



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRIA EN CIENCIA ANIMAL



TESIS

ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LECHE DE VACA PRODUCIDA EN LAS PROVINCIAS DE AZÁNGARO, MELGAR, HUANCANÉ, PUNO, LAMPA Y SAN ROMÁN DE LA REGIÓN DE PUNO

PRESENTADA POR:

LUIS ROQUE ALMANZA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIA ANIMAL

CON MENCIÓN EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PUNO, PERÚ

2024

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LECHE DE
VACA PRODUCIDA EN LAS PROVINCIAS
DE AZÁNGARO, MELGAR, HUANCANÉ, P
U

AUTOR

LUIS ROQUE ALMANZA

RECuento DE PALABRAS

30933 Words

RECuento DE CARACTERES

157623 Characters

RECuento DE PÁGINAS

117 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.0MB

FECHA DE ENTREGA

Mar 26, 2024 4:19 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Mar 26, 2024 4:21 PM GMT-5

● 13% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Prof. Dr. Marcelino J. Aranibar
FACULTAD DE VETERINARIA
Universidad Nacional del Altiplano

Arlen Jared Luque Coyá
ING. ESTADÍSTICO E INFORMATICO
CIP. 115625

Resumen

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL

TESIS

**ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LA LECHE DE VACA PRODUCIDA
EN LAS PROVINCIAS DE AZÁNGARO, MELGAR, HUANCANE, PUNO,
LAMPA Y SAN ROMÁN DE LA REGIÓN DE PUNO.**



PRESENTADA POR:

LUIS ROQUE ALMANZA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIA ANIMAL

CON MENCIÓN EN PRODUCCIÓN ANIMAL

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE


.....
Dr. CIRO MARINO TRAVERSO ARGUEDAS

PRIMER MIEMBRO


.....
Dr. ALBERTO CCAMA SULLCA

SEGUNDO MIEMBRO


.....
Dr. NATALIO LUQUE MAMANI

ASESOR DE TESIS


.....
Dr. MARCELINO JORGE ARANIBAR ARANIBAR

Puno, 19 de enero del 2024

ÁREA: Producción animal

TEMA: Calidad de leche de vaca

LÍNEA: Producción de bovinos de leche



DEDICATORIA

- A la memoria de mis entrañables padres Rafaela y Francisco; a mis hermanos; Marcelina, Andrés, Luciano, José y Lizardo, los tengo presentes eternamente.
- A mis queridos hermanos presentes Rosario, Matilde, Clemencia y Miguel; sus consejos y apoyo moral, me motivaron para seguir adelante.
- En especial dedico este trabajo de investigación a mi querido hermano Luciano, quien con su profesionalismo y humildad fue un ejemplo de vida para alcanzar mis logros como profesional.
- A mis hijos Rafaela y Luis Jair, siempre son la energía que motiva mi superación en la vida; no lo hubiera logrado sin ustedes.
- Le agradezco a la vida por ver crecer a mi hermosa nieta Alba Valentina, quien alimenta mi espíritu para seguir superándome más.



AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, alma mater desde el pre grado hasta la culminación de mis estudios en el pos grado.
- Con el afecto de siempre a mi amigo Marcelino Jorge Aranibar, siempre recibo sus consejos y su aporte profesional.
- A la Escuela de Pos Grado, Director y los docentes quienes supieron inculcarme conocimientos y actitudes en mi formación profesional.
- A los miembros del Jurado Drs. Ciro Traverso Arguedas, Alberto Ccama Sullca, Natalio Luque Mamani, sus valiosos aportes y sugerencias hicieron posible la ejecución del presente estudio de investigación.
- Mi amigo Ing. Elky Pari también fue participe de este trabajo para quien va mis agradecimientos.
- A los directivos del Programa de Apoyo al Desarrollo Rural Andino – PRADERA de la Región de Puno, Directivos del Proyecto TECNO LECHE, profesionales del laboratorio del proyecto en referencia; por su apoyo para la realización del presente estudio de investigación.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
ACRÓNIMOS	x
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I	
REVISIÓN DE LITERATURA	
1.1 Marco teórico	5
1.1.1 Leche	5
1.1.2 Composición	5
1.1.3 Importancia de la leche	7
1.1.4 Contaminación de la leche	8
1.1.5 Características físicas	9
1.1.6 Características químicas	11
1.1.7 Características microbiológicas e higiénicas	16
1.1.8 Recuento de células somáticas	20
1.2 Antecedentes	22
CAPÍTULO II	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
2.1 Identificación del problema	26
2.2 Enunciados del problema	27
2.2.1 Problema general	27
2.2.2 Problemas específicos	27
2.3 Justificación	28
2.4 Objetivos	29
2.4.1 Objetivo general	29
	iii



2.4.2	Objetivos específicos	29
2.5	Hipótesis	29
2.5.1	Hipótesis general	29
2.5.2	Hipótesis específicas	29

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Lugar de estudio	30
3.1.1	Ámbito de ejecución del estudio.	30
3.1.2	Recolección y procesamiento de muestras de leche.	30
3.1.3	Análisis de datos proporcionados por el Proyecto Tecno Leche – PRADERA Puno	31
3.2	Población	31
3.3	Muestra	31
3.4	Método de investigación	32
3.5	Descripción detallada de métodos por objetivos específicos.	32
3.5.1	Descripción de variables analizadas en los objetivos específicos.	32
3.5.2	Descripción detallada del uso de materiales, instrumentos e insumos.	34

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Características físico químicas de la leche cruda en seis provincias de la región de Puno.	38
4.1.1	Densidad	38
4.1.2	Punto crioscópico	40
4.1.3	Estadísticos descriptivos para Densidad y Punto crioscópico.	42
4.1.4	Proteína	43
4.1.5	Lactosa	44
4.1.6	Grasa	46
4.1.7	Sólidos totales	47
4.1.8	Estadísticos descriptivos para proteína, lactosa, grasa y sólidos totales.	50
4.1.9	Urea	51
4.1.10	Antibióticos	52
4.2	Cuantificación de bacterias aerobias mesófilas y coliformes totales de leche cruda en vacas de seis provincias de la región de Puno.	54
4.2.1	Bacterias aerobias mesófilas.	54



4.2.2	Bacterias coliformes totales	56
4.2.3	Estadísticos descriptivos para bacterias aerobias mesófilas y coliformes totales	59
4.3	Conteo de células somáticas (SCC) en leche cruda de vacas en seis provincias de la región de puno	61
	CONCLUSIONES	65
	RECOMENDACIONES	66
	BIBLIOGRAFÍA	67
	ANEXOS	84



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Comparativo promedio de composición química de leche en varios mamíferos (%)	6
2. Composición química de la leche en diferentes razas bovinas (%)	6
3. Valores promedio de la composición de la leche	7
4. Composición química media representativa de leche cruda por razas (%)	15
5. Requisitos físicos y químicos de la leche cruda de vaca NTP 202.001. 2003	15
6. Requisitos microbiológicos de leche cruda de vaca NTP 202.001.2003	18
7. Tipos de células en leche normal	20
8. Estándares de calidad higiénica y sanitaria de leche cruda en diferentes partes del mundo	22
9. Población de vacunos y producción de leche en seis provincias de la región de Puno, consideradas en el estudio.	30
10. Número de muestras analizadas y procesadas por provincias de la región de Puno	31
11. Requisitos máximos y mínimos de variables estudiadas según normatividad peruana	33
12. Interpretación de la prueba Prueba rápida 3IN1 BST	36
13. Densidad de leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo: noviembre 2021 – junio 2022	39
14. Punto crioscópico de leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022	40
15. Densidad y punto crioscópico de la leche cruda de seis provincias en la región de Puno	42
16. Proteína en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo: noviembre 2021 – junio 2022	43
17. Lactosa en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo: noviembre 2021 – junio 2022	45
18. Materia grasa en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo: noviembre 2021 – junio 2022	46
19. Sólidos totales en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo: noviembre 2021 – junio 2022	48
	vi



20.	Contenido de proteína, lactosa, grasa y sólidos totales de la leche cruda de seis provincias en la región de Puno	50
21.	Contenido de Urea en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022	52
22.	Contenido de antibióticos en leche cruda de vacas en seis provincias de la región de Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022	53
23.	Bacterias aerobias mesófilas viables en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022.	55
24.	Bacterias coliformes totales en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022	57
25.	Presencia de bacterias aerobias mesófilas y coliformes totales de leche cruda en seis provincias de la región de Puno	59
26.	Células Somáticas en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022	61
27.	Estadísticos descriptivos de las variables cuantificadas en el estudio de leche cruda en vacas de seis provincias de la región Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022.	63



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Equipo LACTOMAC, CDR Food Lab para determinación de urea en leche	103
2. Kit para la detección de antibióticos betalactámicos tetraciclinas, Incubadora marca BIOEASY	
3. Kit de placas 3M™ Petrifilm™, materiales y reactivos para conteo de bacterias aerobias mesofilas y coliformes totales	
4. Inoculación de placas placas 3M™ Petrifilm™ con las muestras de leche . Incubadora Dual – USE OVER	104
5. Contador semiautomático de colonias con lápiz de conteo automático	105



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Datos originales de las características físico químicas y microbiológicas, de leche cruda de vacunos en seis provincias de la región de Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022.	85
2. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variabilidad, con conteo de bacterias aerobias mesófilas y coliformes totales transformados a valores logarítmicos en 510 muestras de leche en 06 provincias de la región de Puno	87
3. Evidencias fotograficas	103

ACRÓNIMOS

BPH	Buenas prácticas de higiene
BPM	Buenas prácticas de manejo
CODEX STAN	Codex para aditivos alimentarios
Cs/mL	Células somáticas por mililitro
EO	Estudio observacional
FDA	Administración de Alimentos y Medicamentos
GB	Grasa butírica
GS- MS	Cromatografía de gases
ICP-MS	Espectrometría de masas de plasma acoplado
INDECOPI	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual
LC-MS	Cromatografía líquida espectrometría de masas
LCMS/MS	Cromatografía líquida espectrometría de masas en tándem
MIDAGRI	Ministerio de agricultura y riego
mL	Mililitros
MPN	Número más probable
NOM	Norma
NTE	Norma técnica ecuatoriana
NTP	Norma técnica peruana
PCA	Agar de recuento en placa
PRADERA	Programa de apoyo al desarrollo rural andino
RMN	Resonancia magnética nuclear
SCC	Contador de células somáticas
SPC	Recuento estándar en placa
STEC	Shiga productora de toxinas de Escherichia coli
TBC	Recuento bacteriano total
TM	Toneladas métricas
UFC	Unidades formadoras de colonias
UFC	Unidades formadoras de colonias

RESUMEN

La calidad de leche de vaca producida en la región de Puno no es controlada adecuadamente mediante normas técnicas y codex alimentarios. El objetivo del estudio fue determinar los parámetros de calidad en 510 muestras de leche en las provincias de Melgar, Azángaro, Huancané, Lampa, Puno y San Román en los años 2021 y 2022; siendo analizados en el laboratorio del Proyecto Tecno leche – PRADERA del gobierno regional de Puno. La metodología corresponde al enfoque cuantitativo, diseño no experimental, descriptivo, observacional y retrospectivo. Los resultados de acuerdo con la Norma Técnica Peruana 202.001-2003, demostraron que hubo diferencias significativas al realizar el análisis de varianza ($p < 0.001$); obteniéndose los siguientes valores: densidad, 1.029 g/mL; punto crioscópico, $- 0.5513$ °C; proteína, 3.17 %; lactosa, 4.69 %; grasa, 3.91 % y sólidos totales, 11.77 %. El conteo de bacterias aerobias mesófilas ninguna de las muestras supera el rango mínimo de $5 \cdot 10^5$ UFC/mL, sin embargo, las bacterias coliformes fueron superiores al límite máximo permisible de 1000 UFC/mL en el 77.8% de muestras considerándose como leche de calidad insatisfactoria, el 7.5 % de muestras superaron el conteo de 500,000 células somáticas/mL. En conclusión, el total de leche analizada cumple con la normatividad peruana en sus características fisicoquímicas y de células somáticas; con elevados niveles en el conteo de coliformes totales, afectando su calidad en la región de Puno.

Palabras clave: Bacterias coliformes, densidad, grasa, lactosa, proteína, sólidos totales.



ABSTRACT

The quality of cow's milk produced in the Puno region is not adequately controlled by technical standards and food codex. The objective of the study was to determine the quality parameters in 510 milk samples in the provinces of Melgar, Azángaro, Huancané, Lampa, Puno and San Román in the years 2021 and 2022; being analyzed in the laboratory of the Tecno leche Project – PRADERA of the regional government of Puno. The methodology corresponds to the quantitative approach, non-experimental, descriptive, observational and retrospective design. The results according to the Peruvian Technical Standard 202.001-2003, showed that there were significant differences when performing the analysis of variance ($p < 0.001$); obtaining the following values: density, 1.029 g/mL; cryoscopic point, - 0.5513 °C; protein, 3.17%; lactose, 4.69%; fat, 3.91% and total solids, 11.77%. The count of mesophilic aerobic bacteria, none of the samples exceeds the minimum range of 5×10^5 CFU/mL, however, coliform bacteria were higher than the maximum permissible limit of 1000 CFU/mL in 77.8% of samples, considered milk of unsatisfactory quality., 7.5% of samples exceeded the count of 500,000 somatic cells/mL. In conclusion, the total milk analyzed complies with Peruvian regulations in its physicochemical and somatic cell characteristics; with high levels in the total coliform count, affecting its quality in the Puno region.

Keywords: Coliform bacterium, density, fat, lactose, protein, total solids

INTRODUCCIÓN

La leche como alimento nutritivo de mayor importancia, cuando no es manejado adecuadamente, se convierte en un excelente vehículo para la transmisión de enfermedades zoonóticas al hombre ocasionadas por microorganismos que afectan su calidad, y de sus productos transformados (Reyes y Soltero, 2007). La leche suele contener pocas bacterias al extraerla de la ubre de una vaca sana, sin embargo, durante el ordeño, se puede contaminar a partir del animal, especialmente de las zonas externas de la ubre y áreas próximas, del medio ambiente, desde el estiércol y el suelo, sus dormitorios, a través del polvo, aire, agua e insectos (particularmente moscas), estimándose que las Notas de contaminación más importantes sean los equipos y utensilios, utilizados para su obtención y recolección, así como las superficies que entran en contacto con la leche, incluidas las manos de los ordeñadores y personal que labora en las plantas lecheras (Mossel et al., 2003). La presencia de microorganismos en la leche cruda son indicadores útiles para juzgar la salubridad de los establos y salas de ordeño, ya que permiten determinar la existencia de gérmenes patógenos durante la manipulación, el incumplimiento de las normas de higiene, la vida útil y la inocuidad de la leche (Signorini et al., 2008).

La región de Puno en especial las provincias de Melgar, Azángaro, Puno, San Román, Lampa y Huancané, consideradas como las de mayor población en ganado bovino, además de ser zonas que registran la más alta producción de leche y haber mejorado la tecnología y sanitización en los procesos de productos como queso y yogur, no disponen de un sistema de control adecuado en parámetros de calidad físico químico y sanitario de la leche, su comercialización, en muchos de los casos se realiza sin ningún tratamiento previo, lo mismo ocurre en las plantas transformadoras de lácteos, cuyos procedimientos de control de calidad y aplicación de normas técnicas, como buenas prácticas de higiene (BPH), buenas prácticas de manufactura (BPM) por citar de las más básicas son insuficientes para diagnosticar la calidad de la leche; los parámetros de control de calidad de la leche en el ordeño y en plantas transformadoras deben ser permanentes de no hacerlo representan factores de riesgo en la salud pública de productores y consumidores de la región de Puno. El estudio realizado corresponde a la maestría de Ciencia Animal, mención Producción animal y la línea de investigación en producción. El problema planteado ha generado la necesidad de formular un estudio observacional, en donde las mediciones se realizaron en un análisis longitudinal y



descriptivo, a fin de determinar una realidad diagnóstica con diferentes niveles de evidencia y grados de recomendación; formulándose los siguientes objetivos y variables de estudio, objetivo 1: Características físicas (densidad y punto crioscópico), químicos (proteína, lactosa, grasa, sólidos totales, urea y antibióticos), objetivo 2: Evaluación microbiológica (bacterias aerobias mesófilas y bacterias coliformes totales), objetivo 3: Determinación del conteo de células somáticas presentes en leche cruda de seis provincias de la región de Puno y disponer de información actualizada para evaluar su calidad, haciendo uso de métodos no convencionales como el Analizador ultrasónico de leche para laboratorio LACTOMAT RAPID Milkotester; Equipo CDR FoodLab para determinación de presencia de urea; Prueba rápida 3IN1 BST (Beta lactmans + sulfonamides + tetracyclines) para determinar la presencia de antibióticos, selladores de placas Petrifilm 3M para lectura y recuento de bacterias bacterias mesófilas y coliformes, y el Lactoscan SCC (Contador de células somáticas en leche); para caracterizar y valorar los resultados de las variables de estudio se consideró referencialmente la Norma Técnica Peruana 202.001-2003, y el Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, que aprueban el reglamento de la leche y productos lácteos.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

1.1.1 Leche

Es la secreción mamaria normal de animales lecheros, obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior (CODEX STAN, 1999), siendo de composición compleja, color blanquecino y opaco, con un pH casi neutral y de sabor dulce, además de ser utilizada por las crías en su alimentación durante los primeros meses de vida. Otra definición corresponde al producto fresco del ordeño completo de una o varias vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro cumpliendo con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas. (CARITAS, 2015).

1.1.2 Composición

La composición de la leche depende de aspectos inherentes a su variabilidad, alterabilidad y complejidad; es así como la variabilidad, corresponde a varios tipos de leche por sus diferencias composicionales de nutrientes entre especies o para una misma especie según la región o lugar, como se observa en la tabla 1.

Tabla 1

Comparativo promedio de composición química de leche en varios mamíferos (%)

	Grasa	Proteína	Lactosa	Cenizas	Sólidos no grasos	Sólidos totales
Humana	3.75	1.63	6.98	0.21	8.82	12.57
Vaca	3.70	3.50	4.90	0.70	9.10	12.80
Cabra	4.25	3.52	4.27	0.86	8.75	13.00
Oveja	7.90	5.23	4.81	0.90	11.39	19.29
Búfalo	7.38	3.60	5.48	0.78	9.86	17.26
Yegua	1.59	2.69	6.14	0.51	9.37	10.96
Burra	2.53	2.01	6.07	0.41	8.44	10.97
Reno	2.46	10.30	2.50	1.44	14.24	36.70

Nota. Magariños (2000).

