.38×10^3 CFU/mL for total coliforms. The season did not have a significant effect on either indicator ($p > 0.05$), while the farming system had a significant influence ($p < 0.05$), with higher counts in the extensive system. The genera *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Escherichia*, and *Bacillus* were identified. Overall, the microbiological quality was acceptable, although some samples exceeded the limits established for total coliforms by NTP 105.001:2016.

Keywords: raw goat milk; microbiological quality; aerobic mesophilic bacteria; total coliforms; rearing systems; seasonality.

INTRODUCCIÓN

La producción caprina constituye una actividad pecuaria de importancia económica y social para numerosas familias rurales del Perú. En la región Ayacucho, el ganado caprino representa un recurso productivo relevante; según MIDAGRI (2025), el departamento cuenta con aproximadamente 134 961 cabezas de ganado caprino. La crianza se desarrolla principalmente bajo sistemas familiares de tipo extensivo, caracterizados por el pastoreo y el aprovechamiento de rastrojos de cosecha como fuentes de alimentación (Arroyo, 2007; Palomino et al., 2024).

La leche de cabra constituye un alimento de importante valor nutricional y representa, además, una alternativa de generación de ingresos para los pequeños productores rurales. Sin embargo, su aprovechamiento para el consumo humano y la elaboración de productos derivados depende del cumplimiento de condiciones adecuadas de calidad e inocuidad. Una leche con elevada carga microbiana puede sufrir alteraciones en sus características organolépticas y nutricionales, reducir su vida útil y limitar su aptitud para el procesamiento y comercialización (Frau et al., 2013; Revelli et al., 2004; Tornadijo et al., 1998). En consecuencia, una deficiente calidad microbiológica no solo constituye un problema sanitario, sino también económico, particularmente para las familias cuya actividad productiva depende de la comercialización de la leche y sus derivados.

La contaminación microbiológica de la leche puede originarse dependiendo del estado sanitario de la ubre, las prácticas de higiene durante el ordeño, la limpieza de los utensilios y equipos, la manipulación y las condiciones ambientales del sistema de producción (Bendary et al., 2017; Margariños, 2001; Ombarak & Elbagory, 2017). Por ello, el recuento de bacterias mesófilas aerobias y coliformes constituye un indicador importante de las condiciones higiénico-sanitarias bajo las cuales se obtiene y manipula la leche.

La problemática de la calidad microbiológica también posee una importante dimensión de salud pública. Cerca del 90% de los casos de enfermedades transmitidas por lácteos corresponde a causa de bacterias patógenas (Vásquez-Ojeda et al., 2014), lo que evidencia la importancia de garantizar condiciones adecuadas de inocuidad a lo largo de la cadena alimentaria. Es así que la DIGESA ha desarrollado actividades de vigilancia sanitaria en productos lácteos debido a la posible presencia de microorganismos de importancia para la salud pública (MINSA/DIGESA, 2022), entre ellos *Brucella melitensis*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella spp.* (Foschino et al., 2002).

La estacionalidad constituye otro factor que podría influir en la calidad microbiológica de la leche, especialmente en sistemas extensivos. Las épocas de estiaje y lluvias generan variaciones en las condiciones ambientales, disponibilidad de pasturas y manejo de los animales, factores que podrían modificar las condiciones de producción y favorecer o limitar la presencia de ciertos microorganismos (Díaz-Rivera et al., 2022). Sin embargo, en la región Ayacucho existe información limitada sobre la calidad microbiológica de la leche cruda de cabra y sobre la influencia que podrían ejercer el sistema de crianza y la estacionalidad.

Por ello, la presente investigación se desarrolló con leche de cabras criollas procedentes del sistema semi-intensivo de la Estación Experimental Agraria Canaán-INIA y del sistema extensivo de los centros poblados de Puyachi y Pomacocha, durante las épocas de estiaje y lluvias. La generación de información sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias y coliformes, la identificación de los principales géneros bacterianos presentes y la comparación de los resultados con la normativa peruana permitirá ampliar el conocimiento sobre la calidad microbiológica de la leche caprina en Ayacucho y aportar evidencia útil para fortalecer las prácticas de producción y la inocuidad del producto.

Objetivo general

- Caracterizar la calidad microbiológica de la leche de cabra en dos sistemas de crianza y estacionalidad vinculante con la seguridad para el consumo humano.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de los sistemas de crianza semi-intensivo y extensivo sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias y coliformes de la leche cruda de cabra.
- Determinar el efecto de la época del año sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales (UFC/ml) en la leche cruda de cabra.
- Determinar los principales géneros de bacterias patógenas que están presentes en la leche cruda de cabra.
- Comparar los resultados de la calidad microbiológica obtenido con los límites establecidos por la normativa peruana.