Además que la variabilidad tiene influencia de factores ambientales como la alimentación, época del año y temperatura del medio; en lo fisiológico el ciclo de lactancia, enfermedades como la mastitis y los hábitos de ordeño ; y como factores genéticos se tiene a la raza, las características individuales dentro de una misma raza y la selección genética (Tabla 2).

Tabla 2

Composición química de la leche en diferentes razas bovinas (%)

Raza	Grasa	Proteína	Lactosa	Ceniza	Sólidos no grasos	Sólidos totales
Ayrshire	4.00	3.53	4.67	0.68	8.90	12.90
Brown swiss	4.01	3.61	5.04	0.73	9.40	12.41
Guernsey	4.95	3.91	4.93	0.74	9.66	14.61
Holstein F.	3.40	3.32	4.87	0.68	8.86	12.26
Jersey	5.37	3.92	4.93	0.71	9.54	14.91

Nota. Magariños (2000)

La alterabilidad es un excelente medio para el desarrollo de microorganismos, que provocarán cambios en su composición química. En cuanto a la complejidad la leche está determinado por la variedad de moléculas complejas

que se encuentran en equilibrio químico, como el fosfocaseinato de calcio o el sistema del glóbulo graso que influyen en la composición de sus nutrientes. El agua es el medio más abundante donde el cloro, sodio y potasio están en dispersión iónica; la lactosa y parte de la albúmina en dispersión molecular, la caseína y fosfatos en dispersión coloidal y la materia grasa en emulsión; las proteínas están conformadas por: caseína 3.0 %, lactoalbúmina 0,5 % y lactoglobulina en un 0,05 %, conteniendo más de 20 aminoácidos esenciales, y la caseína a su vez está compuesta por la δ - β -y α -caseína respectivamente (Magariños, 2000). Además de ser una mezcla composicional de grasa dado por triglicéridos que contienen más de diez ácidos grasos, más las vitaminas A, D, E y K, y fosfolípidos como la cefalina y lecitina. La lactosa es un abundante disacárido compuesto de glucosa y galactosa que constituyen los sólidos de la leche. Los minerales más importantes de la leche son el calcio, fósforo, sodio, potasio y cloro, en menores cantidades el hierro, yodo, cobre, manganeso y zinc, otras vitaminas además de las liposolubles, son las del complejo B y la vitamina C; es destacable la presencia de enzimas como la fosfatasa, lipasa, catalasa, galactasa y reductasa; así como de CO₂, el oxígeno y nitrógeno (tabla 3).

Tabla 3

Valores promedio de la composición de la leche

Componente	Valor medio (%)
Agua	86.9
Proteína	3.5
Grasa	4.0
Lactosa	4.9
Cenizas	0.7

Nota. Magariños (2000)

1.1.3 Importancia de la leche

La leche se constituye como una Nota nutritiva de aceptación universal no superada por ningún otro alimento conocido por el ser humano, por el uso extensivo que tiene la leche y sus derivados como parte de la dieta diaria en poblaciones de países altamente desarrollados, confiriéndoles a estas sociedades

prevenir de enfermedades nutricionales en bebés, niños y adultos jóvenes (Mossel et al., 2003).

A pesar de las incuestionables cualidades nutritivas de la leche y sus productos, este recurso alimenticio, desde su síntesis en la glándula mamaria hasta su llegada al consumidor, está expuesto a un gran número de riesgos que hacen peligrar su calidad, como la contaminación y multiplicación con microorganismos y gérmenes patógenos, alteración físico-química de sus componentes, absorción de olores extraños, generación de malos sabores y contaminación con sustancias químicas tales como pesticidas, antibióticos, metales, detergentes, desinfectantes, partículas de suciedad, otras que tienen que ver con deficientes hábitos de ordeño, manejo de la leche, en el transporte etc.; estos factores sea en forma aislada o en conjunto, conspiran en forma negativa sobre la calidad higiénica y nutricional del producto, consecuentemente se convierten en problemas muy serios que atentan a la salud pública y economía de cualquier país (Aranceta Batrina y Serra Majem, 2005).

1.1.4 Contaminación de la leche

Evitar la contaminación y posterior proliferación de los microorganismos es un constante problema para los productores y transformadores, sin embargo se han implementado métodos para lograr minimizar los niveles de contaminación, mediante un manejo más higiénico, a pesar de ello las probabilidades de contaminación siguen existiendo, teniendo en cuenta que la leche es un producto biológico obtenido de animales que desde la salida de la glándula mamaria trae presentes microorganismos que condicionan su posterior manejo, sumándose la contaminación durante el manejo en el ordeño, transporte, equipos, utensilios, en el aire, polvo, heno, etc. (Muñiz et al., 2019). Aún en el caso de que la glándula mamaria se encuentre sana, las primeras porciones de leche ordeñada contienen microorganismos, incrementando su número a medida que el ordeño avanza, desde 709 gérmenes/mL hasta 6500 gérmenes/mL (Murinda et al., 2018), explicándose este hecho porque el canal del pezón se encuentra colonizado por bacterias como *Staphylococcus*, *Corinebacterium*, *coliformes*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, etc., contaminación que se incrementa por el reflujo producido por la ordeñadora de tipo convencional, arrastrando microorganismos que colonizan

la punta del pezón, hacia el interior de la ubre. Entre los microorganismos que pueden llegar a la leche por la vía externa, son importantes aquellos que son patógenos para el hombre, como el *Bacillus cereus* que tiene la capacidad de generar esporas con cierta termorresistencia produciendo cuadros tóxicos en el hombre, debido a la producción de enterotoxinas; el *Clostridium perfringens*, formador de esporas, anaerobio y termorresistente, provoca problemas a nivel de la industria quesera y en la salud pública, ocasionando problemas de diarrea y fiebre; otras como la *Salmonella typhi*, *Shigella*, *Streptococcus* Grupo A y *Corynebacterium diphtheriae*, pueden llegar a la leche a través del hombre, así como otros microorganismos que tienen el carácter de ser zoonóticos como *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Coliformes*, *Pseudomonas*, *Proteus* y *Corynebacterium* (Aranceta Batrina y Serra Majem, 2005) dichas bacterias pueden multiplicarse en forma apreciable, salvo que el producto se refrigere a 4.4 °C e incluso a temperaturas más bajas su crecimiento continúa, aunque en forma más lenta.

1.1.5 Características físicas

A. Densidad

Es un parámetro que determina la calidad de la leche para consumo, y está relacionado con el contenido de sólidos totales y para lograr la validez de su medición debe ser medida a una temperatura estándar o referencial (15 o 20 °C), reportándose como densidad relativa con todas sus cifras con un valor de 1.030, equivalente a 30°Q, se mide con el lactodensímetro de Quevenne; la adición de agua a la leche disminuye su densidad, el descremado y la adición de sólidos adulterantes (féculas o almidones, sacarosa y cloruros) lo incrementan (Villegas de Gante, 2012). La densidad de la leche con valores menores a 1.0296 y mayores a 1.0340 representan la degradación de su calidad y composición nutricional (Calderón et al., 2013). La valoración de la densidad permite una medida de control de calidad de la leche, ya que es un indicador de una posible adulteración por el agregado de agua o por la remoción del contenido graso, parámetro que es afectado por la temperatura, de allí que la lectura de densidad se refiere siempre a una temperatura fija,

normalmente 15°C y en algunos casos 20°C (Lora, 2003). Otro rango de valores que se considera para medir la densidad de la leche fluctúa entre 1.028 a 1.034 g/cm³ a una temperatura de 15°C; su variación con la temperatura es 0,0002 g/cm³ por cada grado de temperatura, pudiendo variar dependiendo de la combinación de densidades de sus componentes, que son los siguientes: agua: 1.000 g/cm³, grasa: 0.931 g/cm³, proteínas: 1.346 g/cm³, lactosa: 1.666 g/cm³, minerales: 5.500 g/cm³ (UNAD, 2016). En la variación de la densidad por la temperatura, los medios físicos son un elemento importante a considerar, cuando la temperatura varía en las proximidades del punto de fusión de la materia grasa, la densidad varía y no se consolida hasta algunas horas después del cambio de temperatura, esto debido a la tardía modificación del estado físico de la materia grasa (Lacasa, 2003).

B. Acidez

Se relaciona con la riqueza en sólidos totales no grasos y con la acidificación de la misma por la actividad de la microflora que contiene normalmente; se determina por titulación con hidróxido de sodio decimo normal (Na OH 0.1N) y se valora en grados Dornic (°D), su valor normal oscila entre 14 y 18 D., siendo un valor muy común 15 a 16°D (Perez, 1984); reportada como ácido láctico su valor es de 1.3 a 1.7 g/l, determinado por su contenido de caseína (0.05 - 0.08%), fosfatos, acidez del dióxido de carbono (0.01 - 0.02%), citratos (0.01%) y albúmina (menos de 0.001%) (Aranceta Batrina y Serra Majem, 2005).

C. Punto crioscópico

El control del punto crioscópico o de congelación es la forma más rápida de evaluar la adición de agua a la leche y para calcular su precio; los datos sobre el valor medio del punto de congelación en la leche de búfala son limitados y variados en Italia, Pesce et al. (2016) reportó rangos que oscilaban entre -0.532 °C a -0.584 °C con un valor medio de -0.558 °C. El punto de congelación es la temperatura en la cual la parte líquida y los solutos se encuentran en equilibrio, los valores normales de este indicador fluctúan entre -0.510 y -0.530°H, debido a que se encuentran en

equilibrio con la presión osmótica de la sangre (Juárez-Barrientos et al., 2015), pudiendo variar estos valores de acuerdo a la unidad de medida de temperatura utilizada sea en °C, °H, °K, que se aplican en diferentes países, concluyéndose que el punto crioscópico de la leche que esté por encima o que sea menor al rango aceptable para esta prueba (- 0.545) será motivo de rechazo en su recepción en razón a que el punto de congelación de la leche es medido para detección de agua agregada (Senevirathne, et al., 2016). Esta característica física de la leche es afectada por otros factores como alimentación, composición química, tratamiento térmico, tiempo de ordeño, etapa de lactancia, raza, inadecuado secado de las máquinas de ordeño y depósitos de almacenamiento después de la limpieza (Slaghuis, 2001; Potena et al., 2001).

1.1.6 Características químicas

La leche cruda de bovino según la Norma Técnica Peruana (Leche y Productos Lácteos. Leche Cruda. Ensayo de Determinación de La Densidad Relativa. Método Usual, 2010), es el producto íntegro no alterado ni adulterado del ordeño higiénico, regular y completo de vacas sanas y bien alimentadas. Falder (2003) considera a la leche en relación con sus características químicas como la mezcla de agua, grasas, proteínas, azúcares y sales inorgánicas en proporciones que varían según la especie, raza, tipo de alimentación, etapa de la lactancia, edad, intervalo de los ordeños y salud del animal.

Se consideran como macronutrientes típicos de leche bovina al agua (85-87 %), grasas (3.8-5.5 %), proteínas (2.9-3.5 %) y carbohidratos (5 %), a nivel de micronutrientes aquellos compuestos bioactivos que incluyen vitaminas, minerales, aminos biogénicos, ácidos orgánicos, nucleótidos, oligosacáridos e inmunoglobulinas (Zorro et al., 2015). La naturaleza y abundancia relativa de estos nutrientes depende de muchos factores, como la actividad metabólica dentro de los tejidos mamarios, las condiciones generales de salud de la ubre, el tipo de alimento, la actividad y abundancia de ciertos microbios en el fluido ruminal de la vaca, así como la actividad microbiana y las reacciones enzimáticas que ocurren dentro la leche cruda (Graulet y Girard, 2017). La composición química de la leche varía con la raza de ganado, la etapa de lactancia, el nivel de parto, el número

de embarazos viables, el control de calidad de la leche y los procedimientos de procesamiento después de la recolección de la leche (O'Callaghan et al., 2018; Yang et al., 2016)).

A. Proteína

La importancia de la proteína en leche de vaca se traduce en la función de suministrar aminoácidos esenciales que se requieren para el desarrollo muscular y de otros tejidos (Gastelum, (Home)2020). Existen proteínas solubles en el suero como la lactoalbúmina, la lactoglobulina y otras sustancias nitrogenadas no proteicas como la urea que representan el 20% y el 70 a 80 % representadas por proteínas insoluble como la caseína que forman un sistema coloidal estable con el calcio, fósforo y magnesio favoreciendo la digestibilidad y el transporte de estos minerales y otros nutrientes (Contero et al., 2021).

Este nutriente varía con la raza, etapa de lactancia, nivel de parto, número de embarazos viables, el control de calidad de la leche y los procedimientos en el manejo de la recolección de la leche (O'Callaghan et al., 2018); los resultados en el análisis de proteína suelen tener variaciones de acuerdo a la técnica a utilizar como lo demuestra (Mohamed et al., 2020) que en leche cruda de vacas analizadas con Foss Milkoscan FT-120 obtuvieron valores promedio de 3.3 %, comparado con equipos NIR - Bruker multipurpose analyzer con 3.0 % de proteína. La disminución en las tasas de proteína son el resultado de la presencia de algunas bacterias psicotróficas que alteran su composición, por sus propiedades lipolíticas y proteolíticas (Santana et al., 2004); además que la relación proteína - grasa representan parámetros confiables que determinan la calidad y precio de la leche, la salud del hato, previniendo enfermedades como mastitis, cetosis, acidosis ruminal entre otras (Ragni et al., 2016; Aernouts et al., 2011; Aernouts et al., 2015).

B. Lactosa

Es el azúcar principal de la leche, su concentración promedio es de 4.5 a 5 %, está formado por dos glúcidos como la glucosa y galactosa, una

particularidad de éste nutriente se da cuando la leche entra en contacto con el aire, las bacterias lácticas (*B. lactici* y *S. lactici*) convierten la lactosa y dando como producto final el ácido láctico, incrementando su acidez y provocando su coagulación (Luje, 2021). La lactosa desempeña un papel importante en los procesos de fermentación y maduración de los derivados lácteos, además de conferirle el color y sabor a la leche y los productos tratados a altas temperaturas. Otra de las propiedades organolépticas es que en un 85% son menos dulces que la sacarosa o azúcar común y junto con las sales contribuye en el sabor global de la leche. Para el ser humano, la lactosa constituye la única Nota de galactosa, un importante constituyente de los tejidos nerviosos (Estrada Martinez y Gutierrez, 2011). Los problemas digestivos en las poblaciones adultas que consumen leche, es que las personas de esta edad carecen de la enzima lactasa, indispensable para digerir la lactosa (Panaqué, 2021).

C. Grasa

La grasa es el nutriente que influye sobre las características sensoriales del producto y sus derivados, como el color, aroma, sabor y en el rendimiento quesero, su valor está determinado por la raza que es de 3.4 g/100 g a 3.8 g/100 g para las vacas Holstein y de 4.0 g/100 g a 5.5 g/100 g para razas menos especializadas en producción de leche (Piñeros et al., 2005). Se encuentra en estado de suspensión, formando miles de glóbulos de tres a cuatro micras de diámetro en promedio, variando de 1 a 25 micras; en reposo los glóbulos se suspenden formando una capa de nata, un centímetro cúbico puede contener cerca de 3,000 a 4,000 millones de glóbulos de grasa (Zavala, 2009). Otros valores que se le confieren varían entre el 3.0 y el 6.0 %, debiéndose además de la raza a otros factores como la edad, alimentación, manejo, estado sanitario, alojamiento, estado sanitario, características individuales de las vacas lecheras, estadio de lactación, número de embarazos viables, control de calidad de la leche y los procedimientos de procesamiento después de la recolección de la leche (Rojas, 2007; Spreer, 2019; O'Callaghan et al., 2018; Zorro et al. 2015), razones que hacen difícil estandarizar un valor normal de grasa en la leche.. El análisis y cuantificación de la grasa

butírica tiene dos fines: clasificar la leche de acuerdo a su contenido en grasa (a mayor contenido la leche será de mejor calidad) y verificar su posible adulteración con grasas diferentes a la butírica (Cajamarca, 2022); teniendo en cuenta que los lípidos representan ser los constituyentes más importantes de la leche y sus derivados, confiriéndoles características únicas de sabor, contenido nutrimental y propiedades físicas, además de ser determinante en el precio de adquisición de la leche (García-Garibay y López Munguía, 2004).

D. Sólidos totales

Los sólidos totales de la leche son la suma de nutrientes como la grasa, proteínas, lactosa y minerales (Bath et al., 1987); considerando que el agua es el componente mayoritario de la leche (83 %) los sólidos totales solubles e insolubles determinan su calidad nutritiva (Vargas, 1999); existiendo factores a considerar para incrementar una mayor concentración de sólidos en leche como el apropiado balance de nutrientes en las raciones alimenticias, maximizar el consumo de alimentos, monitoreo permanente de la dieta y periódicas correcciones por cambios cuantitativos y/o cualitativos en los recursos alimenticios utilizados (Taverna, 2005), permitiendo clasificar la leche para su transformación con mayores rendimientos y por tanto generando mayores utilidades para el procesador de productos lácteos.

El mayor contenido de sólidos totales, incluyendo la grasa de la leche determinan su calidad, el valor económico y mejor rendimiento en todos los procesos industriales (Piñeros et al., 2005); su contenido se puede calcular mediante fórmulas empíricas a partir de la densidad y del contenido de grasa, si embargo existe una correlación negativa entre el contenido de sólidos de la leche y la producción, las razas lecheras la producen con menor contenido de sólidos que las de doble propósito y razas criollas; su contenido varía con la fase de lactancia, siendo mayor al inicio y al final. Normalmente se espera tener valores de 11.5 a 12.0% para las razas de alta producción y de 12.0 g/100 g a 13.0 g/100 g para las de baja producción (Piñeros et al., 2005). Si consideramos que los sólidos

totales son la adición de proteína, lactosa y grasa, la tabla 4, muestra un resumen de la composición química media representativa por razas.

Tabla 4

Composición química media representativa de leche cruda por razas (%)

Raza	Agua	Grasa	Proteínas	Lactosa	Cenizas	Sólidos totales
Jersey	85.47	5.05	3.78	5	0.7	14.53
Brown Swiss	86.87	3.85	3.48	5.08	0.72	13.13
Holstein	87.72	3.41	3.32	4.87	0.68	12.28

Nota. Fennema (1982)

A fin de establecer valores medios de composición físicos y químicos de la leche, INDECOPI considera requisitos mínimos y máximos, así como los métodos de ensayo aplicables para valorar pruebas o análisis de leche cruda, tal como se muestran en la tabla 5.

Tabla 5

Requisitos físicos y químicos de la leche cruda de vaca NTP 202.001. 2003

Ensayo	Requisitos	Método de ensayo
Materia grasa (g/100 g)	Mínimo 3.2	NTP 202.028
Sólidos no grasos (g/100 g)	Mínimo 8.2	*
Sólidos totales (g/100 g)	Mínimo 11.4	NTP 202.118
Acidez (gramos de ácido láctico/100 mL)	Mínimo 0.13 -Max. 0.17	NTP 202.116
Densidad a 15°C (g/cm ³)	Mínimo 1.0296 -	NTP 202.007
	Máximo 1.0340	NTP 202.008
Indice crioscópico	Máximo -0.540 °C	NTP 202.184
Sustancias extrañas a su naturaleza	Ausencia	
Prueba de alcohol al 74%	No coagulable	NTP 202.030
Prueba de la reductasa con azul de metileno	Mínimo 4 horas	NTP 202.014

Nota. Adaptado de (INDECOPI, 2010) * por diferencia de sólidos totales y materia grasa

1.1.7 Características microbiológicas e higiénicas

A. Bacterias aerobias mesófilas

Son aquellas bacterias heterogéneas que en presencia de oxígeno muestran capacidad para formar colonias visibles, bajo las condiciones en las cuales se ejecuta el ensayo con crecimiento a temperatura óptima, para su recuento se estima la flora total pero sin especificar tipos de gérmenes (Gallegos, 2004).

La cantidad de bacterias aerobias mesófilas encontrados en un alimento son indicadores de su calidad microbiológica, así como de la limpieza, desinfección y el control de temperatura durante los procesos de tratamiento industrial, transporte y almacenamiento que se hayan realizado de forma adecuada; lo que permite obtener información sobre la alteración de los alimentos, su probable vida útil, la descongelación incontrolada o los fallos de mantenimiento de las temperaturas de refrigeración. La mayoría de los alimentos industrializados son considerados como no aptos para el consumo, cuando tienen un elevado número de microorganismos, aun cuando estos no sean conocidos como patógenos y no hayan alterado de forma apreciable los caracteres organolépticos del alimento (Murray et al., 2009). Una de las pruebas convencionales para cuantificarlos se realiza por el método de recuento en placa con siembra en profundidad, que se basa en contar el número de colonias desarrolladas en una placa de medio de cultivo sólido (Agar para recuento en placa o PCA), donde se ha sembrado un volumen conocido de la solución madre o sus diluciones (1 mL) e incubadas a 35 °C durante 24 h – 48 h. (FDA, 2017).

El conteo de bacterias aerobias mesófilas permite valorar la calidad higiénica de la leche, que tiene relación con factores de calidad del agua utilizada en la explotación lechera, las buenas prácticas de higiene, la salubridad del personal ordeñador, lavado de equipos y utensilios que están en contacto con la leche, cuando estos valores resultan elevados se pueden deber a que las bacterias alcanzan la ubre y contaminan la leche

antes y después del ordeño, ingresando a través del esfínter del pezón y por las deficientes prácticas de ordeño (Caritas, 2015).

Los problemas de contaminación de leche cruda con bacterias mesófilas se produce cuando la leche no es manejada adecuadamente, comportándose como un excelente vehículo para la transmisión de enfermedades zoonóticas y las ocasionadas por patógenos que son causantes de infecciones e intoxicaciones alimentarias que afectan en la salud pública de zonas o regiones donde existe mayor producción de leche (Reyes y Soltero, 2007; Magariños, 2000).

La leche extraída de la ubre, tiene baja cantidad de bacterias, esta va siendo alterada por la contaminación por deficientes prácticas de higiene en el ordeño, del medio ambiente interno y externo (estiércol, suelo, polvo, aire, moscas), equipos, materiales y sobre todo las manos de los ordeñadores y personas de la planta, incrementando los factores de riesgo para el crecimiento exponencial de bacterias mesófilas, coliformes y otros microorganismos (Mossel et al., 2003). Los microorganismos presentes en la leche son parámetros de medida para juzgar el funcionamiento de la planta, ya que son indicadores del cumplimiento o no de buenas prácticas de higiene que determinan la vida útil e inocuidad de la leche (Signorini et al., 2008).

Existen normas técnicas vigentes que permiten valorar las características microbiológicas de la leche cruda en el Perú, en el conteo de bacterias aerobias mesofilas y de coliformes totales, que se muestran en la tabla 6.

Tabla 6*Requisitos microbiológicos de leche cruda de vaca NTP 202.001.2003*

Requisitos	m	M	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables/mL	500 000	1 000 000	ISO 4833
Numeración de coliformes /mL	100	1000	ISO 4831

m: mínimo aceptable ; M: máximo permisible

Nota. Adaptado de INDECOPI (2010)**B. Bacterias coliformes totales**

Son bacterias gramnegativas, anaerobias facultativas, con forma de bastoncillo capaces de fermentar lactosa para producir gas y ácido en 48 h a una temperatura de 32 a 35 °C (Alles et al., 2018) y están limitadas a 10 UFC/mL en grado A de leche fluida (FDA, 2017), existen bastantes métodos para detectar rápidamente las bacterias coliformes, sin embargo estudios contemporáneos de contaminantes en leche fresca indican que éstas bacterias representan una proporción menor de la población total de bacterias que causan contaminación posterior a la pasteurización (Reichler et al., 2018). Una vez que las bacterias acceden a la leche y productos lácteos, muchas de ellas crecen produciendo enzimas que pueden degradar las proteínas, grasas y otros componentes de la leche, deteriorando su calidad, siendo el *Estafilococo aureus*, *E. coli*, *Listeria monocytogenes*, y *Salmonela*, los patógenos más comunes aislados de muestras de leche cruda y en su cadena de valor (Abunna et al., 2019; Girma, 2017).

Luego del ordeño, la leche tiene cantidades bacterianas relativamente bajas, pero esta se incrementa, debido a la exposición a diversos contaminantes exógenos (Tadesse y Bacha, 2014). Abera y Angaw (2015) consideran como Notas de contaminación: la ubre y la suciedad en el cuerpo de la vaca, utensilios de ordeño lavados inadecuadamente, malas prácticas de ordeño y transporte antihigiénico; la calidad del agua para lavar los equipos de ordeño y las manos del manipulador de leche se suman a la contaminación de la leche cruda a lo

largo de la cadena productiva (Mohamed y Farah, 2018); además los conocimientos, actitudes y prácticas deficientes de los manipuladores de leche fresca contribuyen a su contaminación en la cadena de suministro (Gwandu et al., 2018; Múnera-Bedoya, 2017), existiendo estudios muy limitados para evaluar el conocimiento, la actitud y la práctica de los procesadores de productos lácteos en el mantenimiento de la calidad microbiana y la calidad del agua que se utiliza en el manejo de la leche en establos de ordeño y en plantas de transformación.

Muchos estudios han demostrado que la contaminación ambiental puede causar un elevado recuento de bacterias coliformes en la leche cruda (Shah et al., 2016), así como la ausencia de dispositivos de enfriamiento para transportar y almacenar la leche adecuadamente (Belbachir et al., 2015), y cuando la leche es distribuida a los puntos de venta minorista. (Knight-Jones et al. 2016) menciona sobre el aumento de la población bacteriana de una zona de producción a otra reduce la calidad de la leche, siendo la causa de diversos problemas de salud en los consumidores si no se toman las medidas de precaución adecuadas. La calidad del agua utilizada para lavar superficies de contacto con la leche y las manos de los manipuladores contribuye al deterioro de su calidad, la mayoría de los recipientes utilizados para almacenar agua en envases de plástico favorece el crecimiento de bacterias (Pandey et al., 2014).

En la cadena de valor del mercado de la leche, cuando este recurso alimenticio es manipulado de manera antihigiénica es más probable su contaminación con patógenos bacterianos y servir como un vehículo adecuado para la transmisión de enfermedades, constituyéndose en un problema de salud pública para las personas que lo consumen (Lubote et al., 2014; Yilma, 2010); existiendo estudios que demuestran como las deficientes prácticas higiénicas durante el ordeño, manipulación y almacenamiento de la leche dan como resultado productos lácteos de mala calidad (Zelalem y Bernard, 2006), como lo reporta Merhawit et al., (2014) con 45 a 75 % de leche con elevada tasa de contaminación en el norte de Etiopía.

El consumo de leche sin pasteurizar se ha asociado con enfermedades graves causadas por varios patógenos, como Shiga productor de toxinas de *Escherichia coli* (STEC), *Salmonella entérica serotipo Typhimurium*, y *Campylobacter spp*; por lo tanto, el consumo de leche sin tratamiento térmico adecuado representa un riesgo potencial para la salud humana (Whitehead y Lake, 2018). La leche cruda contaminada por bacterias es consecuencia de diversas enfermedades transmitidas por alimentos que afectan principalmente a personas mayores, mujeres embarazadas, niños y personas con enfermedades crónicas (Guya et al., 2019; Khudor et al., 2012).

1.1.8 Recuento de células somáticas

Las células somáticas son células blancas propias del organismo (varios tipos de leucocitos o células blancas de la sangre) y normalmente están presentes en la leche en niveles bajos, su incremento en número dentro del alveolo glandular, es un indicador como respuesta a una infección, por inadecuadas prácticas de manejo al momento del ordeño, incluso cuando no han sido detectadas al observar la leche de la vaca, como ocurre en casos de mastitis subclínica (Carrion, 2001). Cuando las bacterias invaden las células del interior de la glándula mamaria la respuesta inmunitaria del organismo es enviar leucocitos para neutralizar a las bacterias invasoras, los glóbulos blancos son el producto del conteo de células somáticas, tanto en la leche, porongos y tanque de enfriado (García, 2014), del total de células de la leche de un cuarto infectado, aproximadamente el 99% son leucocitos (tabla 7); el conteo de células somáticas presentes en los tejidos de la glándula mamaria comúnmente se expresan en número de células por mililitro (Philpot, 2001).

Tabla 7

Tipos de células en leche normal

Células blancas en leche normal	Porcentaje
Macrófagos	60
Linfocitos	25
Neutrófilos	25

Nota. Philpot, 2001; wolter et al., 2004

La mastitis es una de las enfermedades más prevalentes y recurrentes de la ganadería lechera (Jamali et al., 2018) causando una fuerte disminución en la producción así como pérdidas económicas en los productores (Sanchez et al., 2020), esta patología puede transmitir zoonosis y enfermedades asociadas con las toxinas de los alimentos, siendo un factor de riesgo para la salud pública de los consumidores (Blum et al., 2008), razón por la cual no es recomendable el consumo directo de leche fresca por la elevada probabilidad de contaminación con microorganismos de la ubre, de forrajes, ordeñadoras y recipientes, por lo que su pasteurización es obligatoria para garantizar su seguridad y prolongar su vida útil (Abdalá et al., 2019). La inflamación de la ubre se considera como una reacción del tejido a una lesión en casos de mastitis causada por bacterias como *Escherichia Coli*, *Streptococcus uberis* y *estafilococo aureus* (Wellnitz y Bruckmaier, 2012); por lo que el recuento de células somáticas se puede utilizar como indicador de la salud de la ubre, las vacas que están sanas o que ya se han recuperado de la mastitis deben tener un conteo por debajo de 200,000 células/mL y las vacas con recuentos superiores a 400 000 células/mL deben ser consideradas como portadoras de una infección intramamaria (Holko et al., 2019) afectando directamente las características higiénicas de la leche, sin embargo muchos países tienen estándares variables de calidad higiénica en el conteo de células somáticas que les sirve de referencia para su control y análisis, como se observa en la tabla 8.

Tabla 8

Estándares de calidad higiénica y sanitaria de leche cruda en diferentes partes del mundo

País	Tipo de calidad	Máximo valor permitido	Nota
		155,000-200,000	
Colombia	Higiénica	UFC mL	Min. de Agricultura 2012
Australia	Sanitaria	400,000 cs/mL	Norman et al., 2000
Canadá	Sanitaria	500,000 cs/mL	Elmoslemany et at., 2009
	Higienica	100,000 UFC/ mL	
Estados Unidos	Sanitaria	750,000 cs/mL	FDA,2007
Noruega	Sanitaria	400,000 cs/mL	Norman et al., 2000
Nueva Zelanda	Sanitaria	400,000 cs/mL	Norman et al., 2000
Suiza	San itaria	400,00 cs/mL	Norman et al., 2000
	Higienica	100,000 UFC/ mL	Norman et al., 2000
Unión Europea	Sanitaria	400,000 cs/mL	Van Schaik et al., 2002 Mc Laughlin 2006

Nota. Vasquez et al. (2015)

Un problema actual es la capacidad de los patógenos para resistir a los agentes antimicrobianos (Zigo et al., 2019), quienes demostraron que aproximadamente el 62% de los agentes causantes de mastitis aislados son resistentes al menos a un agente antimicrobiano, como en cepas aisladas que mostraron resistencia a la estreptomycin, neomicina, cefalexina y penicilina.

1.2 Antecedentes

Un estudio realizado por Leykun et al. (2021) en el sur oeste de Etiopía, en leche fresca de vaca para determinar la calidad microbiana y sus predictores a lo largo de la cadena de valor, en 150 muestras de leche y 300 muestras ambientales de granjas lecheras, centros de distribución de leche y puntos de venta minorista, determinaron que a medida que la leche se transportaba desde la granja hasta el punto de venta minorista de leche, el recuento medio total de bacterias aerobias mesófilas aumentó de 5.0 ± 0.3 a 7.2 ± 0.1 log UFC/ml., los coliformes se incrementaron de 4.4 ± 0.4 log UFC/ml en la granja hasta 7.0 ± 0.2 log UFC/ml en los puntos de venta, que al final fueron indicadores del deterioro de su calidad; las muestras de agua dieron positivo para bacterias coliformes

fecales, registrándose el conteo más elevado en equipos de almacenamiento de leche en tiendas minoristas con recuentos de 4.8 ± 0.5 log UFC/ml., concluyéndose que la calidad microbiana de leche cruda en el área de estudio fue deficiente.

Muñiz et al. (2019) analizaron 24 muestras de leche cruda de vaca en tres fincas familiares, con una muestra por cada campaña durante dos años consecutivos, y en referencia con las normas técnicas mexicanas, encontraron que el 42 % de las muestras excedieron los límites de bacterias mesófilas aerobias, 83% fueron positivas para coliformes totales, 54% para coliformes fecales y 46% para *E. coli.*, además de que el 40% de la leche y sus productos que se consumen en México no es pasteurizada, y que su consumo podría ser perjudicial para la salud de las personas.

En un estudio de la calidad de leche fresca Liu et al. (2020) reportaron que la prevalencia más alta de bacterias aeróbicas mesófilas, coliformes y su microbiota era distinta de otros tipos de leche, manteniéndose estable con poblaciones bacterianas constantes cuando se almacenaban a 4 °C; contrariamente el almacenamiento a temperatura ambiente incrementó drásticamente las poblaciones bacterianas viables.

Estudios sobre la contaminación de leche fresca, posterior a la pasteurización siguen siendo un problema para los procesadores de lácteos, donde las *Pseudomonas* y otros patógenos gram negativos como los coliformes totales que comúnmente se reintroducen y desarrollan rápidamente a temperaturas de refrigeración, pueden producir varias enzimas que son perjudiciales para su calidad, incluidas la producción de proteasas y lipasas (Hayes et al., 2004; Martin et al., 2018; Rojas et al., 2019).

En el Estado de Rio Grande do Soul, se realizó la determinación e identidad de los estándares de calidad de la leche cruda de búfala en un total de 69 muestras, donde los promedios para los resultados de parámetros físico químicos como grasa, proteína, lactosa, sólidos totales, sólidos no grasos, calcio, densidad fueron: 5.5 g/100 g, 4.06 g/100 g, 5.07 g/100 g, 15.5 g/100 g, 9.96 g/100 g, 0.161 g/100 g, 1.034 g/mL respectivamente; los parámetros microbiológicos, dieron como resultado una media del Recuento Estándar en Placa (SPC) y de coliformes termo tolerantes de 9.0×10^4 UFC/ml y 1.6×10^2 MPN/ml respectivamente; no se detectaron residuos de antibióticos o antiparasitarios en ninguna muestra, concluyéndose que la leche de búfala utilizada como materia prima para productos lácteos demostró características fisicoquímicas y microbiológicas satisfactorias (Godinho et al., 2020).

Safaeia et al. (2018) evaluó el recuento bacteriano total (TBC) y el conteo de células somáticas (SCC) de leche cruda en la provincia de Azerbaiyán Oriental utilizando equipos Bacto Scan y Fossomatic, en un total de 10,800 muestras recolectadas durante el período de un año, dando como resultados una contaminación microbiológica de la leche del 73.6 % del total de muestras, mientras que el conteo de células somáticas el 6,4 % de las muestras superó los niveles recomendados por la norma iraní, evidenciando que la contaminación microbiana puede provocar efectos indeseables en la textura, color, olor y el sabor que dan como resultado una vida útil más corta, además de causar enfermedades graves en los consumidores si contiene más del límite estándar de estos parámetros.

Un análisis de trazabilidad microbiológico en leche de vacas Jersey, realizado por (Juarez, 2009), evaluándose la calidad e inocuidad de la leche cruda y derivados, identificando los riesgos microbiológicos desde su obtención hasta su transformación, realizada en dos etapas: en el máximo nivel de producción y en animales próximos al secado; al conteo de bacterias mesofílicas y coliformes en leche y lácteos, se obtuvieron cantidades por encima del límite permitido por la NOM-243-SSA1-2010, identificándose *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, concluyéndose que es necesario aplicar buenas prácticas de higiene y manufactura para disminuir las cargas microbiológicas, y cumplir con las normas establecidas para garantizar la salud del consumidor final.

En la cuenca lechera bovina de Trancas - Argentina, se analizó la calidad composicional, físico-química y microbiológica de la totalidad de sus tambos (años 2011 y 2013), considerando variaciones estacionales, los resultados mostraron los siguientes valores medios: grasa 3.55 g.100g, sólidos no grasos 8.74 g.100g, proteína 3.11 g.100g, densidad 1.029 g.cm³, punto crioscópico -0.512 °C, pH 6.75, acidéz titulable 17.26 °D, bacterias totales 4.94 Log UFC/m, coliformes totales 3.74 Log UFC/mL y conteo de células somáticas 5.64 Log células/mL; la calidad de la leche evaluada cumple con las regulaciones legales argentinas, observándose variaciones en relación con las estaciones climáticas, además una incidencia media de mastitis, lo que muestra la necesidad de mejorar dicho parámetro sanitario de la leche (Oliszewski et al., 2016).