METODOLOGÍA

Ubicación

Se realizó en la Estación Experimental Agraria Canaán, INIA-Ayacucho, ubicada en la Av. Abancay en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, a una altitud de 2736 m.s.n.m., cuyas coordenadas UTM son 586052 E, 8544548 N". El segundo lugar estudio fue en la localidad de Puyachi sus coordenadas UTM son 628399.189E, 8486988 N y el Centro poblado Pomacocha sus coordenadas UTM son 0608946 E, 8497864 N, perteneciente a la provincia de Vilcas Huamán, a 3500 m.s.n.m. y 3100 m.s.n.m. Esta zona altoandina está ubicada en una zona accidentada, con temperatura que oscila de los 0° a 19° Celsius.

Por lo general las zonas Altoandinas de la región de Ayacucho presentan temporadas de lluvia y estiaje, dándose así la época con mayor precipitación entre los meses de septiembre

hasta el mes de marzo, donde el mes de febrero presenta más precipitaciones. Por su lado la época de estiaje se presenta entre los meses de abril hasta septiembre (MPH, 2022).

Análisis estadístico

El procesamiento de la base de datos y análisis descriptivo se realizó en Microsoft Office Excel 2019 mientras que el análisis estadístico con el software RStudio. Los recuentos de las Unidades formadoras de colonias (UFC) de Mesófilas aerobias y Coliformes totales, se analizaron por el modelo lineal generalizado mixto (GLMM). Por la naturaleza de la data los modelos se construyeron con distribución binomial negativo. En el modelo se consideró como efectos fijos en el sistema de crianza (dos niveles) y la época del año (dos niveles). No se encontró interacción entre los factores fijos sistema de crianza y época del año. El animal fue incluido como efecto aleatorio, con el fin de controlar la variabilidad de individual y la dependencia de las observaciones repetidas sobre un mismo individuo. El efecto de los factores fijos se analizó por la prueba de ANOVA tipo III, considerando un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

El modelo estadístico utilizado fue:

$$\text{Log}(\mu_{ij}) = \beta + S_i + E_j + I(S_i * E_j) + A_k + E_{ijk}$$

$\text{Log}(\mu_{ij})$: Medias ajustada esperados de UFC de mesófilas y Coliformes

β : Media general o intercepto

S_i : Efecto del tipo de sistema de crianza (1 y 2)

E_j : Efecto de época del año (1 y 2)

$I(S_i * E_j)$: Efecto de la interacción sistema de crianza y época del año

A_k : Efecto aleatorio de K-esimo animal

E_{ijk} : Error residual

RESULTADOS

De los resultados obtenidos mediante el análisis inferencial no hubo interacción entre los factores fijos (época del año y sistema de crianza), debido a ello solo se muestra los resultados obtenidos de los factores individuales de sistema de crianza con dos niveles (semi-intensivo y extensivo) y estación del año con dos niveles (época de lluvia y estiaje).

Tabla 1

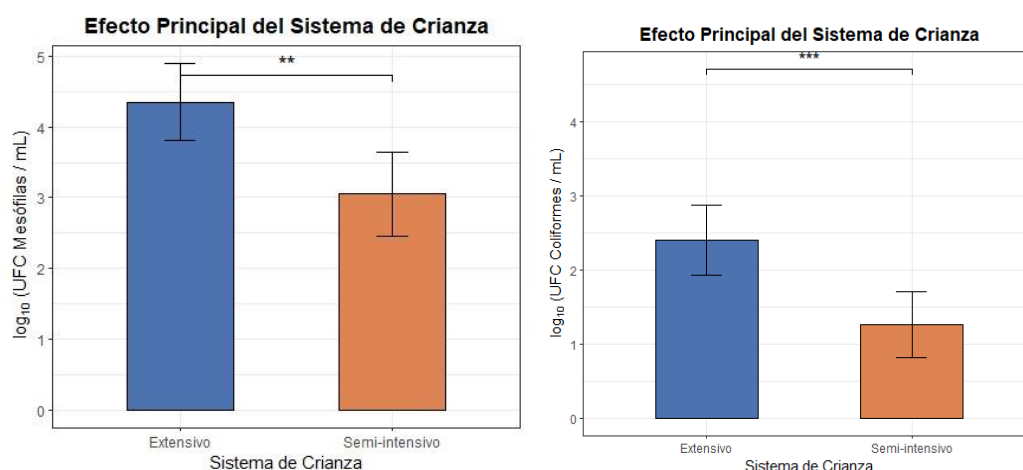
Efecto del sistema de crianza sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales (UFC/ml) en la leche cruda de cabra

Factor	Nivel	Indicador	LSM $\pm$ ES (UFC/ml)	Equivalente ($\log_{10}$ UFC/ml)	P-valor
Sistema de crianza	Extensivo	Mesófilas	$22,46 \times 10^3 \pm 14,3$	4,35	0,001 **
	Semi-intensivo	aerobias	$1,13 \times 10^3 \pm 0,78$	3,05	
	Extensivo	Coliformes	$2,50 \times 10^2 \pm 1,40$	2,40	<0,000 ***
	Semi-intensivo	totales	$0,18 \times 10^2 \pm 0,09$	1,26	