Saavedra (2003) estudió la calidad de leche fresca en la localidad de Sullana, departamento de Piura, reportándose una carga microbiana mesofílica de 240×10^{-3} y 340×10^{-3} UFC de coliformes totales en un total de 20 muestras analizadas, evidenciando estos resultados que la leche expendida en dicha localidad no está cumpliendo con las medidas

necesarias de higiene, atribuyéndose a una mala manipulación del producto y un deficiente manejo durante el ordeño.

Un estudio realizado por Mungo y Li (2017) identificó 93 metabolitos de leche bovina, incluidos aminoácidos, péptidos cortos, carbohidratos, lípidos, vitaminas, nucleótidos y cofactores enzimáticos mediante una combinación de cromatografía líquida-espectrometría de masas en tándem (LC-MS/MS) y cromatografía de gases (GC-MS). El estudio metabolómico cuantitativo más reciente realizado en leche bovina fue descrito por O'Callaghan et al. (2018), utilizando la técnica de espectroscopia de RMN para determinar cómo variaba la composición química de la leche bovina entre los diferentes sistemas de alimentación, resultando la identificación y cuantificación de 49 metabolitos de la leche bovina.

Brousett et al. (2015) evaluó las propiedades físico químicas, microbiológicas y toxicológicas de leche en vacas de siete cuencas de la región Puno, comparando los resultados con estándares establecidos en la Norma Técnica Peruana para leche y productos lácteos NTP 200.001-2003 y la Norma oficial mexicana NOM-155-SCFI-2012; no encontraron residuos de pesticidas como organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides, las determinaciones físico químicas en más del 50% de las cuencas (a excepción de acidez y pH) estuvieron dentro de los estándares de la NTP y la NOM; todas las zonas de estudio mostraron leche de baja calidad higienica en especial con presencia de bacterias mesófilas y *E. Coli*.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

Producir leche de buena calidad higiénica es un reto importante en los sectores lácteos a nivel mundial, donde la producción de la materia prima y sus derivados se realiza en condiciones antihigiénicas (Mohamed y Farah, 2018); muchas de las bacterias que acceden a la leche crecen y producen enzimas que pueden degradar las proteínas, grasas y otros componentes y como consecuencia el deterioro de su calidad, así como el incremento en el conteo de contaminantes como *Estafilococo aureus*, *E.coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonellas* que son bacterias patógenas más comunes aisladas de muestras en la cadena de valor láctea (Abunna et al., 2019; Girma, 2017; Reta et al., 2016); estas enfermedades transmitidas por los alimentos afectan principalmente a personas de la tercera edad, mujeres embarazadas, niños y personas con enfermedades crónicas e inmunosuprimidas (Guya et al., 2019; Tegegne y Tesfaye, 2017).

Uno de los problemas de la calidad en la leche, es la presencia de *Escherichia coli* causante de mastitis, que revela una etiología compleja involucrando distintos colipatotipos con la producción de la toxina Shiga E. coli (STEC) asociados con infecciones intramamarias bovinas (Murinda et al., 2018); muchos investigadores no han realizado pruebas de STEC y se han centrado en detección de *E.coli* sin más subtipificación, como tal, la prevalencia de STEC en mastitis permanece subdiagnosticada y subnotificada, considerándose como otro problema de salud pública afectando a la salud animal como al bienestar humano (Awadallah y Ahmed, 2016) problemática que es ignorada particularmente en nuestra región.

Según el perfil productivo y competitivo de especies y productos pecuarios del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, en el año 2021 la región de Puno ocupó el 5to lugar a nivel nacional con 131,760 mil toneladas de producción, el proyecto Tecno Leche (PRADERA- Puno) ha estimado que la producción diaria supera los 420 mil litros en promedio. Sin embargo la cantidad de leche producida en la región que incluye las provincias de Melgar, Azángaro, Huancané, Lampa, Puno y San Román no disponen de un sistema de control adecuado en parámetros de su calidad composicional, físico, químico y sanitario, además que su comercialización informal, en muchos de los casos se

realiza sin ningún tratamiento previo, similar problema ocurre en las plantas transformadoras, cuyos procedimientos de control de calidad y aplicación de normas técnicas, códex alimentarios como buenas prácticas de higiene (BPH), buenas prácticas de manufactura (BPM) por citar de las más básicas son insuficientes para diagnosticar la calidad de la leche, como se evidencia en uno de los estudios realizado por Brousett et al. (2015) en siete cuencas representativas de la región de Puno, reportando que el 50 % de muestras de leche contienen bajos niveles de proteína, lactosa y grasa, parámetros comparados con la Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012, la acidez en la mayoría de las cuencas sobrepasa los valores establecidos en la Norma Técnica Peruana 201.001.2003 que tiene relación directa con el pH, en lo que respecta a la calidad higiénica presentó un alto contenido en bacterias aerobias mesófilas en las zonas de Vilque y Ayaviri; resultados que responden a malas prácticas en el ordeño, condiciones ambientales precarias, desconocimiento y desinformación en el control permanente de la calidad de leche cruda (Minaya, 2015), parámetros que deben ser controlados de manera permanente en los centros de producción y acopio, así como en las plantas transformadoras, de no hacerlo representan factores de riesgo en la presentación de enfermedades por alimentos (Hawaz et al., 2015) y consecuentemente problemas de salud pública en la región de Puno.

2.2 Enunciados del problema

2.2.1 Problema general

- ¿Los parámetros de calidad en leche de vacas en seis provincias de la región de Puno, al año 2022, cumplen con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Peruana?

2.2.2 Problemas específicos

- ¿Las características físico químicas de la leche cruda de vacas, cumplen con lo establecido en la Norma Técnica Peruana?
- ¿El conteo de bacterias aerobias mesófilas y coliformes totales de la leche cruda de vacas, cumplen con lo establecido en la Norma Técnica Peruana?
- ¿El conteo de células somáticas en leche cruda de vacas cumplen con lo establecido en la Norma Técnica Peruana?

2.3 Justificación

Al año 2021, el Perú ha producido 2 194,611 TM de leche fresca de vacunos con un ritmo de crecimiento promedio anual de 2.3% en los últimos diez años, siendo mayor en las regiones de la sierra y menor en la costa (Decreto Supremo N° 004-2022, 2022), resultando las cinco regiones con mayor producción de leche: Cajamarca (17.2%), Lima (16.7%), Arequipa (16.4%), La Libertad (7.3%) y Puno (6.3%). La población de vacas en ordeño es de 938,139 cabezas (MIDAGRI, 2021); las regiones con mayor población de vacas en ordeño fueron: Cajamarca (17.9%), Puno (10.5%), Cusco (8.8%), Arequipa (8.1%).

En el Perú la Norma Técnica Peruana y la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales (INDECOPI, 2003) definen como requisitos generales que la leche fresca deberá estar exenta de sustancias conservadoras y otras extrañas a su naturaleza, menos haber sido sometida a tratamiento alguno que disminuya o modifique sus componentes originales; también debe estar exenta de color, olor, sabor y consistencia, extraños a su naturaleza. Son requisitos de calidad físico química con valores mínimos de materia grasa con 3.2 %, solidos totales 8.2 g/100g, microbiológicamente se considera valores máximos permisibles de numeración en bacterias mesófilas viables de 10^6 UFC /mL, 10^3 UFC/mL para coliformes totales, así como la calidad higiénica determinado por el conteo de células somáticas con valores de 500,000 células somáticas /mL. (Schoder et al. 2003)

Teniendo en cuenta la importancia del crecimiento en producción de leche y vacas en ordeño en la región de Puno, y sobre todo considerando que el consumo de este nutriente lácteo está asociado con brotes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (Oliver et al., 2009; Oliver, Jayarao y Almeida, 2005), el presente estudio se justifica por la necesidad de evaluar los parámetros de calidad en leche cruda de vacas en seis provincias de la región de Puno, de tal manera disponer de información real y actualizada de las condiciones de manejo de este recurso alimenticio importante de la ganadería, a partir de estos resultados disponer de un diagnóstico básico que permita a todos los organismos agropecuarios del sector lácteo implementar programas de control, asesoramiento, capacitaciones y asistencia técnica para los productores de esta región, así fortalecer la capacidad para obtener la admisibilidad de la leche y sus productos a mercados más competitivos.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

- Determinar los parámetros de calidad en leche cruda de vacas en seis provincias de la región de Puno en los años 2021 y 2022.

2.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar las características físico químicas de la leche cruda en vacas de seis provincias de la región de Puno.
- Evaluar el número de bacterias aerobias mesófilas y coliformes totales de leche cruda en seis provincias de la región de Puno.
- Determinar el conteo de células somáticas en leche cruda de vacas en seis provincias de la región de Puno.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

- Los parámetros de calidad de leche cruda en vacas de las seis provincias de la región de Puno cumplen con lo establecidos en la Norma Técnica peruana 202.001-2003.

2.5.2 Hipótesis específicas

- Los parámetros de calidad físico químicos de la leche de vaca cumplen con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana.
- El conteo de bacterias aerobias mesófilas y bacterias coliformes totales cumplen con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana.
- El conteo de células somáticas de la leche de vaca cumple con los parámetros establecidos en Norma Técnica Peruana.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

3.1.1 Ámbito de ejecución del estudio.

Se consideró para el presente estudio las provincias de Melgar, Azángaro, Puno, San Román, Lampa y Huancané, por ser las zonas que tienen mayor población de ganado bovino en la región, reportado por la Dirección Estadística Agraria e Informática de la Dirección Regional Agraria – Puno (2020), además de ser provincias que registran la más alta producción de leche y haber mejorado la tecnología y sanitización en la elaboración de productos como queso y yogur como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9

Población de vacunos y producción de leche en seis provincias de la región de Puno, consideradas en el estudio

Provincia	Altitud (m.s.n.m.)	Superficie territorial (km ²)	Población vacunos (cabezas)	Producción de leche (toneladas métricas)
Melgar	3,907	6,447	162,670	47,510
Azángaro	3,859	4,970	109,280	15,272
Puno	3,827	6,495	105,120	18,334
Lampa	3,892	5,792	62,980	7,822
San Román	3,824	2,278	33,530	3,925
Huancané	3,841	2,806	62,350	12,597

Nota. Dirección Regional Agraria – Puno -2020

3.1.2 Recolección y procesamiento de muestras de leche.

Para la ejecución del estudio se tomaron muestras de leche provenientes de seis provincias de la región de Puno; la evaluación y análisis de sus características físicas, químicas y microbiológicas se realizaron en los laboratorios del Proyecto Tecno Leche del Programa de Apoyo al Desarrollo Rural Andino – PRADERA - Gobierno Regional de Puno.

El reporte de los datos obtenidos sobre la calidad de leche, corresponden a los meses de noviembre y diciembre del año 2021, y los meses de mayo y junio del año 2022.

3.1.3 Análisis de datos proporcionados por el Proyecto Tecno Leche – PRADERA Puno

La información de los resultados fue procesada y analizada en una base de datos en el programa Microsoft Excel, SPSS statistics V. 24, software estadístico Statistical Analysis System (SAS, V 9.4), utilizados para la elaboración de cuadros, tablas de resultados y para elaboración de estadísticos descriptivos.

3.2 Población

Se consideró como población a las vacas en producción de propietarios que fueron beneficiarios del Proyecto Tecno leche en las seis provincias de la Región de Puno.

3.3 Muestra

Para el análisis de datos se consideró aquellas muestras tomadas mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, garantizando que todas las vacas de la población en estudio tengan la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra, lo cual significa que la probabilidad de selección de una vaca en el estudio “x” es independiente de la probabilidad que tengan el resto de semovientes que integran parte de la población total (Manterola, 2019); considerándose para el presente estudio el análisis de 510 muestras, como se observa en la tabla 10.

Tabla 10

Número de muestras analizadas y procesadas por provincias de la región de Puno

N°	Provincia	N° muestras
1	Melgar	52
2	Azángaro	171
3	Huancané	46
4	Lampa	70
5	Puno	99
6	San Román	72
Total		510

Criterios de inclusión:

- Vacas en producción de propietarios beneficiarios del Proyecto Tecno Leche
- Aceptación del productor para intervenir en la toma de muestras de leche.
- Vacas en buen estado sanitario

3.4 Método de investigación

La investigación es un estudio observacional, cuyo diseño es “la observación y registro analítico” de acontecimientos sin intervenir en el curso natural de estos. Las mediciones, se realizaron a lo largo del tiempo (estudio longitudinal), de forma retrospectiva, correspondiendo a un estudio descriptivo, en diferentes ámbitos (provincias), estableciendo una realidad diagnóstica con diferentes niveles de evidencia y grados de recomendación (Manterola et al., 2019).

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos.

3.5.1 Descripción de variables analizadas en los objetivos específicos.

Para el análisis de las variables de estudio, se consideran 11 parámetros cuantificables y expresadas en sus respectivas unidades de medida.

a. Objetivo específico 1.

- Físicos: Dos variables

Densidad: en g/mL de leche

Punto crioscópico: en °C (grados celsius).

- Químicos: Seis variables

Proteína, lactosa y grasa: en porcentaje (%)

Sólidos totales: g/100 g de leche.

Antibióticos y urea: cualitativamente como presencia y ausencia

b. Objetivo específico 2. Dos variables

Bacterias aerobias mesófilas: en Unidades formadoras de colonias por mL de leche. (UFC/mL)

Coliformes totales: en Unidades formadoras de colonias por mL de leche. (UFC/mL)

c. Objetivo específico 3. Una variable

Conteo de células somáticas; cuantificables en células somáticas / mL de leche.

Para caracterizar y valorar los resultados de las variables de estudio se consideró referencialmente la Norma técnica peruana 202.001-2003, y el Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI ambos vigentes, que aprueban el reglamento de la leche y productos lácteos, adjunto en la tabla 11.

Tabla 11

Requisitos máximos y mínimos de variables estudiadas según normatividad peruana

Objetivos	Variabes evaluadas	Variable específica evaluada	Máximo	Mínimo	Método de ensayo
Obj. 1	Físicos	Densidad a 15°C (g/mL)	1.0340	1.0296	NTP 202.008
		Punto crioscópico (°C)		-0.540	NTP 202.184
	Químicos	Proteína (%)	4	3	NTP 202.119
		Lactosa (%)		4	NTP 202.123
		Grasa (%)		3.2	NTP 202.028
		Sólidos totales (g/100 g)		11.4	NTP 202.118
Obj. 2	Microorganismos	Bacterias aerobias mesófilas (UFC/mL)	1'000 000	500,000	FIL IDF 100B:1991
		Coliformes totales (UFC/mL)	1,000	100	FIL IDF 73B:1998
Obj. 3	Células somáticas	Conteo de células somáticas (Células/mL)	500 000		NTP 202.173

Nota. Norma Técnica Peruana 202.001-2003 - Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI - NTP 202.001-2003 (Adaptación de INDECOPI, 2010)

3.5.2. Descripción detallada del uso de materiales, instrumentos e insumos.

A. Objetivo específico 1: Evaluación de características físico químicas:

A.1 Evaluación de densidad, punto crioscópico, proteína, lactosa, grasa, y sólidos totales.

Para la evaluación de estas variables se utilizó el equipo analizador ultrasónico de leche para laboratorio LACTOMAT RAPID, Milkotester: (Anexo 3, figura 1). Es un equipo analizador de leche portátil, compacta y rápida equipada con una celda de medición doble y un software mejorado. Se lleva a cabo un análisis preciso de los componentes durante 18 segundos. La Nota de alimentación utilizada garantiza el funcionamiento estable del dispositivo en caso de variaciones de voltaje en rangos de 100 a 260 voltios

Especificaciones técnicas:

- Cantidad de la muestra: 20 mL
- Velocidad de medición: 18 segundos
- Temperatura de la muestra: 5°C – 45 °C
- Humedad relativa: 0 – 80 %

A.2 Determinación de urea: Equipo CDR FoodLab

Análisis que permite identificar cualquier adición de urea en la leche, introducida para aumentar de manera fraudulenta el contenido de proteína de la leche.

A.3 Especificaciones técnicas

- Análisis tipo end point
- Tiempo de análisis: 8 minutos
- Son posibles sesiones de hasta 16 pruebas.
- Manejo de las muestras: leche como tal
- Principio de la prueba:

Urea + derivado fenólico $\xrightarrow{\hspace{1cm}}$ ureasa complejo de color azul – verde
La urea se convierte en amoníaco por acción de la enzima ureasa.

Los iones de amonio reaccionan con un derivado fenólico y forman un complejo de color azul – verde cuya intensidad es medida a 700 nm, la cual es directamente proporcional a la concentración de urea en la leche. (Anexo 3, figura 2)

A.4 Determinación de antibióticos:

Prueba rápida 3IN1 BST (Beta lactams + sulfonamides + tetracyclines)

Procedimiento:

- Preparar las muestras de leche
- Añadir 200 μ L de leche en un micropocillo reactivo, con la ayuda de una micropipeta Jet Pip y mezclar (5-10 veces la succión)
- Incubar 3 minutos a 40 °C en la incubadora BIOEASY
- Luego de 3 minutos sumergir una tira de prueba test de antibiótico en el micropocillo.
- Incubar 6 minutos a 40 °C en la incubadora BIOEASY
- Se extrajo la tira y retirando la esponja adsorbente del extremo inferior para su posterior lectura e interpretación. (Anexo 3, figura 3)

Tabla 12

Interpretación de la prueba rápida 3INI BST

Línea test (T) vs Línea control (C)	Resultado	Interpretación
T > C	Negativo	No contiene antibióticos o contiene en el nivel inferior que los límites de detección
T = C	Positivo débil	Contiene antibióticos cerca del límite de detección
T < C ó NO T	Positivo	Contiene antibióticos que superan el límite de detección

B. Objetivo específico 2. Evaluación del número de bacterias aerobias mesófilas y coliformes totales

B.1 Procedimiento

a. Preparación de la muestra.

La muestra de leche cruda se prepara realizando una dilución 1:10 recomendada para leche y productos lácteos, esta dilución 1:10 permite una sensibilidad de 2 coliformes por gramo. La preparación de una dilución 1:10 se hace añadiendo 1mL de muestra de leche a 9mL de diluyente; es decir de cada 10 mL de esta dilución 1/10, 1 mL corresponde a la muestra. Expresándose mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Dilución } 1/10 = \frac{1 \text{ mL muestra}}{10 \text{ mL de dilución}} \quad \text{ó} \quad 10^{-1}$$

$$1 \text{ mL muestra} + 9 \text{ mL diluyente}$$

b. Inoculación de la muestra preparada.

Se inoculó 1mL de la muestra preparada en las placas 3M™ Petrifilm™ de alta sensibilidad, sin la necesidad de preparación de medio de cultivo, las placas petrifilm permite la lectura presuntiva de crecimiento bacteriano en las placas para recuento rápido de bacterias mesófilas y coliformes

(medido por la producción de ácido láctico y gas) dependiendo del tipo de bacteria, su estado metabólico y su concentración.

c. Incubación.

Las placas 3M™ Petrifilm™ inoculadas fueron incubadas en un equipo Dual –Use Oven por el tiempo de 24 a 48 horas dependiendo del tipo de microorganismo a analizar y a una temperatura de 30 a 38 °C.

d. Conteo e interpretación de bacterias.

Se utilizó un contador de colonias y un lápiz de conteo automático, el indicador criogénico facilitó la interpretación. (Anexo 3, figuras 4, 5 y 6)

C. Objetivo específico 3. Determinación del conteo de células somáticas

Se realizó el conteo electrónico celular, mediante el uso del equipo portátil De Laval Cell Counter –DCC, (De Laval, 2003). Es un equipo portátil, que funciona con batería y posee un medidor óptico de células somáticas de la leche, que permite determinar el estado de salud de la ubre de la vaca, también posibilita el estudio de los estándares higiénicos en la leche del tanque. El equipo utilizó casetes los cuales succionan cantidades pequeñas de leche que se mezcla con reactivos que llegan al núcleo de las células somáticas, permitiendo su conteo mediante un sensor de fluorescencia, dando como resultado el número de células somáticas en leche, el cual aparece en la pantalla del equipo, siendo su principio similar al utilizado por el equipo Fossmatic, proporcionando datos precisos sobre el estado de salud de la ubre de la vaca lechera. (Anexo 3, figura 7)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Características físico químicas de la leche cruda en seis provincias de la región de Puno.

4.1.1 Densidad

El análisis de los resultados del estudio de la variable densidad se observa en la tabla 13, donde el 59.61 % (304/510) y el 2.55 % (13/510) muestras analizadas no cumplen con lo establecido en la Norma Técnica Peruana 202.001-2003 (Método de ensayo NTP 202.118), que establecen como rangos de densidad mínimo de 1.029 y máximo de 1.340 g/mL, evidenciando adulteración de la leche con adición de agua por debajo del valor mínimo y con sólidos adulterantes por encima del valor máximo; y un 37.84 % (193/510) de muestras analizadas que se encuentran dentro del rango normal, cumpliendo con lo establecido en la NTP de referencia a nivel nacional.

El resultado obtenido de 59.61 % (304/510) muestras de leche analizadas con una densidad menor a 1.0296 g/mL es un indicador que los productores estén adicionando agua, sea para cumplir con los volúmenes de leche que proveen a las plantas transformadoras, o por los excedentes de agua de los porongos y otros recipientes utilizados en el transporte de la leche que estarían alterando los valores normales de densidad, disminuyendo la cantidad de sólidos totales, estos problemas de adulteración han sido verificados por los técnicos y profesionales del proyecto PRADERA al momento de la toma de muestras en los establos de los propios productores, y que ha motivado capacitación a los productores en higiene y el uso adecuado de equipos y materiales en el ordeño, en el transporte, que también se replicó en las plantas de producción de quesos y yogur de las zonas incluidas en el estudio.

Tabla 13

Densidad de leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo: noviembre 2021 – junio 2022

Provincias		Densidad g/mL			Total	
		<1.0296	1.0296 – 1.0340	>1.0340		
Melgar	Muestras	34	18	0	52	
	%	6.7	3.5	0	10.2	
Azángaro	Muestras	108	61	2	171	
	%	21.2	12.0	0.4	33.5	
Huancané	Muestras	22	24	0	46	
	%	4.3	4.7	0	9.0	
Lampa	Muestras	55	14	1	70	
	%	10.8	2.7	0.2	13.7	
Puno	Muestras	45	47	7	99	
	%	8.8	9.2	1.4	19.4	
San Román	Muestras	40	29	3	72	
	%	7.8	5.7	0.6	14.1	
		Muestras	304	193	13	510
Total	% del total	59.61	37.84	2.55	100	

Nota. Laboratorio del proyecto Tecno leche –PRADERA

Un estudio realizado en Ecuador sobre la densidad de tres marcas de leche comercial, encontraron valores aceptables de 1.028g/cc, 1.28g/cc, 1.029g/cc respectivamente (Inga, 2017) de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE – INEN) 9:2015 donde los valores referenciales están entre 1.028 g/cc como límite mínimo inferior y a 1.033 g/cc como un límite máximo superior a una temperatura de $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, considerando la temperatura importante para la determinación de la densidad en el momento de su medición (Lacasa, 2003).

Viera (2013) en el estudio de parámetros de calidad de leche de vacuno en el valle del Mantaro – Junín, encontró valores de densidad expresado en g/cm^3 , de 1.0314 en el mes de agosto como valor máximo y 1.0287 para el mes de diciembre como valor mínimo, estableciendo que la densidad está correlacionado positivamente con los niveles de proteína y lactosa y negativamente con los niveles de grasa; corroborado por Celiz y Juárez (2009) donde los valores de densidad de la grasa, proteína y lactosa son respectivamente 0.931, 1.346 y 1.666

g/cm³. La densidad de la leche con valores menores a 1.0296 y mayores a 1.0340 representan la degradación de su calidad y valor nutricional (Villegas de Gante, 2012) evidenciando la mala práctica que existe en la comercialización de la leche cruda en nuestra región, sea con la adición de agua y en mínima proporción con adición de sólidos (féculas o almidones, sacarosa y cloruros), permitiendo restituir algunas propiedades físico químicas (Calderon et al., 2013).

4.1.2 Punto crioscópico

En la tabla 14, se observa que, del total de leche muestreada en la región de Puno, 33.9 % (173/510) están en el rango de valores mayores a $-0.540\text{ }^{\circ}\text{C}$, y el 66.1% (337/510) muestras evaluadas están en el rango permisible del punto crioscópico según Norma Técnica Peruana 202.001-2003 (ensayo NTP 202.184).

Tabla 14

Punto crioscópico de leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022

Provincias		Punto crioscópico $^{\circ}\text{C}$		Total
		$> -0.540\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-0.540\text{ }^{\circ}\text{C}$	
Melgar	Muestras	15	37	52
	%	2.9	7.3	10.2
Azángaro	Muestras	58	113	171
	%	11.4	22.2	33.5
Huancané	Muestras	7	39	46
	%	1.4	7.6	9.0
Lampa	Muestras	40	30	70
	%	7.8	5.9	13.7
Puno	Muestras	29	70	99
	%	5.7	13.7	19.4
San Román	Muestras	24	48	72
	%	4.7	9.4	14.1
Total	Muestras	173	337	510
	% del total	33.9	66.1	100

Nota. Laboratorio del proyecto Tecno leche –PRADERA.

Resultados similares fueron reportados por Ceniti et al. (2019) con un promedio de -0.545°C ; Pesce et al., (2016) con -0.536°C , estos últimos en leche de búfala criadas en Calabria, Italia, sin embargo estos valores varían de acuerdo a la unidad de medida de la temperatura medida, sea en $^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{F}$ y $^{\circ}\text{K}$, que es aplicable en diferentes países, concluyéndose que el punto crioscópico de la leche que esté por encima o que sea menor el rango aceptable para esta prueba (-0.545) será motivo de rechazo en su recepción en razón a que el punto de congelación de la leche es medido para detección de agua agregada (Slaghuis, 2001). El punto crioscópico tiene su fundamento en la Ley de Raoult, en la cual el descenso crioscópico está determinado por la concentración molecular de las sustancias disueltas, el punto de congelación de la leche es extraordinariamente constante (Vasquez et al., 2015); su incremento está relacionado directamente con la adición de agua, ya que significa una dilución de la concentración de los solutos disueltos en la leche, razón por la cual el control del PC es una de las formas más rápidas de evaluar la adición de agua a la leche y para calcular su precio de compra y venta afectando a la producción de lácteos, sin embargo esta variable es afectada por varios factores, como alimentación, composición química, tratamiento térmico, tiempo de ordeño, etapa de lactancia, raza, inadecuado secado de las máquinas de ordeño y depósitos de almacenamiento después de la limpieza (Potena et al., 2001). El punto crioscópico hallado en nuestro estudio en el 33.9 % (173/510) muestras y que están en el rango de valores mayores a -0.540°C , tiene relación con la variable densidad con valores menores a 1.0296 influyendo en la alteración del punto de congelación, además de ser afectados por la acidificación por procesos de fermentación que ocurren por la deficiente higiene durante el ordeño, manipulación, transporte entre otros (Calderon et al., 2013); otros factores como la alimentación, composición química, tratamiento térmico, tiempo de ordeño, etapa de lactancia, raza, inadecuado secado de las máquinas de ordeño y depósitos de almacenamiento después de la limpieza, alteran el punto de congelación de la leche (Slaghuis, 2001; Potena et al., 2001)

4.1.3 Estadísticos descriptivos para Densidad y Punto crioscópico.

Tabla 15

Densidad y punto crioscópico de la leche cruda de seis provincias en la región de Puno

PROVINCIA		Densidad		Punto crioscópico	
Melgar	Media	1.0286	a	-0.5473	b
(n=52)	DE	0.0028		0.0542	
Azángaro	Media	1.0287	a	-0.5539	b
(n=171)	DE	0.0024		0.0434	
Huancané	Media	1.0300	b	-0.5774	a
(n=46)	DE	0.0014		0.0337	
Lampa	Media	1.0281	a	-0.5314	c
(n=70)	DE	0.0022		0.0603	
Puno	Media	1.0300	b	-0.5468	b
(n=99)	DE	0.0025		0.0347	
San Román	Media	1.0291	a	-0.5571	b
(n=72)	DE	0.0029		0.0510	
	P	0.001		0.001	
		***		***	

Nota. Medias en la misma columna con letras diferentes, son estadísticamente diferentes a la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

El análisis estadístico de las variables estudiadas por provincias, se observa en la tabla 15, donde la densidad y punto crioscópico de leche cruda en las seis zonas de la región de Puno son significativamente diferentes ($P < 0.001$), observándose que en las medias de la variable densidad de Azángaro, Melgar, Lampa y San Román se encuentran con valores menores a lo establecido en la NTP 202.184:1998 de 1.0296 g/mL, correspondiendo a muestras de leche que estarían adulteradas con la adición de agua, mientras que las muestras de Huancané y Puno se encuentran dentro de los valores normales (Min. 1.0296 g/mL y Max. 1.0340 g/mL). Respecto de la variable punto crioscópico en las provincias de Melgar, Azángaro, Puno y San Román muestran medias estadísticamente similares que corresponderían a un 66.1% del total de leche cruda evaluada que

están en el rango normal mínimo establecido por la NTP de $-0.540\text{ }^{\circ}\text{C}$, siendo las provincias de Huancané y Lampa con el 33.9 % de leche cruda que no cumple con lo establecido en la NTP ($> -0.540\text{ }^{\circ}\text{C}$)

4.1.4 Proteína

En la tabla 16, se presentan los resultados del total de leche muestreada en las seis provincias de la región de Puno, donde el 16.3 % (83/510) muestras están por debajo del requisito establecido en la NTP 202.001-2003 (Método de ensayo NTP 202.119) y el 83.7 % (427/510) muestras cumplen con la norma técnica en referencia con niveles de proteína que se encuentran en el rango de 3 - 4 %, aceptándose como leche de buena calidad de acuerdo a la raza y otros factores que influyen en este nutriente (Amico y Donnelly, 2010)

Tabla 16

Proteína en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo: noviembre 2021 – junio 2022

Provincias		Proteína %		Total
		< 3 %	≥ 3 %	
Melgar	Muestras	7	45	52
	%	1.4	8.8	10.2
Azángaro	Muestras	34	137	171
	%	6.7	26.9	33.5
Huancané	Muestras	1	45	46
	%	0.2	8.8	9.0
Lampa	Muestras	16	54	70
	%	3.1	10.6	13.7
Puno	Muestras	8	91	99
	%	1.6	17.8	19.4
San Román	Muestras	17	55	72
	%	3.3	10.8	14.1
Total	Muestras	83	427	510
	% del total	16.3	83.7	100

Nota. Laboratorio del proyecto Tecno leche –PRADERA.

Los resultados que se obtuvieron son similares con estudios que reportaron niveles de proteína de 3.32 % (Cajamarca (2022), 3.48 % (Vallejo et al.,2018), 3.23 % (Montes, 2021), dichos autores coinciden que la proteína de la leche varía con la raza de ganado, etapa de lactancia, nivel de parto, número de embarazos viables, el control de calidad y los procedimientos en el manejo de la recolección de la leche (O'Callaghan et al., 2018); estos niveles de proteína, varían de acuerdo a la técnica de análisis utilizado como lo demuestra (Mohamed et al., 2020) que en leche cruda de vacas analizadas con Foss Milkoscan FT-120 obtuvieron promedios de 3.3 %, comparado con equipos NIR (Infrarojo cercano) Bruker multipurpose analyzer con 3.0 % de proteína, considerando que la disminución de la proteína se debe a la presencia de algunas bacterias psicotróficas que alteran la leche por sus propiedades lipolíticas y proteolíticas (Santana et al., 2004). Además, que el monitoreo de la relación proteína grasa representan parámetros confiables que determinan la calidad y precio de la leche, la salud del hato previniendo enfermedades como la mastitis, cetosis, acidosis ruminal entre otras (Ragni et al., 2016; aernouts et al., 2011; Aernouts et al., 2015). La proteína de buena y aceptable calidad se reporta en el 83.7 % (427/510) muestras en la region de Puno, dichos resultados responden a las características de las vacas de la raza Brown swiss considerada genéticamente como de doble propósito, aunque con fuerte tendencia a la aptitud lechera, sobre todo por responder con muy buenos resultados a las condiciones fisiográficas del altiplano para producir leche de buena calidad composicional.

4.1.5 Lactosa

Los resultados de lactosa, se observa en la tabla 17 donde el 22.2 % (113/510) muestras no cumple con el valor referencial mínimo de 4 %, y el 77.8 % (397/510) muestras superan los valores de lactosa de buena calidad según la NTP 202.001-2003 (Método de ensayo NTP 202.123), atribuyéndose la calidad de esta variable a cualidades propias de las vacas de raza Brow swiss que existen en la mayoría de hatos ganaderos de la región, sobre todo que la rusticidad de esta raza le permite aprovechar de manera eficiente el suministro de forrajes de buena calidad, y la capacidad de tener una sobresaliente eficiencia natural para convertir forrajes de escasa calidad nutritiva en cantidad y calidad de leche que se evidencia en la mayoría de provincias de la región de Puno.

Tabla 17

Lactosa en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo: noviembre 2021 – junio 2022

Provincias		Lactosa %		Total
		< 4%	≥4 %	
Melgar	Muestras	13	39	52
	%	2.5	7.6	10.2
Azángaro	Muestras	38	133	171
	%	7.5	26.1	33.5
Huancané	Muestras	1	45	46
	%	0.2	8.8	9.0
Lampa	Muestras	19	51	70
	%	3.7	10.0	13.7
Puno	Muestras	15	84	99
	%	2.9	16.5	19.4
San Román	Muestras	27	45	72
	%	5.3	8.8	14.1
Total	Muestras	113	397	510
	% del total	22.2	77.8	100

Nota. Laboratorio del proyecto Tecno leche –PRADERA.

Los resultados obtenidos son similares a lo reportado por Paucar (2021) y Montes (2021) con valores de 4.78 % y 4.66 % de lactosa respectivamente, al igual que la proteína la valoración de lactosa tiene variaciones que responden de acuerdo a la técnica que se utiliza, como lo reportado por Mohamed et al. (2020), que en muestras analizadas con equipos MIR (infrarojo medio) Foss Milkoscan FT-120 y NIR (Infrarojo cercano) Bruker multipurpose analyzer reportaron 4.7 % y 5.0 % de lactosa respectivamente, explicándose estos valores porque los análisis de espectroscopia permite cuantificar de manera mucho más precisa las pruebas de validación con otros métodos y técnicas de referencia, recomendándose estas últimas para el análisis específico de lactosa, teniendo en consideración que este glúcido es fácilmente transformada en ácido láctico por la acción de bacterias lácticas provocando la coagulación de la leche (Igel et al., 2015; Luje, 2021)

4.1.6 Grasa

En la tabla 18, se observa que 17.1 % (87/510) muestras están por debajo del contenido mínimo en materia grasa de 3.2 % según la NTP 202.001-2003 (Método de ensayo 202.028); y el 82.9 % (423/510), cumplen y superan el requisito mínimo de grasa según la norma antes citada.

Tabla 18

Materia grasa en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo: noviembre 2021 – junio 2022

Provincias		Grasa %		Total
		< 3,2 %	≥3,2 %	
Melgar	Muestras	2	50	52
	%	0.4	9.8	10.2
Azángaro	Muestras	14	157	171
	%	2.7	30.8	33.5
Huancané	Muestras	7	39	46
	%	1.4	7.6	9.0
Lampa	Muestras	5	65	70
	%	1.0	12.7	13.7
Puno	Muestras	42	57	99
	%	8.2	11.2	19.4
San Román	Muestras	17	55	72
	%	3.3	10.8	14.1
Total	Muestras	87	423	510
	% del total	17.1	82.9	100

Nota. Laboratorio del proyecto Tecno leche –PRADERA.

Los resultados obtenidos son similares con estudios realizados por (Rivera, 2006; Millares De La Torre, 2003) reportando valores desde 3.8 % a 5.5 % de grasa; Zorro et al. (2015) considera que un rango normal de este nutriente sin considerar las razas varía entre 3.0 % a 5.5 %; el análisis y cuantificación de la grasa butírica tiene dos fines: clasificar la leche de acuerdo a su contenido en grasa, y verificar su posible adulteración con grasas diferentes a la butírica (Cajamarca, 2022); teniendo en cuenta que los lípidos figuran entre los nutrientes

más importantes de la leche y sus derivados, ya que confieren características únicas de sabor, contenido nutrimental y propiedades físicas, determinando el precio de adquisición de la leche (García-Garibay y López Munguía, 2004); otro aspecto a considerar es que la grasa de la leche tiene variaciones dentro de una misma especie, que están determinadas por raza, edad, estadio de lactación, alimentación, manejo, estado sanitario, nivel de parto, número de embarazos viables, control de calidad de la leche y los procedimientos de procesamiento después de la recolección de la leche (Rojas, 2007; O'Callaghan et al., 2018) lo que hace difícil estandarizar un valor normal de grasa en la leche, más aún que en nuestra región de Puno existen épocas de secano que son más extensas que las épocas lluviosas determinantes en la producción de leche. Los resultados de la variable grasa en la región de Puno con valores desde 3.40 a 4.12 %, en el 82.9 % de muestras analizadas, representan ventajas productivas propias de la raza Brown swiss que se cría mayoritariamente en la región, adaptándose a diversos tipos de suelos, por su excelente conversión alimenticia con dietas a base de forrajes y pastos naturales, así como la capacidad de metabolismo eficiente que le confiere una alta tasa de aprovechamiento de los recursos alimenticios disponible (Zavala, 2009), otro aspecto a considerar, es que las vacas de esta raza tienen la capacidad de equilibrar perfectamente la cantidad y calidad de la leche, razón por la que se considera como una de las leches de mejor calidad en el mundo, tanto por su alto valor nutritivo como leche fluida, y de alto rendimiento para la producción de quesos y otros productos lácteos obtenidos (García-Garibay y López Munguía, 2004).