Nota: LSM (Medias de mínimos cuadrados)

Figura 1

Efecto del sistema de crianza y la época del año sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias (UFC/ml) en la leche cruda de cabra



La Tabla 1 y Figura 1 muestra el efecto del sistema de crianza sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales en la leche cruda de cabra. Se puede apreciar la diferencia de media de mínimos cuadrados obtenido tanto para bacterias mesófilas aerobias y para coliformes totales. El análisis de varianza evidenció que el sistema de crianza influyó significativamente en dicho recuento ($p < 0,001$) para el recuento de mesófilas aerobias. La

media de mínimos cuadrados obtenido de los mesófilos aerobios fue mayor para el sistema extensivo ($22,46 \times 10^3$ UFC/ml) que para el sistema semi-intensivo ($1,13 \times 10^3$ UFC/ml). De igual manera el recuento de coliformes en el análisis de varianza evidencio que sistema de crianza tuvo un efecto significativo sobre dicho recuento ($p < 0,000$ ***). Las medias de mínimos cuadrados fueron mayores en el sistema extensivo ($2,50 \times 10^2$ UFC/ml) que en el sistema semi-intensivo ($0,18 \times 10^2$ UFC/ml).

Tabla 2

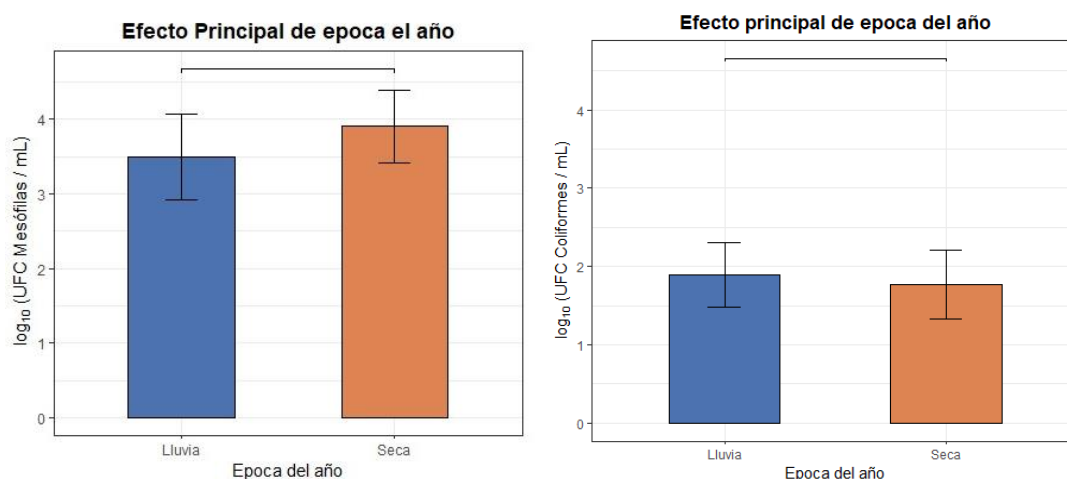
Efecto de la época del año sobre el recuento de bacterias coliformes (UFC/ml) en la leche cruda de cabra

Factor	Nivel	Indicador	LSM $\pm$ ES (UFC/ml)	Equivalente (log ₁₀ UFC/ml)	P-valor
Época del año	Lluvia	Mesófilos aerobios	$3,15 \times 10^3 \pm 2,12$	3,50	0,247
	Estiaje		$8,07 \times 10^3 \pm 4,60$	3,91	
	Lluvia	Coliformes totales	$0,77 \times 10^2 \pm 0,37$	1,89	0,667
	Estiaje		$0,58 \times 10^2 \pm 0,30$	1,77	

Nota: LSM (Medias de mínimos cuadrados)

Figura 2

Efecto de la época del año sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias y coliformes (UFC/ml) en la leche cruda de cabra



La Tabla 2 y Figura 2 se puede observar de los valores obtenidos por la estadística inferencial que la época del año no mostro ningún efecto significativo sobre el recuento de las bacterias mesófilas aerobias ($p = 0,247$) y coliformes totales ($p = 0,667$). Aunque la época de estiaje presentó una media marginal estimada de $8,07 \times 10^3$ UFC/ml para el recuento de bacterias mesófilas mayor que la época de lluvia $3,15 \times 10^3$ UFC/ml. Así mismo, la media de mínimos cuadrados del recuento de coliformes totales se puede ver que la época de lluvia ($0,77 \times 10^2$ UFC/ml) registro una media de mínimos cuadrados superior respecto a la época seca ($0,58 \times 10^2$ UFC/ml), esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

Por otro lado, de las muestras de leche cruda de cabra evaluadas de ambas estaciones como de ambos sistemas de crianza sembradas en los diferentes medios de cultivo, Según la evaluación de las características macroscópicas y microscópicas de las colonias que llegaron a crecer, se identificaron bacterias pertenecientes a los géneros *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Escherichia spp.* y *Bacillus spp.*.

Tabla 3

Estadística descriptiva de los Mesófilos Aerobios (UFC/ml) en la leche cruda de cabra colectada en la época de lluvia y seca de los dos sistemas de crianza semi-intensivo y extensivo comparada con la NTP

Sistema de crianza	Época	Muestreo	N	Media (UFC/ml)	Desv. estándar	Máximo (UFC/ml)	Límite máximo (UFC/ml)
Semi-intensivo	Seca	M1	10	6 500	10533	34 000	1000 000
	Seca	M2	10	3 400	6239	20 000	1000 000
	Seca	M3	10	1 000	2183	7 000	1000 000
Extensivo	Seca	M1	11	10 818	22431	73 000	1000 000
	Seca	M2	10	3 900	5839	17 000	1000 000
	Seca	M3	10	7 1800	151683	462 000	1000 000
Semi-intensivo	Lluvia	M1	11	1 000	3316	11 000	1000 000
	Lluvia	M2	11	1 182	2442	7 000	1000 000
	Lluvia	M3	11	1 455	3559	12 000	1000 000
Extensivo	Lluvia	M1	11	55 909	168020	562 000	1000 000
	Lluvia	M2	11	7 173	16370	56 000	1000 000
	Lluvia	M3	11	38 718	120531	402 000	1000 000
TOTAL			127	16 880	75235,2	138 583	1 000 000

En la Tabla 3 se puede apreciar la estadística descriptiva del recuento de las bacterias mesófilas aerobias presentes en la leche cruda de cabra según el sistema de crianza, la época del año y la media de cada muestreo realizado (3 en cada temporada por cada sistema de crianza). Se puede observar que en el sistema semi-intensivo en la época seca las media oscilan de 1000 a 6500 UFC/ml, a la cual, el primer muestreo (6500 UFC/ml) señala un valor mayor entre las otras dos, de igual forma en cuanto el valor máximo obtenido 34000 en el primer muestreo. Si se hace un contraste con el sistema extensivo, se puede ver como dos de sus medias resultan superiores, 10818 UFC/ml durante el primer muestreo e igual durante el tercero 71800 UFC/ml. Asimismo, en la época de lluvia del recuento de mesófilos aerobios de la Tabla 3 en el sistema extensivo se evidencia valores superiores entre sus medias, donde en el muestro

1 llega a alcanzar 55 909 UFC/ml, y 38 718 UFC/ml en el tercer muestreo, por el contrario, el sistema semi-intensivo presentó valores de 1000 UFC/ml en el primer muestreo y 1455 UFC/ml en el tercer muestreo. Cabe indicar que, si realizamos una comparación general de las medias de todos los muestreos presentes en la Tabla 3, se puede ver el sistema extensivo presenta valores superiores y más aún en la época de lluvia. A pesar de resultar valores altos entre las medias, todas las medias se mantuvieron por debajo del límite máximo establecido por la Norma Técnica Peruana 105.001 2016.

Tabla 4

Estadística descriptiva de los Coliformes Totales (UFC/ml) en la leche cruda de cabra colectada en la época de lluvia y seca de los dos sistemas de crianza semi-intensivo y extensivo comparada con la NTP

Sistema de crianza	Época	Muestreo	N	Media (UFC/ml)	Desv. estándar	Máximo (UFC/ml)	Límite Mínimo (UFC/ml)	Límite máximo (UFC/ml)
Semi-intensivo	Seca	M1	10	11	12,9	40	100	1000
	Seca	M2	10	142	435	1 380	100	1000
	Seca	M3	10	116	210	630	100	1000
Extensivo	Seca	M1	11	84,5	149	500	100	1000
	Seca	M2	10	64	156	500	100	1000
	Seca	M3	10	225	590	1 900	100	1000
Semi-intensivo	Lluvia	M1	11	7	10	30	100	1000
	Lluvia	M2	11	10	10	30	100	1000
	Lluvia	M3	11	15	22,9	60	100	1000
Extensivo	Lluvia	M1	11	411,81	662	2 000	100	1000
	Lluvia	M2	11	3 075,5	9927	33 000	100	1000
	Lluvia	M3	11	340	523	1 400	100	1000
TOTAL			127	385,59	293,9	3 456	100	1 000

Del análisis descriptivo de la Tabla 4, se aprecia la media del recuento de las Coliformes Totales (UFC/ml) de la leche cruda de cabra. Para los límites mínimos de la Norma Técnica

Peruana casi todas medias de muestreo no cumplen con este criterio, ya que la mayoría sobrepasa los 100 UFC/ml, solo el sistema semi-intensivo en la época de lluvia tiene promedios menores, dando valores que va de 7 a 15 UFC/ml.