4.1.7 Sólidos totales

Los resultados que se muestran en la tabla 19 corresponden a un 38.0 % (194/510) muestras que están por debajo del valor mínimo de sólidos totales considerado en la Norma Técnica Peruana 202.001-2003 (Método de ensayo NTP 202. 118), mientras que un mayor porcentaje del 62.0 % (316/510) muestras analizadas se encuentran por encima del requisito mínimo de 11.4 % de sólidos totales establecidos en la Norma Técnica Peruana, considerándose como leche de buena calidad.

Tabla 19

Sólidos totales en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo: noviembre 2021 – junio 2022

Provincias		Sólidos totales g/100 g		Total
		<11,4	≥11,4	
Melgar	Muestras	16	36	52
	%	3.1	7.1	10.2
Azángaro	Muestras	49	122	171
	%	9.6	23.9	33.5
Huancané	Muestras	12	34	46
	%	2.4	6.7	9.0
Lampa	Muestras	26	44	70
	%	5.1	8.6	13.7
Puno	Muestras	56	43	99
	%	11.0	8.4	19.4
San Román	Muestras	35	37	72
	%	6.9	7.3	14.1
Total	Muestras	194	316	510
	% del total	38.0	62.0	100

Nota. Laboratorio del proyecto Tecno leche –PRADERA.

Los resultados obtenidos tienen relación con lo encontrado por muchos autores como Jiménez (2015) en Santa Ana Mixtán – Guatemala quien reportó 12.56 g/100 g de ST concluyendo que la calidad físico-química de la leche fue de buena calidad; otro estudio realizado por el mismo autor evaluó la calidad composicional de leche acopiada en 24 hatos ganaderos con 12.95 g/100 g. de ST encontrando una relación directamente proporcional, entre la concentración de sólidos totales y sólidos no grasos con las concentraciones de grasa y proteína. A nivel nacional existen reportes de autores como Fora (2015) con 11.26 g/100 g en leche cruda de Sama Inclán - Tacna; Bedregal Cruz (2021) en el estudio de la calidad composicional de la leche en establos de la sub cuenca Majes obtuvo 12.22 g/100 g a 12.37 g/100 g para sólidos totales mejorando este parámetro químico en la época de invierno. Viera (2013) reportó sólidos totales en la leche cruda de tres plantas lecheras del vale del Mantaro – Huancayo los siguientes

resultados: Bonanza (12.19%), ganaderos de Gloria S.A. (11.93%), CONCELAC S.R.L. (11.86%) y con un promedio de 11.91% de sólidos totales; los resultados del presente estudio muestran una leche de buena calidad, considerando que no se puede precisar un valor normal o estándar de ST de la leche de una especie, ya que este parámetro nutricional está influenciada por factores como raza, edad, estadio de la lactación, alimentación, manejo y el estado sanitario (Rojas, 2005).

El contenido de sólidos totales (solubles e insolubles) de la leche es la suma de grasa, proteínas, lactosa y minerales (Bath et al., 1987), y su valoración dependerá de la evaporación del agua por acción del calor (Vargas, 1999), así como el apropiado balance de nutrientes en las raciones alimenticias, consumo de alimentos, monitoreo periódico de la dieta y correcciones por cambios cuantitativos y/o cualitativos en los recursos alimenticios utilizados (Taverna, 2005); lo que permitirá clasificar la leche cruda para su posterior transformación obteniendo mayores rendimientos y utilidades para el procesador. Los resultados del presente estudio en sólidos totales mayores a 11.4 g/100 g en el 62.0 % de muestras analizadas superan lo establecido en la NTP, explicándose este hecho por las ventajas productivas de la raza Brown swiss, como su alta rusticidad, su mayor tendencia y adaptación al pastoreo, adaptación a la altura, resistencia a temperaturas extremas, excelente conversión alimenticia incluso cuando su dieta es a base de forrajes y praderas nativas, ventajas comparativas en producción de leche, sobre todo en ecosistemas adversos, convirtiéndola en la leche más demandada por la industria láctea para la fabricación de quesos y otros derivados, considerando también que los productores de la región de Puno en los últimos años han mejorado aspectos tecnológicos como ampliación del piso forrajero, instalaciones ganaderas, prácticas de conservación de pastos, manejo del ganado, mejoramiento genético sostenido y como resultado el incremento en el volumen de la producción láctea, posesionando a la región de Puno en el 5to lugar a nivel nacional en producción de leche según el Sistema Integrado de Estadística Agraria del Ministerio de Agricultura y Riego al año 2022.

4.1.8 Estadísticos descriptivos para proteína, lactosa, grasa y sólidos totales.

Tabla 20

Contenido de proteína, lactosa, grasa y sólidos totales de la leche cruda de seis provincias en la región de Puno

Provincia		Proteína	Lactosa	Grasa	Sólidos totales
Melgar	Media	3.18 ^b	4.59 ^b	4.12 ^a	11.89 ^b
(n=52)	DE	0.26	0.49	0.60	0.90
Azángaro	Media	3.15 ^{bd}	4.70 ^c	4.15 ^a	12.01 ^a
(n=171)	DE	0.26	0.34	0.70	1.02
Huancané	Media	3.25 ^b	4.88 ^a	3.98 ^a	12.11 ^a
(n=46)	DE	0.16	0.24	0.76	0.96
Lampa	Media	3.07 ^c	4.58 ^b	3.96 ^a	11.61 ^b
(n=70)	DE	0.22	0.32	0.89	1.10
Puno	Media	3.25 ^{ab}	4.73 ^c	3.40 ^b	11.39 ^b
(n=99)	DE	0.26	0.40	0.98	1.00
San Román	Media	3.18 ^b	4.63 ^b	3.81 ^b	11.62 ^b
(n=72)	DE	0.28	0.40	0.85	1.04
P		0.001	0.001	0.001	0.001
		***	***	***	***

Nota. Medias en la misma columna con letras diferentes, son estadísticamente diferentes a la prueba Tukey ($P < 0.05$).

La tabla 20, se observa que los valores de composición química en proteína, lactosa, grasa y sólidos totales con respecto de las provincias en estudio son significativamente diferentes ($P < 0.001$), observándose que las medias más altas de la variable proteína corresponden a las provincias de Huancané y Puno con valores de 3.25 %, seguidos de las provincias de Melgar y San Román con 3.18 %, Azángaro y Lampa con 3.15 y 3.07 % respectivamente, sin embargo todas las muestras se encuentran dentro del rango establecido por la NTP 202.184:1998 (Min. 3.0 y Max. 4.0). Con respecto de la variable lactosa, todas las provincias de la región cumplen con lo establecido por la NTP que establece como valor mínimo 4.0 %, siendo el valor más alto la provincia de Huancané con 4.88 % y el de menor valor la provincia de Lampa con 4.58 %. Los resultados del análisis de grasa en la región corroboran la buena calidad de este nutriente propio de la raza Brown swiss que crían la mayoría de productores en la región de Puno, la NTP establece

como mínimo 3.2 %, sin embargo, todas las muestras de las seis provincias superan ampliamente este rango, siendo el valor más alto el de la provincia de Huancané con 4.88 % y el de menor valor el de la provincia de Lampa con 4.58 %. Los sólidos totales de las seis provincias de la región cumplen con lo establecido en la NTP (Min. 11.4 g/100g), destacando las provincias Huancané y Azángaro con 12.11 y 12.01 g/100 g respectivamente, y el de menor contenido corresponde a la provincia de Puno con 11.39 g/100 g.

4.1.9 Urea

La tabla 21, es un resultado cualitativo donde se observa que en las seis provincias de la región solo el 2.4 % (12/510) muestras resultaron con contenido mínimo de urea, y el 97.6 % (498/510) fueron negativos para la presencia de urea en la leche, a pesar del bajo porcentaje de urea en la leche de vacas en la región de Puno, en la práctica es común el uso de urea como recurso en la suplementación de dietas alimenticias para el ganado bovino (Calderón et al., 2015); las concentraciones de urea en la orina se incrementan con los niveles ajustados de urea en la leche, esta correlación positiva se corresponde con el proceso fisiológico de la urea, formada en el hígado y secretada en el plasma sanguíneo, difundándose a otros fluidos corporales como la leche, saliva y el líquido del rumen, para luego ser excretada en la orina a través de los riñones (Bath et al., 1987). Algunos productores de la región son conocedores que este recurso nitrogenado representa un valioso y económico recurso alimenticio para los rebaños donde la única Nota alimenticia son los forrajes, normalmente deficientes en proteínas (Estrada y Gutierrez, 2011) .

Tabla 21

Contenido de Urea en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022

Provincias		Urea		Total
		Ausencia	Presencia	
Melgar	Muestras	52	0	52
	%	10.2	0	10.2
Azángaro	Muestras	170	1	171
	%	33.3	0.2	33.5
Huancané	Muestras	46	0	46
	%	9.0	0	9.0
Lampa	Muestras	70	0	70
	%	13.7	0	13.7
Puno	Muestras	89	10	99
	%	17.5	2.0	19.4
San Román	Muestras	71	1	72
	%	13.9	0.2	14.1
Total	Muestras	498	12	510
	% del total	97.6	2.4	100

Nota. Laboratorio del proyecto Tecno leche –PRADERA.

La urea provee el nitrógeno requerido para la fermentación ruminal y la formación de proteínas y puede ser suministrado de diversas formas: en el concentrado, en el ensilaje, en bloques multinutricionales y otras mezclas (Girma, 2017); aportando beneficios al animal, ya que habiendo disponibilidad de forraje (aunque de baja calidad) aumentará el consumo voluntario, así como las tasas de digestión de la fibra y de pasaje del alimento a través del tracto digestivo (Millares De La Torre, 2003).

4.1.10 Antibióticos

La tabla 22, es otro resultado cualitativo donde se observa que del total de leche muestreada en las seis provincias de la región solo el 3.7 % (19/510) muestras resultaron con contenido mínimo de antibióticos y el 96.3 % (491/510)

fueron negativos para la presencia de antibióticos en la leche. A pesar de la escasa presencia de antibióticos en leche analizada, su consumo no es deseable debido a que puede influir en la inducción de resistencia microbiana, desórdenes en la flora intestinal y reacciones alérgicas (Abunna et al., 2019) además, estos principios químicos generan residuos en el organismo de las vacas y en la secreción de la leche, pudiendo provocar problemas en las personas alérgicas a diversos grupos de antibióticos (Wang et al., 2012)

Tabla 22

Contenido de antibióticos en leche cruda de vacas en seis provincias de la región de Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022

Provincias		Antibióticos		Total
		Ausencia	Presencia	
Melgar	Muestras	52	0	52
	%	10.2	0	10.2
Azángaro	Muestras	169	2	171
	%	33.1	0.4	33.5
Huancané	Muestras	45	1	46
	%	8.8	0.2	9.0
Lampa	Muestras	70	0	70
	%	13.7	0	13.7
Puno	Muestras	85	14	99
	%	16.7	2.7	19.4
San Román	Muestras	70	2	72
	%	13.7	0.4	14.1
Total	Muestras	491	19	510
	% del total	96.3	3.7	100

Nota. Laboratorio del proyecto Tecno leche –PRADERA.

Además, el consumo de leche o productos con residuos de antibióticos puede producir el aumento de microorganismos resistentes a dichos antibióticos en el cuerpo humano; y en la manufactura de derivados como quesos y yogur, estos residuos producirán interferencia en el crecimiento de los cultivos iniciadores de sus productos (Salas, 2007); el mismo autor determinó la presencia

de antibióticos betalactámicos en leche en un 45 % con asociaciones de Penicilina y Estreptomicina, Kanamicina y Penicilina y Amoxicilina y Ácido Clavulánico, concluyendo que las vacas que retornan a la producción después de terminado el proceso de retiro pos tratamiento presentan residuos de antibióticos y además, factores como la vía de administración, nivel de producción y tipo de antibiótico utilizado podrían influir en la persistencia de estos residuos en la leche.

4.2 Cuantificación de bacterias aerobias mesófilas y coliformes totales de leche cruda en vacas de seis provincias de la region de Puno.

4.2.1 Bacterias aerobias mesófilas.

En la tabla 23, se observa que todas las muestras de leche en la región de Puno contienen bacterias mesófilas, pero ninguna llega o supera el rango mínimo de 5×10^5 UFC/mL de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 202.001-2003 (Método de ensayo NTP: FIL IDF 100B:1991), resultado que implicaría un menor grado de riesgo frente a la contaminación de estos microorganismos, ya que todo patógeno por muy bajo sea su conteo siempre tendrá relación con las condiciones previsibles de manipulación y consumo de alimentos, representando a factores de riesgo para la salud de los consumidores (Decreto Supremo N° 004-2022, 2022). El estudio realizado por Obregon y Zambrano (2017) determinó en 40 muestras de leche cruda provenientes de cuatro establos en el Distrito de Puente Piedra - Lima que el 95 % de muestras superaron el límite establecido por el Reglamento de Leche y Productos Lácteos Ecuatoriana INEN 9 para *Staphylococcus aureus* (1×10^2 UFC/mL), rango de referencia mucho más exigente, razón por la cual no guardan relación con lo reportado en el presente estudio.

Tabla 23

Bacterias aerobias mesófilas viables en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022.

Provincias		Bacterias aerobias		Total
		mesófilas UFC/ mL		
		< 5*10 ⁵	≥5*10 ⁵	
Melgar	Muestras	52	0	52
	%	10.2	0	10.2
Azángaro	Muestras	171	0	171
	%	33.5	0	33.5
Huancané	Muestras	46	0	46
	%	9.0	0	9.0
Lampa	Muestras	70	0	70
	%	13.7	0	13.7
Puno	Muestras	99	0	99
	%	19.4	0	19.4
San Román	Muestras	72	0	72
	% del total	14.1	0	14.1
Total	Muestras	510	0	510
	% del total	100	0	100

Nota. Laboratorio del proyecto Tecno leche –PRADERA.

Rios et al., (2019), en referencia a normas técnicas mexicanas reporta que el 42 % de bacterias mesofilas aerobias excedieron los límites permisibles, y que para el análisis se utilizaron métodos moleculares para su cuantificación. Fora (2015) en el Distrito de Sama Inclán – Tacna de 36 proveedores de leche, 31 de estas muestras no sobrepasan los límites máximos permisibles y 5 excedían el límite permisible, estudio que se asemeja a lo encontrado en la región de Puno. Cuando los valores en el conteo de microorganismos resulta elevado se debe a que las bacterias alcanzan la ubre y contaminan la leche antes y después del ordeño, ingresando a través del esfínter del pezón y por las deficientes prácticas de ordeño (Caritas, 2015). Otros estudios realizados por Kaouche et al.,(2014), López et al., (2003) y Kamkar (2005) reportan la presencia de bacterias mesófilas aerobias (*Estafilococo aureus*, *Clostridios* y *Listeria monocytogenes*) desde 30.00 % hasta

56.66 % de estos patógenos, en diferentes tanques de recolección y leche proveniente de diferentes tambos y en épocas variadas entre el calor y frío, sin embargo el adecuado enfriamiento reduce la cantidad de bacterias gram negativas (coliformes) más no así de las bacterias gram positivas o mesófilas (Murdough et al., 2016; Sol et al., 2002). Los resultados del estudio realizado no alcanzó el rango mínimo de 500 000 UFC/mL de carga mesofílica en referencia a lo establecido por la Norma Técnica peruana, sin embargo el riesgo a la contaminación es latente, debido a que la leche extraída de la ubre tiene baja cantidad de bacterias, la misma que es afectada por deficientes prácticas en el ordeño, del medio ambiente interno y externo (estiércol, suelo, polvo, aire, moscas), equipos, materiales, las manos de los ordeñadores y personal de la planta, calidad del agua utilizada en la explotación lechera, incrementando los factores de riesgo para el crecimiento exponencial de bacterias mesofílicas, coliformes y otros microorganismos (Mossel et al., 2003; Cempirkova, 2006, Millogo et al., 2010). Un aspecto a tomar en cuenta es que la mayoría de productores y transformadores de leche en la región, desconocen sobre estos factores que afectan a la producción de leche, así como del cumplimiento de la normatividad peruana u otros reglamentos que regulan y son indicadores del cumplimiento de buenas prácticas de higiene y de manejo, que determinan la vida útil e inocuidad de la leche; además la contaminación microbiana de la leche depende no solo de las deficientes prácticas de higiene en el ordeño, influye también el manejo de las temperaturas en el almacenamiento así como el tiempo que transcurre entre el ordeño y la recolección de la leche (Spreer, 2019), será suficiente que uno de ellos este contaminado para que se estropee el total de la leche.

4.2.2 Bacterias coliformes totales

En la tabla 24 se observa que el 77.8% (397/510) muestras evaluadas superan los límites permisibles de coliformes según la Norma Técnica Peruana 202.001-2003 (Método de ensayo NTP: FIL IDF 73B:1998) este resultado correspondería a una leche considerada como de calidad insatisfactoria para el consumo humano ($> 10^3$ UFC/mL); el resultado de la columna intermedia donde un 2.2. % (11/510) muestras están por debajo del límite mínimo del conteo de coliformes establecido en la referida norma ($<10^2$) considerándose como leche

higienizada, y en la columna de la derecha existe un 20 % (102/510) muestras que están dentro de un rango de limite permisible (10^2 - 10^3 UFC/mL). Resultados que en el análisis regional evidencian uno de los problemas de calidad sanitaria en la leche por ser las bacterias coliformes microorganismos patógenos indicadores para detectar condiciones insalubres de la leche (Martín et al., 2016).