Por otro lado, en la época de estiaje entre los sistemas de crianza se puede ver como los valores cursan desde 11 UFC/ml hasta 225UFC/ml, estos valores indican que están por debajo del valor máximo permitido por la NTP(ISO-4831), pero si observamos el valor máximo obtenido en los muestreos, el sistema semi-intensivo en su muestreo dos (1380 UFC/ML) y el sistema extensivo en su muestreo 3 (1900 UFC/ml), exceden el valor límite de 1000 UFC/ml establecidas por la norma. Así mismo, en la época de lluvia solo el sistema extensivo presenta una media superior de 3075,5 UFC/ml (Muestreo 2), siendo no solo el valor mayor de la época de lluvia, sino también entre todas las medias evaluadas del recuento total de coliformes. Igualmente, los valores máximos obtenidos, en la época de lluvia y el sistema de crianza extensivo, presenta valores que no solo es que sean mayores al resto, sino que también exceden el límite máximo recomendado por la NTP, indicando que no cumplen con la calidad de la leche.

DISCUSIÓN

La presente investigación evidenció que el sistema de crianza tuvo una influencia significativa en el recuento de bacterias mesófilas aerobias presentes en la leche cruda de cabra ($p = 0,001$) y coliformes totales ($p < 0,000$). Las muestras de leche obtenida bajo el sistema extensivo de los centros de crianza familiar de las zonas rurales de Pomacocha y Puyachi resultaron con un recuento mayor microbiológico tanto de bacterias mesófilas aerobias como de coliformes totales frente al sistema semi-intensivo (CANAÁN-INIA), lo cual indica que las condiciones de manejo asociadas al sistema de producción constituyen un factor importante en la calidad microbiológica de la leche.

El sistema extensivo presentó un recuento promedio de $4,35 \log_{10}$ UFC/ml y mientras que el sistema semi-intensivo $3,05 \log_{10}$ UFC/ml de mesófilas aerobias. Los valores obtenidos en el sistema semi-intensivo se aproximan a los resultados reportados por Grille *et al.* (2013) quien registro $3,85 \log_{10}$ UFC/ml en una explotación similar (Uruguay). Aunque este valor informado por dicho autor fue ligeramente superior al mencionado en este estudio, ambos muestran una tendencia casi semejante. En contraste, Ricardo *et al.* (2025) reportaron $6,38 \log_{10}$ UFC/ml, $6,32 \log_{10}$ UFC/ml, $5,44 \log_{10}$ UFC/ml, $6,29 \log_{10}$ UFC/ml, $6,30 \log_{10}$ UFC/ml y $6,49 \log_{10}$ UFC/ml en seis explotaciones de tipo extensivas (México), datos que denotan una diferencia con valores superiores notables a los obtenidos en la presente investigación.

Respecto al recuento de coliformes totales los valores hallados fueron de $2,40 \log_{10}$ UFC/ml en el sistema extensivo y $1,26 \log_{10}$ UFC/ml del sistema semi-intensivo. Estos resultados muestran cierta aproximación a lo reportado por Grille *et al.* (2013), quién señala $2,47 \log_{10}$ UFC/ml en un sistema semi-intensivo. Si bien este valor fue superior al registrado en el sistema de crianza semi-intensivo de este estudio, resulto ser cercano al obtenido en el sistema extensivo. En cuanto la explotación de tipo extensivo Ricardo *et al.* (2025) obtuvieron recuentos de coliformes totales de $5,17 \log_{10}$ UFC/ml, $5,74 \log_{10}$ UFC/ml, $3,09 \log_{10}$ UFC/ml, $4,87 \log_{10}$ UFC/ml, $5,32 \log_{10}$ UFC/ml y $5,39 \log_{10}$ UFC/ml en 6 centros extensivos, valores que son notablemente mayores a lo registrado en esta investigación. Si bien la presencia de las bacterias coliformes constituye un indicador seguro de las condiciones higiénico sanitarias deficientes durante el manejo de la leche desde ordeño y manipulación.

Con lo mencionado, los resultados de recuento mayores observados en cuanto los valores de Ricardo *et al.* (2025) tanto de mesófilas y coliformes podría estar asociada a la técnica de muestreo usada, ya que en la investigación presente la muestra de leche fue directo del pezón al frasco de muestreo y además de cada cabra, donde no tuvo que tener que entrar en contacto con otros factores como baldes o tanques, que por el contrario Ricardo *et al.* (2025) y

Grille *et al.* (2013) analizaron las muestras de los tanques y de producto de un grupo de cabras lo que incrementa las oportunidades de contaminación de la leche.