Tabla 24

Bacterias coliformes totales en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022

Provincias		Coliformes totales UFC/ mL			Total
		$> 10^3$ (C. instf.)	$< 10^2$ (H)	10^2 - 10^3 (P)	
Melgar	Muestras	32	4	16	52
	%	6.3	0.8	3.1	10.2
Azángaro	Muestras	138	4	29	171
	%	27.1	0.8	5.7	33.5
Huancané	Muestras	44	0	2	46
	%	8.6	0	0.4	9.0
Lampa	Muestras	40	2	28	70
	%	7.8	0.4	5.5	13.7
Puno	Muestras	71	1	27	99
	%	13.9	0.2	5.3	19.4
San Román	Muestras	72	0	0	72
	% del total	14.1	0	0	14.1
Total	Muestras	397	11	102	510
	% del total	77.8	2.2	20	100

Nota. Laboratorio del proyecto Tecno leche –PRADERA.

C. instf. : Calidad insatisfactoria

H: Higienizada

P: Permisible

Estudios similares fueron reportados por Berhanua et al. (2021) en una recolección aleatoria de 450 muestras de leche determinó que en el transporte desde la granja hasta el punto de venta, el recuento bacteriano total medio se incrementó de $5,0 \pm 0,3$ a $7,2 \pm 0,1$ log UFC/ml, y el recuento medio de coliformes

fue de $4,4 \pm 0,4$ log UFC/ml en la granja y $7,0 \pm 0,2$ log UFC/ml en los puntos de venta, con una media de 5,7 log UFC/ml, resultados que son considerados como de calidad insatisfactoria, y son superiores a la media reportada en nuestro estudio de 3.79 log UFC/ml, también fueron analizadas muestras de agua resultando positivas para bacterias coliformes fecales, con conteos más altos en los equipos de almacenamiento encontrados en puntos de venta minoristas de leche con un recuento de $4,8 \pm 0,5$ log UFC/ml. For a (2015) en el estudio de evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche cruda de vacas en producción del distrito de Sama Inclán de Tacna, en 50 muestras de proveedores de leche, en los meses de febrero a mayo encontró coliformes totales en la cantidad de 10.4×10^4 UFC/ml, representando el 80% de leche como no apta para consumo humano. Banda y Chasquero (2019) en el Distrito de Santa Rosa – Jaén al evaluar parámetros de calidad de leche cruda en los meses de octubre y noviembre, en vacas de cuatro años de edad de la raza Brown Swiss, reportó un conteo de coliformes de 3.08×10^2 (NTP 202.001 2013). Rios et al. (2019) reporta en México la producción de leche de tres fincas lecheras familiares, en 24 muestras de leche cruda durante dos años consecutivos, halló la presencia de 83 % de muestras positivas para coliformes totales, 54 % para coliformes fecales y 46 % para E. coli, resultados que muestran elevada contaminación. Otro estudio realizado en el fundo Arequipa Milk – Majes encontró que el agua de los bebederos de terneros, vaquillas, vaquillonas y de vacas sin tratamiento con Peróxido de Hidrogeno, registrándose los siguientes resultados: *Escherichia coli* 7238/UFC, Coliformes Totales 9513/UFC, Enterobacterias 22869/UFC y Mesofilos Aerobios Totales de 43794/UFC (Ramos,2021); Todos los resultados incluido el presente estudio, confirman los problemas de higiene y la escasez de agua en la mayoría de los productores de la región de Puno, explicándose este problema por las mismas razones de contaminación para bacterias mesófilicas, cuando la leche con un número de bacterias relativamente bajas al salir de la ubre, siempre se incrementarán después del ordeño, por la exposición a diversos contaminantes exógenos (Tadesse y Bacha, 2014). Además de subsistir factores como deficiente higiene de la ubre y del propio animal, utensilios de ordeño mal lavados, malas prácticas de ordeño, inadecuado transporte, exposición permanente de la leche a material fecal, la calidad del agua utilizada para lavar los equipos de ordeño manual y mecánico contribuye a la contaminación de la

leche cruda (Abera y Angaw, 2015; Moreno, 2007; Mohamed y Farah, 2018), así como los conocimientos, actitudes y prácticas deficientes de los manipuladores son parte del problema a lo largo de la cadena de suministro (Gwandu et al., 2018; Múnera-Bedoya et al., 2017), por lo que producir leche de buena calidad higiénica es poco probable en la región de Puno, al no existir medidas adecuadas de control de calidad de la leche, sobre todo que la mayoría de productores y transformadores no aplican ni toman en cuenta normas técnicas, Codex alimentarios que regulan la producción láctea.

4.2.3 Estadísticos descriptivos para bacterias aerobias mesófilas y coliformes totales

Tabla 25

Presencia de bacterias aerobias mesófilas y coliformes totales de leche cruda en seis provincias de la región de Puno

PROVINCIA		Bacterias aerobias mesófilas	Coliformes totales
Melgar	Media	2.85	b
(n=52)	DE	0.63	3.27
Azángaro	Media	3.33	a
(n=171)	DE	0.65	3.75
Huancané	Media	3.27	a
(n=46)	DE	0.52	4.35
Lampa	Media	2.67	b
(n=70)	DE	0.88	3.18
Puno	Media	2.66	b
(n=99)	DE	0.67	3.72
San Román	Media	3.42	a
(n=72)	DE	0.72	4.56
P		0.001	0.001
		***	***

Nota. Medias en la misma columna con letras diferentes, son estadísticamente diferentes a la prueba Tukey ($P < 0.05$).



En la tabla 25, se observa que las cantidades de bacterias aerobias mesófilas y coliformes totales expresados en valores logarítmicos en relación a las seis provincias en estudio son estadísticamente diferentes ($P < 0.001$), sin embargo ninguna de las muestras superan el rango mínimo de $5 \cdot 10^5$ UFC/mL de bacterias aerobias mesófilas establecido en la Norma Técnica Peruana y en el D.S. N° 007-2017-MINAGRI, sin embargo el mayor número de bacterias aerobias mesófilas corresponden a las provincias de San Román, Azángaro y Huancané con 3.42, 3.33 y 3.27 UFC/mL respectivamente; los coliformes totales que si representan un serio problema de contaminación de la leche en la región, más aun que el 77.8 % se considera como leche no apta para el consumo humano superando ampliamente los límites máximos permisibles de 1000 UFC/mL de CT establecidos en la NTP, destacando las provincias de San Román y Huancané con los conteos más altos de 4.56 y 4.35 UFC/mL transformadas a valores logarítmicos.

4.3 Conteo de células somáticas (SCC) en leche cruda de vacas en seis provincias de la región de puno

Tabla 26

Células Somáticas en leche cruda de vacas en seis provincias de la región Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022

provincias		RSC células/mL		Total
		≤500,000	> 500,000	
Melgar	Muestras	44	8	52
	%	8.6	1.6	10.2
Azángaro	Muestras	166	5	171
	%	32.5	1.0	33.5
Huancané	Muestras	43	3	46
	%	8.4	0.6	9.0
Lampa	Muestras	69	1	70
	%	13.5	0.2	13.7
Puno	Muestras	94	5	99
	%	18.4	1.0	19.4
San Román	Muestras	56	16	72
	%	11.0	3.1	14.1
Total	Muestras	472	38	510
	% del total	92.5	7.5	100

Nota. Laboratorio del proyecto Tecno leche –PRADERA. RSC: Recuento de células somáticas. CS: Células somáticas.

En la tabla 26, se observa que el 7.5. % (38/510) muestras han superado el límite permisible de recuento de células somáticas (> 500,000 células/mL) según la normatividad peruana, y el 92.5 % (472/500) muestras que representan la mayoría son iguales o menores al rango de 500, 000 células somáticas. El resultado obtenido podría confirmar que la leche en estudio está relativamente sana, ya que el recuento de células somáticas es un indicador de la salud de la ubre, sin embargo no podemos afirmar que estas muestras de leche sean de buena calidad higiénica, por cuanto existen autores que consideran que aun las vacas que están sanas o que ya se han recuperado de la mastitis deben tener un recuento por debajo de 200 000 células/mL, y las vacas con recuentos superiores a 400 000 células/mL deben ser consideradas como portadoras de una

infección intramamaria (Holko et al., 2019); afectando directamente las características técnicas e higiénicas de la leche según otras normas internacionales, sin embargo la Norma Técnica Peruana considera que el conteo de células somáticas no debe ser mayor a 500,000 CS para que un animal este enfermo. Un estudio de la calidad higiénica de leche cruda en dos años fue realizado por (Gutierrez, 2016) en las zonas de Aplao, Camaná, La Cano-San Isidro y Majes en 3531 muestras concluyéndose que los valores promedio por año para el RCS fueron de $561,296 \pm 415,329$ células/ml; $604,412 \pm 445,635$ células/ml y $700,614 \pm 596,977$ células/ml para los años 2012, 2013 y 2014 respectivamente, indicando que los valores obtenidos en el periodo de estudio en promedio no cumplen el requisito de estándares de las normas vigentes, siendo el único resultado que se asemeja al presente estudio el del año 2012 con 9.2 % en las zonas de Aplao y Camana. Los autores coinciden que para mejorar la calidad sanitaria de la leche, será imprescindible un permanente control de la mastitis subclínica, así como mantener los hatos libres de brucelosis, tuberculosis; siendo el conteo de células somáticas el método más utilizado para el diagnóstico de mastitis subclínica, recomendándose realizarlo como mínimo una vez al mes, siendo importante realizar un seguimiento de los valores de células somáticas y no basarse en análisis puntuales, ya que factores ambientales, nutricionales y de manejo, pueden hacer variar los resultados de estos análisis; tomando en cuenta que los valores normales de células somáticas deben ser menores a 400.000 células somáticas/mL, que permitirían manejar este problema de mejor manera (Carrión, 2001). Esta es la razón fundamental que en la región de Puno debe ser política ganadera no sólo producir mayor cantidad de leche sino, más bien producir leche de alta calidad higiénica con un monitoreo permanente de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, solo así se podrá contribuir de manera favorable a la mejora del sector lechero de nuestras regiones con mayores beneficios económicos y oportunidades para aperturar mercados mucho más competitivos para los productores y transformadores.

Tabla 27

Estadísticos descriptivos de las variables cuantificadas en el estudio de leche cruda en vacas de seis provincias de la región Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022

PROVINCIA	Densidad	Punto crioscópico	Proteína	Lactosa	Grasa	Sólidos totales	Bacterias aerobias mesófilas	Coliformes totales	
Melgar	Media	1.029	-0.547	3.183	4.589	4.117	11.889	2.852	3.268
	DE	0.003	0.054	0.261	0.495	0.600	0.903	0.633	0.925
Azángaro	Media	1.029	-0.554	3.150	4.705	4.151	12.006	3.329	3.749
	DE	0.002	0.043	0.262	0.338	0.700	1.020	0.648	0.870
Huancané	Media	1.030	-0.577	3.246	4.876	3.985	12.107	3.269	4.351
	DE	0.001	0.034	0.160	0.237	0.757	0.964	0.525	0.641
Lampa	Media	1.028	-0.531	3.069	4.582	3.963	11.613	2.674	3.177
	DE	0.002	0.060	0.222	0.317	0.893	1.099	0.879	0.819
Puno	Media	1.030	-0.547	3.253	4.734	3.399	11.386	2.662	3.717
	DE	0.002	0.035	0.264	0.401	0.981	0.996	0.668	0.912
San Román	Media	1.029	-0.557	3.176	4.634	3.807	11.617	3.422	4.562
	DE	0.003	0.051	0.282	0.402	0.851	1.043	0.723	0.457
REGIÓN	MEDIA	1.029	-0.551	3.174	4.687	3.912	11.774	3.068	3.785

La tabla 27 se presentan los resultados de las variables analizadas cuantitativamente, observándose las medias y desviación estándar en las seis provincias de la región de Puno, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 202.001-2003 y el Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI:

- Puno y Lampa, muestran los valores máximos y mínimos de densidad, siendo el promedio regional de 1.02903 g/mL, resultado considerado en el rango establecido por la NTP (mínimo de 1.029 y máximo de 1.340 g/mL),
- Huancané y Lampa, presentan los valores máximos y mínimos de punto crioscópico, con un promedio regional de -0.55132 °C, resultando este último promedio mayor en referencia al rango mínimo de -0,540 °C (NTP).
- Puno y Lampa, registran los valores máximos y mínimos de proteína, con un promedio regional de 3.17424 %, valor último que está comprendido en el rango de 3 y 4% según NTP.
- Huancané y Lampa, registran los valores máximos y mínimos de Lactosa, con un promedio regional de 4.68727 %, comparado con lo establecido en la NTP de 4 % como mínimo superando este rango en todas las provincias y confirmando la buena calidad de esta variable de estudio.



- Azángaro y Puno, presentan los valores máximos y mínimos de grasa, con un promedio regional de 3.91235 %, superando ampliamente al valor mínimo establecido en la NTP de 3.20 %.
- Huancané y Puno, muestran los valores máximos y mínimos de sólidos totales, con una media regional de 11.77386 g/100 g., valor último que estaría cumpliendo y superando lo establecido en la normatividad peruana de 11.4 g/100 g.
- San Román y Puno, registran los valores máximos y mínimos de bacterias aerobias mesófilas, con un promedio regional de 3.06765 UFC, transformados y expresados a valores logarítmicos.
- San Román y Lampa, presentan los valores máximos y mínimos de coliformes totales, con un promedio regional de 3.78535 UFC, transformados y expresados en valores logarítmicos.

CONCLUSIONES

- PRIMERA:** Los promedios de los parámetros físico químicos de calidad de la leche en las seis provincias de la región de Puno, fueron los siguientes: densidad, 1.029 g/mL; punto crioscópico , - 0.5513 °C; proteína, 3.17 %; lactosa, 4.69 %; grasa, 3.91 % y sólidos totales , 11.77 %.
- SEGUNDA:** Al comparar el conteo de bacterias aerobias mesófilas se determinó que el total de leche muestreada no supera el rango establecido en la Norma Técnica Peruana de ($5 \cdot 10^5$ UFC/mL), con un promedio regional de 3.06765 UFC/mL transformados a valores logarítmicos. En el recuento de bacterias coliformes totales, el 77.8% de muestras superan el límite máximo permisible de 1000 UFC/mL , considerándose como leche no apta para el consumo humano; el 2.2 % de leche muestreada con valores menores o iguales a 100 UFC/mL considerado como leche higienizada y un 20 % están en el rango entre 100 y 1000 UFC/mL; con una media de 3.78535 UFC/mL.
- TERCERA:** Al recuento de células somáticas en leche de vacas de las seis provincias de la región de Puno, el 7.5 % de muestras superaron el límite de 500,000 células/ mL, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana.

RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, priorizar la evaluación de la calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda, por cuanto representan los problemas más relevantes de la producción láctea y que afectan a la salud pública de los consumidores finales.
- SEGUNDA:** Se recomienda que las instituciones relacionadas e involucradas en la actividad de ganadería lechera implementen programas permanentes de sensibilización, capacitación y asistencia técnica permanente hacia los productores y las personas que se dedican a la actividad transformadora de la leche, sobre temas de calidad higiénica y sanitaria.
- TERCERA:** La Universidad Nacional del Altiplano, Ministerio de Agricultura, Proyectos e Instituciones involucradas en esta problemática, promuevan la capacitación, aplicación y asistencia técnica en la utilización de codex alimentarios, normas técnicas actualizadas en los productores y transformadores de leche en la región de Puno.
- CUARTA:** Realizar mas estudios de investigación de la calidad físico, química, higiénica y sanitaria de la leche cruda de vacunos en la región de Puno, priorizando las provincias con mayor producción y desarrollo de tecnologías transformadoras, de acuerdo al marco legal de la normatividad técnica actualizada.
- QUINTA:** Realizar los mismos estudios de investigación de calidad en los productos transformados como queso y yogur, que sirvan de diagnóstico para el análisis real de la actividad transformadora de la leche en la región de Puno.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdalá, S., Tú, K., Hisham Khamis, N., & Chong, C. (2019). Modelado de las propiedades dieléctricas de la leche cruda de vaca bajo pasteurización en cuba. *Prog. Electromagnético Res.* <http://dx.doi.org/10.2528/PIERM19052202>
- Abera, Y., & Angaw, M. (2015). Práctica de manipulación y calidad microbiana de la leche cruda de vaca producido y comercializado en la ciudad de Adigrat, en el noreste de Tigray. . . *Biol. Agrícola Saludc.*, *Saludc.* 5 (15), 160–170. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/332258262_Handling_Practice_and_Microbial_Quality_of_Raw_Cow's_Milk_Produced_and_Marketed_In_Adigrat_Town_North_Eastern_Tigray
- Abunna, F., Tasew, N., Ragassa, F., Ayana, D., & Amenu, K. (2019.). Prácticas de manejo, calidad y seguridad de la leche a lo largo de las cadenas de valor lácteas en subciudades seleccionadas de Addis Abeba, Etiopía. *BJSTR.* 13 (1), 9652–9665. <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2019.13.002330>
- Aernouts, B., Polshin, E., Lammertyn, J., & Saeys, W. (2011). Análisis espectroscópico visible y de infrarrojo cercano de la leche cruda para el control de la salud de las vacas: ¿Reflexión o transmitancia? *J. Ciencias de La Leche*, 94, 5315–5329. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4354>
- Aernouts, B., Van Beers, R., Vatiomi, R., Huybrechts, T., Lammertyn, J., & Saeys, W. (2015). Propiedades ópticas a granel visibles e infrarrojas cercanas de la leche cruda. *J. Ciencias de La Leche*, 98, 6727–6738. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9630>
- Alles, A., Wiedmann, M., & Martin, N. (2018). Detección rápida y caracterización de contaminantes postpasteurización en leche fluida pasteurizada. *J. Ciencias de La Leche.*, 101:7746–7756. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17792>
- Amico, D., & Donnelly, C. (2010). Calidad microbiológica de la leche cruda utilizada para la producción de queso artesanal a pequeña escala en Vermont: efecto de las características y prácticas de la granja. *Revista de Ciencia Láctea Vol. 93 N° 1*, 14pp. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2426>