De los resultados obtenidos de la influencia de la época no se encontraron diferencias significativas entre la época de lluvia y seca para el recuento de bacterias mesófilas aerobias ($p = 0,247$) ni en el recuento de coliformes ($p = 0,667$). Sin embargo, la LSM del recuento de bacterias mesófilas fue menor durante la época de lluvia de valor $3,50 \log_{10}$ UFC/ml frente a la estación seca $3,91 \log_{10}$ UFC/ml (Tabla 1), esta diferencia no alcanzó la significancia estadística. Ramos-Pereira *et al.* (2019) en su análisis de leche de cabra cruda (España) no encontró diferencias frente las estaciones para el recuento de mesófilas al igual que esta investigación pero si registro mayores valores de mesófilas en la temporada de invierno ($6,43 \log_{10}$ UFC/ml) frente a primavera ($5,69 \log_{10}$ UFC/ml) y verano ($4,85 \log_{10}$ UFC/ml). Por el contrario, con lo reportado por Tormo *et al.* (2010) quien si encontró un efecto de la estación en el recuento de mesófilas de la leche cruda de cabra (Francia) ya que en la época de primavera ($3,79 \log_{10}$ UFC/ml) reporto mayor recuento frente a la época de invierno ($3,41 \log_{10}$ UFC/ml) siendo esta diferencia significativa al igual que Días-Rivera *et al.* (2022) quienes obtuvieron $2,81 \log_{10}$ UFC/ml en la época de lluvia y $3,22 \log_{10}$ UFC/ml para la época seca e indicando que la estación tiene un efecto significativo sobre el recuento de bacterias mesófilas aerobias en el centro de Veracruz (México).

En cuanto el recuento de bacterias coliformes totales, se encontró una interacción diferente, ya que en la época seca ($1,77 \log_{10}$ UFC/ml) obtuvo un menor recuento frente a la temporada de lluvia ($1,89 \log_{10}$ UFC/ml), esta diferencia no fue significativa según el análisis realizado. En contraste, Tormo *et al.* (2010) en el estudio realizado en Francia encontraron un efecto significativo, reportando $2,27 \log_{10}$ UFC/ml en la época de primavera y mientras que en la temporada de invierno se detectó $0,23 \log_{10}$ UFC/ml. Por su parte, Días-Rivera *et al.* (2022) en México también mencionaron que si hay un efecto de la estación ya que obtuvo $1,17 \log_{10}$

UFC/ml en la época de lluvia y $1,96 \log_{10}$ UFC/ml en la época seca. Las diferencias entre los resultados obtenidos de la presente investigación tanto de recuento de bacterias mesófilas aerobias como de recuento de coliformes totales y los reportados en la literatura se puede asociar a las variaciones de las condiciones de producción, las prácticas de manejo empleadas y desde luego las características climáticas propias de cada zona de estudio. En este sentido, como menciona Días-Rivera *et al.* (2022) que los factores como la temperatura ambiental y la condición de producción pueden influir en la carga microbiana de la leche.

Por otro lado, en las muestras de leche cruda de cabra analizadas se aislaron, bacterias de los géneros *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Escherichia* y *Bacillus*. Estos resultados difieren con lo reportado por Días-Rivera *et al.* (2022), quienes no evidenciaron la presencia de *Staphylococcus* ni *Escherichia* en las muestras analizadas. En contraste Kahsu *et al.* (2025), en un estudio realizado en Etiopía llegó a aislar *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* en la leche de cabra, resultados que coinciden parcialmente con los obtenidos en la presente investigación. Asimismo, al igual que lo informado por Días-Rivera *et al.* (2022), no se encontraron bacterias de género *Salmonella* o *Brucella*. Las diferencias observadas, pueden estar ligado a las variaciones en las prácticas de higiene realizadas durante el ordeño y las metodologías aplicadas durante la toma de muestra empleadas.

Los hallazgos del presente estudio muestran que el recuento de mesófilas aerobias en todas las muestras analizadas de la leche cruda de cabra criolla (Tabla 3), fueron inferiores al límite máximo permisible de 1000 000 UFC/ml establecido en la Norma Técnica Peruana ISO 4833. La media obtenida fue de 16 880 UFC/ml lo que indica que la leche evaluada cumple con el criterio establecido por la Norma para el recuento de bacterias Mesófilas Aerobias. Los resultados obtenidos son menores a lo reportado por More (2013), quien reportó un promedio de 49 000 UFC/ml en predios caprinos de Piura. Así mismo, Argucia (2025) reportó recuentos promedios de 6 027 UFC/ml y 6 475 UFC/ml en la finca El Cardón (Nicaragua) valores dentro

de lo permitido por la Norma. Aunque se observa diferencia entre ambos estudios, todos los recuentos permaneces por debajo del límite máximo establecido, lo que refleja condiciones microbiológicas aceptables para la leche cruda de cabra.

En el recuento de coliformes totales (Tabla 3.4), no todas las muestras cumplieron el límite máximo. En la época de lluvia y del sistema extensivo se presentó una media de 3 075,5 UFC/ml y un valor máximo de 33 000 UFC/ml valor que supera a las 1 000 UFC/ml permitidas en la Norma Técnica Peruana ISO 4831. A pesar de ello el valor promedio obtenido del recuento coliformes totales hallado de 386 UFC/ml, está por debajo del límite máximo permitido según la Norma Técnica. Estos resultados señalan que, aunque la calidad microbiológica general es aceptable, existieron muestras que evidenciaron diferentes condiciones algunas cuestionables para la calidad microbiológica. Estos resultados coinciden parcialmente a lo reportado por Argucia (2025), quien encontró 822,5 UFC/ml y 1150 UFC/ml, mientras que el primer valor se mantuvo dentro del rango el segundo sobrepasó el límite establecido por 150 UFC/ml. Por su parte, More (2013) señala haber encontrado 126 NMP/ml la cual está dentro del límite aceptable para este indicador según Norma Técnica Sanitaria N°071- MINSA/DIGESA-2008.

En este sentido, los mayores recuentos observados principalmente en el sistema extensivo podrían estar asociado a un menor control de las prácticas de higiene durante el ordeño, tales como la limpieza insuficiente del pezón, el lavado inadecuado de las manos del ordeñador, la ausencia de un área exclusiva para el ordeño y el contacto de la leche con fuentes ambientales de contaminación. De manera similar Ricardo et al. (2025), indica que el sistema extensivo contiene niveles altos debido al escaso uso de tecnología, mala alimentación de las cabras y el poco o no uso de la medicina preventiva, y resalta que los factores ambientales podrían tener una gran influencia en el incremento del recuento de mesófilas en la leche. De igual manera, el recuento de coliformes totales no siempre está relacionado con contaminación

fecal, sino también constituye un indicador de las deficiencias en las prácticas de higiene durante el ordeño y su almacenamiento en las explotaciones caprinas. Si bien muchas de las muestras analizadas estuvieron dentro del límite máximo establecido, no es un indicativo de que la leche sea segura, ya que se aislaron bacterias de los géneros bacterianos como *Staphylococcus*, *Streptococcus* y *Escherichia*, cuyos miembros incluyen especies potencialmente patógenas para la salud del ser humano.

En este contexto, a partir de los hallazgos realizados resaltan la importancia de tener que fortalecer las buenas prácticas de ordeño y las medidas de higiene en todas las unidades de producción dando un mayor enfoque en las explotaciones familiares que generalmente tiene una crianza extensiva, con ello buscando reducir el riesgo de la contaminación microbiológica y garantizar una leche de mejor calidad.

CONCLUSIONES

Se determinó que el sistema de crianza tiene un efecto significativo sobre el recuento de las bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales de la leche cruda de cabra ($p < 0,05$). El sistema de crianza extensivo de los productores (Puyachi y Pomacocha) presentó los mayores recuentos en ambos indicadores microbiológicos frente al sistema semi-intensivo de la CANAÁN-INIA.

La época del año no ejerció un efecto significativo sobre el recuento de las bacterias mesófilas aerobias ni de las coliformes totales ($p > 0,05$). Aunque se observaron variaciones entre los valores obtenidos entre la época de estiaje y lluvia, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

En las muestras de leche cruda de cabra evaluadas se identificaron bacterias de los géneros *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Escherichia* y *Bacillus*. Por lo contrario, no se evidenció las bacterias de los géneros *Salmonella*, *Listeria* ni *Brucella*.

La calidad microbiológica de la leche de cabra evaluada fue en términos generales satisfactoria. Los recuentos de las bacterias mesófilas aerobias se mantuvieron por debajo del límite establecido por la NTP 105.001 2016 (ISO 4833). En caso de las bacterias coliformes totales, el promedio obtenido cumplió con la normativa, pero algunas muestras superaron el límite máximo permitido. Con ello evidencia la necesidad de fortalecer las prácticas de higiénico-sanitarias durante el ordeño y manipulación de la leche.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Agurcia Schiffman, S. C. (2025). *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 (novie* [UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES]. [https://repositorio.ucc.edu.ni/1523/1/El cardon.pdf](https://repositorio.ucc.edu.ni/1523/1/El%20cardon.pdf)
- Arroyo, Ó. (2007). Situación actual y proyecciones de la crianza de caprinos en el Perú. *XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú, 15(1), 290–293.* <http://www.bioline.org.br/pdf?la07066>
- Bendary, E., A.A, A., & El-makarem, A. (2017). Assessment of chemical and bacteriological quality of goat ' s milk. *Assessment of Chemical and Bacteriological Quality of Goat's Milk*, 279–287.
- Díaz-Rivera, P., Cuervo-Osorio, V. D., Hernández-Salinas, G., Cabal-Prieto, A., Herrera-Corredor, J. A., Juárez-Barrientos, J. M., & Ramírez-Rivera, E. de J. (2022). Efecto de la estacionalidad en la calidad microbiológica y fisicoquímica de leche de cabra producida en el centro de Veracruz, México. *Biotechnia*, 25(1), 100–108. <https://doi.org/10.18633/biotechnia.v25i1.1651>
- Foschino, R., Invernizzi, A., Barucco, R., & Stradiotto, K. (2002). Microbial composition,

- including the incidence of pathogens, of goat milk from the Bergamo region of Italy during a lactation year. *Journal of Dairy Research*, 69(2), 213–225. <https://doi.org/10.1017/S0022029902005459>
- Frau, F., Valdez, G. F. De, Paz, R., & Pece, N. (2013). Composición fisicoquímica y calidad microbiológica de leche de cabra producida en la provincia de Santiago del Estero (Argentina). *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 21, 1–13.
- Grille, L., Carro, S., Escobar, D., Bentancor, L., Borgues, A., Cruz, D., & González, S. (2013). Evaluación de la calidad higiénico sanitaria y de composición de leche de cabra en un rebaño de la raza Saanen. *INNOTECH*, 8, 52–59. <https://doi.org/10.26461/08.07>
- Kahsu, D., Woldegebriel, D., Estifanos, A., & Begashaw, T. (2025). Evaluating Abergelle goat milk: effects of season and lactation stage on physico-chemical and microbiological quality. *Discover Agriculture*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00225-4>
- Margariños, H. (2001). Producción higiénica de la leche cruda. In *Una guía para la pequeña y mediana empresa* (1º edic. P).
- MIDAGRI. (2025). *Producción ganadera y avícola 2024*. <https://siea.midagri.gob.pe/publicaciones/datos-y-estadisticas-agrarias/boletines-anuales/produccion-ganadera-y-avicola>
- MINSA/DIGESA. (2022). *NTS N°192-MINSA/DIGESA-2022. Norma sanitaria de producción - SIP en la elaboración de productos lácteos artesanales*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/3589499-807-2022-minsa>
- More Montoya, J. (2013). Calidad microbiológica de la leche de cabra del Caseria San José, Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera(2013) [Universidad Nacional de Piura]. In *Integration of Climate Protection and Cultural Heritage: Aspects in Policy and*

Development Plans. Free and Hanseatic City of Hamburg (Vol. 26, Issue 4).

<https://repositorio.unp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1fc53af6-ba06-4932-9e83-c934455887f9/content>

MPH. (2022). Informe de evaluación del riesgo ante lluvias intensas en el Asentamiento Humano Bajo la denominación “Los Forestales de Ayacucho”, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. In *Informe de Sub Gerencia de Gestión de Riesgos y Defensa Civil*.
https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//14683_informe-de-evaluacion-de-riesgo-ante-lluvias-intensas-en-el-asentamiento-humano-bajo-la-denominacion-los-forestales-de-ayacucho-distrito-de-ayacucho-p.pdf

Ombarak, R. A., & Elbagory, A. M. (2017). Bacteriological quality and occurrence of some microbial pathogens in goat's and ewe's milk in Egypt. *International Food Research Journal*, 24(2), 847–851.

Palomino, W., Godoy Padilla, D., Huaripaucar Huancahuari, J., Sessarego Dávila, E., Trillo Zárate, F., & Cruz Luis, J. (2024). Characterization and typification of small-scale goat production systems in the highlands of southeast Peru. *Pastoralism*, 14(November), 1–15.
<https://doi.org/10.3389/past.2024.13035>

Ramos-Pereira, J., Rios, E. A., Rodríguez-Calleja, J. M., Santos, J. A., & López-Díaz, T. M. (2019). Studies of the microbiological and physico-chemical composition of goat's milk from North-Western Spain. *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 72(7), 39–44.
<https://doi.org/10.25968/MSI.2019.7>

Revelli, G. R., Sbodio, O. A., & Tercero, E. J. (2004). Recuento de bacterias totales en leche cruda de tambos que caracterizan la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estera. *Revista Argentina de Microbiología*, 36(3), 145–149.

- Ricardo González, I. D., Hernández Andrade, L., Rojas Anaya, E., García Espinosa, G., & Mendoza Elvira, S. E. (2025). Characterization of family goat farms and determination of risk factors associated with the sanitary qualities of raw milk and fresh cheese in three production areas in Mexico. *Veterinary World*, 18(4), 927–938. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.927-938>
- Tormo, H., Agabriel, C., Lopez, C., Lekhal, D. A. H., & Roques, C. (2010). Relationship between the Production Conditions of Goat's Milk and the Microbial Profiles of Milk. *International Journal of Dairy Science*, 6(1), 13–28. <https://doi.org/10.3923/ijds.2011.13.28>
- Tornadijo, M. E., Marra, A. I., Fontán, M. C. G., Prieto, B., & Carballo, J. (1998). La calidad de la leche destinada a la fabricación de queso: Calidad química. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 2(2), 79–91. <https://doi.org/10.1080/11358129809487586>
- Vásquez-Ojeda, E., Pérez-Morales, E., Hurtado-Ayala, L., & Alcántara-Jurado, L. (2014). Evaluación de la calidad microbiológica de la leche. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. <http://www.reibci.org/publicados/2014/agosto/3300103.pdf>