- Aranceta Batrina, J., & Serra Majem, L. (2005). *Leche, lácteos y salud*. Editorial Panamericana. Madrid- España.
- Awadallah, M., & Ahmed, A. (2016). Ocurrencia, genotipificación, genes de la toxina Shiga y factores de riesgo asociados de E. coli aislado de granjas lecheras, manipuladores y consumidores de leche. *Veterinario J*.
- Banda, J., & Chasquero, R. (2019). Control de calidad de la leche fresca del Distrito de Santa Rosa – Jaén.[Tesis de grado]. Universidad Nacional de Jaen Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias.
- Bath, L., Dickinson, N., Tucker, H., & Appleman., Y. (1987). *Ganado Lechero: Principios, Prácticas, Problemas y Beneficios*. 2da. Edición. Editorial Interamericana. México
- Bedregal Cruz, X. K. (2021). Determinación y evaluación de parámetros productivos y reproductivos de vacas lecheras registradas en el servicio de productividad lechera años 2017 y 2018. Irrigacion Majes. [Tesis de pre grado] .Universidad Católica Santa María. Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas. Arequipa - Perú.
- Belbachir, C., Khamri, M., & Saalaoui, E. (2015). Calidad microbiológica de la vaca cruda. leche en tres comunas rurales de la región oriental de Marruecos. *En t. Res. Alimentaria.*, 2015, . J.22 (4), 1675–1680. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Microbiological-quality-of-the-raw-cow-milk-at-of-Belbachir-Khamri/042d7bb2b458d23acede07fef209f4100f90e633>
- Berhanua, L., Gumeb, B., Kassa C, T., Dadid, L., Tegegnemi, T., Getanehmi, A., Sulemangramo, S., & Mereta, S. T. (2021). Calidad microbiana de la leche cruda de vaca y sus predictores a lo largo de la cadena de valor de los lácteos en el suroeste de Etiopía. *Revista Internacional de Microbiología de Alimentos*, 7 pags. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109228>
- Blum, S., Heller, E., Krifucks, O. ., Sela, S., Hammer-Muntz, O., & Leitner, G. (2008). Identificación de un subconjunto de mastitis bovina Escherichia coli. *Veterinario. Microbiol.*, 2008,132, 135–148. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.05.012>

- Brousett, M., Torres, A., Chambi, A., Mamani, B., & Gutiérrez, H. (2015). Calidad fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno- Peru. *Scientia Agropecuaria*, 1–12. <http://dx.doi.org/10.17162/riu.v4i2.683>
- Cajamarca Corte, M. A. (2022). Determinación de la calidad físico química de la leche cruda bovina. [Tesis de grado]. Universidad Politécnica Salesiana. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. - Ecuador.
- Calderon, A., Rodríguez, V., & Martínez, N. (2013). Determinación de adulterantes en leches crudas acopiadas en Montería (Córdoba). *ORINOQUIA*. <https://doi.org/10.22579/20112629.9>
- Carrion, G. M. (2001). *Principios básicos para el control de la mastitis y el mejoramiento de la calidad de la leche*. Informe Técnico. Instituto Politécnico Nacional. Michoacan .- Mexico. Disponible en: http://sappi.ipn.mx/cgpi/archivos_anexo/20061595_3536.pdf
- Celiz, M., & Juarez, D. (2009). Microbiología de la leche. Seminario de procesos fundamentales físico - químicos y microbiológicos. Especialización y Maestría en medio ambiente. Laboratorio de Química F.R. Bahía Blanca. Universidad Tecnológica Nacional. Argentina.
- Cempirkova, B. (2006). Factores que influyen negativamente en la contaminación microbiana de la leche. *Agricultura Tropical y Subtropical*, pag. 220–226,.
- Ceniti, C., Britti, D., Morittu, F., Lopreiato, V., & Costanzo, N. (2019). Evaluación del punto de congelación en leche de búfalas criadas en Calabria, Italia. *Revista Italiana de Seguridad Alimentaria* 2019, 4pp. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2019.7895>
- CODEX STAN, 206. (1999). Norma general para el uso de términos lecheros. Disponible en: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B206-1999%252FCXS_206s.pdf
- Contero R., Requelme N., Cachipundo Ch., & Acurio D. (2021). Calidad de la leche

- cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador. *Revista Ciencias de La Vida*, 31–43. <http://doi.org/10.17163/lgr.n33.2021.03>
- Estrada Martinez, M., & Gutierrez, J. (2011). *El libro blanco de la leche y los productos lácteos*. 1ra. Edición. Editorial CANILEC. México, D.F.. Disponible en: <https://www.lacteosinsustituibles.es/p/archivos/pdf/LibroBlanco.pdf>
- Falder Rivero, A. (2003). *Enciclopedia de los alimentos leche y productos lácteos*.
- FDA (2017). Ordenanza de la leche Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos. Disponible en: <https://www.fda.gov/about-fda/fda-en-espanol>.
- Fora Quispe, G. (2015). *Evaluación de la calidad microbiológica y físico química de la leche cruda del ganado vacuno del Distrito de Sama Inclán - Tacna*. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman. Escuela Académico Profesional de Biología Microbiología
- Gallegos, L. (2004). Análisis de microorganismos aerobios mesófilos. *Analiza Calidad*. Disponible en: https://www.academia.edu/37735938/ANALIZA_CALIDAD_ASESORES_ANALISIS_DE_MICROORGANISMOS_AEROBIOS_MESOFILOS
- García-Garibay, M., & López Munguía, A. (2004). *Biología alimentaria. Productos lácteos*. Editorial Limusa. 636 pp. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=2ctdvBnTa18C>
- García, A. D. (2014). Células somáticas y alto recuento bacteriano. *J. Dairy Sci.*, 4031-5. Disponible en: http://openprairie.sdstate.edu/extension_extra?utm_source=openprairie.sdstate.edu%2Fextension_extra%2F537&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
- Gastelum, A. (2020). *Determinación no invasiva de grasa y proteína en leche, mediante procesamiento de señales ópticas*. Disponible en: <http://ring.uaq.mx/handle/123456789/2416>.
- Girma, Y. (2017). Evaluación del conocimiento, la actitud y la práctica de la comunidad sobre la leche. *J. Veterinario. Ciencia. Tecnología.*, 8 (6), 1–7.

- Godinho, F., Krug, M., Figueiredo, R., Muller, A., Jank, L., Andrade, C., Tomaszewski, D., Hillesheim, R., Kinast, E., Frazzon, A., & Motta, A. (2020). Características microbiológicas y fisicoquímicas de la leche de búfala utilizada para productos lácteos en el sur de Brasil. *Revista de Investigación Láctea*, 6pp. <https://doi.org/10.1017/S002202992000093X>
- Graulet, B., & Girard, C. (2017). Vitaminas B en la leche de vaca: su relevancia para la salud humana. En los productos lácteos en la salud y las enfermedades humanas a lo largo de la vida. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809868-4.00015-7>
- Gutierrez Velarde, M. Y. (2016). Evaluación del recuento de células somáticas y unidades formadoras de colonias en leche cruda entera de productores con módulo de frío, como indicador de calidad sanitaria e higiénica de junio del 2012 a junio del 2014. Majes Arequipa. [Tesis de grado]. Universidad Católica de Santa María. Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia
- Guya, M., Adugna, M., & Mumed, Y. (2019). Producción, comercialización y calidad de la leche en el distrito de Meta en el este de Hararghe, Etiopía. *J. Agric. Ciencia*, 11 (5). <https://doi.org/10.5539/JAS.V11N5P535>
- Gwandu, S., Nonga, H., Mdegela, R., Katakweba, A., Suleiman, T., & Ryoba, R. (2018). Evaluación de la calidad de la leche cruda de vaca en granjas lecheras de pequeños agricultores en la isla de Pemba, Zanzíbar, Tanzania. *Veterinario. Medicina. En T.*, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2018%2F1031726>
- Hawaz, E., Getachew, T., Hailu, Y., Seifu, E., Ketema, M., & Aman, M. (2015). Propiedades fisicoquímicas y calidad microbiana de la leche cruda de vaca recolectada de la cuenca lechera de Harar en el este de Etiopía. *J. Biol. Química Res.*, 32 (2), 606–616. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/307606136_Physicochemical_Properties_and_Microbial_Quality_of_Raw_Cow_Milk_Collected_from_Harar_Milk-shed_Eastern_Ethiopia
- Hayes, W., White, C., & Drake, M. (2004). Características del deterioro de la leche por especies de *Pseudomonas*. *J. Ciencia de Los Alimentos.*, 67:448–454.
- Holko, I., Tančin, V., Vrškova, M., & Tvarožkova, K. (2019). Prevalencia y

- susceptibilidad antimicrobiana de patógenos de la ubre aislados de vacas lecheras en Eslovaquia. *J. Lácteos Res.*, 86, 436–439. <https://doi.org/10.1017/s0022029919000694>
- INDECOPI (2003). Aprueban Norma Técnica Peruana sobre leche y productos lácteos (yogurt). Disponible en : <https://vlex.com.pe/vid/tecnica-peruana-leche-lacteos-yogurt-31441904>
- Inga Zambrano, L. F. (2017). Control de calidad en la densidad de la leche. Universidad Técnica de Machala. Unidad Académica de Ciencias Químicas de la la Salud. Machala- Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11461>
- Jamali, H., Barkema, H., Jaques, M., Levallmie-Bourget, E., Maloui, F., Saini, V., & Stryhn, H. (2018). Incidencia, factores de riesgo y efectos sobre la recurrencia de mastitis clínica en vacas lecheras. *J. Ciencias de Le Leche*.
- Juárez-Barrientos, J., Rodríguez-Miranda, J., Martínez-Sánchez, C., Hernández-Santos, B., Paz-Gamboa, E., Gómez- Aldapa, C., Díaz-Rivera, P., & y Herman-Lara, E. (2015). Evaluación y clasificación de calidad de leches comerciales consumidas en Tuxtepec, Oaxaca, México. *Ecosistema y Recursos Pecuarios*, 2(6), 327-337. <https://doi.org/10.19136/era.a2n6.71>
- Kamkar, A. (2005). *Un estudio sobre la presencia de aflatoxina M1 en el queso feta iraní*”, control de alimentos (Vol. 14). <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.04.018>
- Kaouche, S. A., Benhacine, R., Ghozlane, F., & Mati, A. (2014). Calidad Nutricional e Higiénica de Leche cruda en la región centro-norte de Argelia: correlaciones y factores de riesgo. *Scientific World Journal Volumen 2014*, 7 paginas. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/131593>
- Khudor, M., Abbas, B., & Idbeis, H. B. J. K.-. (2012). Detección de genes de enterotoxinas de Estafilococo áureo aislados de leche cruda. *Veterinario. Res.*, 11 (2), 1-12. <http://dx.doi.org/10.33762/bvetr.2012.54852>
- Knight-Jones, T., Hang’ombe, M., Songe, M., Sinkala, Y., & y Grace, D. (2016). Contaminación microbiana e higiene de la leche fresca de vaca producida por

- pequeños agricultores en el oeste de Zambia. *En t. J. Medio Ambiente. Res. Salud Pública*, 13 (7), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijerph13070737>
- Lacasa, A. (2003). Física y fisicoquímica de la leche. Efectos de los tratamientos tecnológicos. *Ciencias de La Leche*, p.p. 253-255. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=bW_ULacGBZMC&pg=PA254&lp g=PA254&dq=efecto+de+la+densidad+e+la+leche&source=bl&ots=QM-tb15Zir&sig=49DSIFe92f-QA1TslAo25I04bUY&hl=es&sa=X&ved=0ahUK Ewj2xo2-za7UAhUK7CYKHdTpDLIQ6AEINTAD#v=onepage&q=efecto%20de%20la%20densi
- Leal-Gutiérrez, J. D., & Jiménez-Robayo, L. M. (2015). Análisis computacional del efecto de polimorfismos de genes del sistema μ -Calpaína/Calpastatina sobre la calidad de la carne bovina. *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v62n1.49385>
- Leykun, B., Beje, G., Tesfaye, K., Lelisa, S. D., Dechassa, T., Masrie, G., Habib, B., Asegid, G., Sultán, S., & Seid, T. (2021). Calidad microbiana de la leche cruda de vaca y sus predictores a lo largo de la cadena de valor láctea en el suroeste de Etiopía. *Revista Internacional de Microbiología Alimentaria - Elsevier.*, 7pp. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109228>
- Liu, J., Yuanting, Z., Michele, J.-R., Lemay, D., & Mills, D. (2020). Reservorios de genes de resistencia a los antimicrobianos en la leche cruda al por menor. *Liu et Al. Microbioma*, 15 pp. <http://dx.doi.org/10.21203/rs.3.rs-102094/v1>
- López, C., Ramos, S., Ramadán, C., & Bulacio, L. (2003). Presencia de aflatoxina M1 en leche de consumo humano en Argentina”. *Control de Alimentos*, 31 a 34. [http://dx.doi.org/10.1016/S0956-7135\(02\)00049-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0956-7135(02)00049-X)
- Lora M. (2003). Tecnología de Leche: Guía de Prácticas del Curso. Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1991/E16-F47-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Lubote, R., Shahada, F., & Matem, A. (2014). Prevalencia de Salmonella spp. y Escherichia coli en la cadena de valor de la leche cruda en Arusha, Tanzania. *Soy*

- J Res Commun.*, 2(9):1–13. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/265271863_Prevalence_of_Salmonella_spp_and_Escherichia_coli_in_raw_milk_value_chain_in_Arusha_Tanzania
- Luje, D. (2021). Determinación de la calidad y detección de residuos antibióticos en leche cruda de bovino comercializada en el distrito 9 del cantón Quito.[Tesis de grado]. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Disponible en:
<https://www.dspace.uce.edu.ec/bitstreams/15f943ed-1772-41ea-a615-56d401aab60c/download>
- Magariños, H. (2000). Producción Higiénica de la leche cruda. Una guía para la pequeña y mediana empresa. Disponible en:
<http://portal.oas.org/LinkClick.aspx?fileticket=wlyuTwR3IEc%3D>
- Manterola, C., Quiroz, G., Salazar, P., & Garcia, N. (2019). Metodología de los tipos y diseños de estudios más frecuentemente utilizados en investigación clínica. *Revista Medica Clinica Las Condes*, 36–49.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rmcl.2018.11.005>
- Martin, N., Boor, J., & Wiedmann, M. (2018). Efecto de la contaminación posterior a la pasteurización en la calidad de la leche líquida. *J. Ciencias de La Leche.*, 101:861–870. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13339>
- Merhawit, R., Habtamu, T., Berihun, A., & Abrha, B. (2014). Evaluación de la calidad bacteriológica de la leche en granjas lecheras, cafeterías y mayoristas en Adigrat, Tigray, Etiopía. *Eur J Biol Sci.*, 6(4):88–94.
<http://dx.doi.org/10.5829/idosi.ejbs.2014.6.04.8622>
- Millares De La Torre, S. (2003). Mundo Veterinario. Revista Publicada por ALAVET S. A. Lima - Perú
- Millogo, V., Sjaunja, K., Ouédraogo, G., & Agenäs, S. (2010). Higiene de la leche cruda en granjas, unidades de procesamiento y mercados locales en Burkina Faso. *Control de Alimentos*, Vol. 21, págs. 1070–1074.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.12.029>

- Minaya, M. B., Torres, A., Chambi, A., Mamani, B., & Gutiérrez, H. (2015). Calidad fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno –Perú. *Scientia Agropecuaria*, 6 (3): 165 – 176. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.03>
- Mohamed, F., & Farah, A. (2018). Evaluación de la calidad bacteriológica de la leche en la universidad de la granja lechera de Medicina Veterinaria (Cvm) y la granja lechera Kalamino en Mekelle, Tigray, Etiopía. *Lechería y Veterinaria. Ciencia J.*, 8 (2), 1–8. DOI: 10.19080/JDVS.2018.08.555734
- Mohamed, H., Nagy, P., Agbaba, J., & Kamal-Eldin, A. (2020). Uso de espectroscopía de infrarrojo cercano y medio para el análisis de proteínas, grasas, lactosa y sólidos totales en leche cruda de vaca y camello. *Food Chemistry*, pp 20. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127436>
- Montes, M. (2021). Determinación de la calidad de la leche cruda producida por pequeños ganaderos del Canton de Rumiñahui, provincia de Pichincha por medio de análisis automático. Universidad Central del Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25415>
- Moreno, C. (2007). Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto Chicamocha (Departamento de Boyaca). *Revista de Medicina Veterinaria N° 14:*, 61–83, 62–83. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1105&context=mv>
- Mossel, D., Moreno, B., & Struijik, C. (2003). Microbiología de los alimentos. 2da. Edición. Editorial Acribia. Asturias- España. Disponible en: <https://www.iberlibro.com/Microbiolog%C3%ADa-alimentos-D.A.A-Mossel-Moreno-C.B/30039092412/bd>
- Múnera-Bedoya, O., Cassoli, L., Machado, P., & Cerón-Muñoz, M. (2017). Influencia de actitudes y comportamiento de los ordeñadores sobre la calidad higiénica y sanitaria de la leche. *PLoS Uno*, 12 (9), 1–13. Disponible en: <https://es.studenta.com/content/116763192/munera-oscar-2018-identificacion-factores-relacionados/22>
- Mungo, D., & Li, L. (2017). Desarrollo del etiquetado de isótopos químicos LCMS para

la metabolómica de la leche: perfilado completo y cuantitativo del submetaboloma de aminas/fenoles. *Anal. Química*, 89 (8), 4435-4443.

- Muñiz, D., Cerna-Cortes, J., López-Saucedo, C., Morales, E., Bobadilla-del Valle, M., Ponce-León, D., & Estrada-García, T. (2019). Análisis longitudinal de la calidad microbiológica de muestras de leche cruda de vaca recolectadas de tres pequeñas granjas lecheras familiares en México durante un período de 2 años. *Revista de Protección de Alimentos*, 82, páginas 2194–2200. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-19-155>
- Murdough, P., Deitz, K., & Pankey, J. (2016). Efectos de la congelación en la viabilidad de nueve patógenos de cuartos con mastitis subclínica. *Revista de Ciencia Láctea*, Vol. 79, 334–336. <https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302%2896%2976368-3>
- Murinda, S., Ibekwe, M., Rodríguez, K., Quiroz, A., Mujica, P., & Osmon, K. (2018). Productor de toxina Shiga *Escherichia coli* mastitis: Una perspectiva internacional. *Patógenos y enfermedades transmitidos por los alimentos*, p: 18. <https://doi.org/10.1128%2Fmra.00166-23>
- Murray, P., Rosenthal, K., & Pfaller, M. (2009). *Microbiología Médica*. 6ta. Edición. Editorial Elsevier. Disponible en: <https://bibcatalogo.uca.es/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=856371>
- O’Callaghan, T., Vázquez-Fresno, R., Serra-Cayuela, A., E., D., Mandal, R., Hennessy, D., McAuliffe, S., Dillon, P., Wishart, D., Stanton, C., & Ross, R. (2018). La alimentación con pasto cambia el metaboloma del rumen y la leche bovinos. *Metabolitos*, 8 (2), 27. <https://doi.org/10.3390/metabo8020027>
- Obregon, D., & Zambrano, Z. (2017). Evaluación microbiológica (aerobios mesófilos, *Bacillus cereus* y *Staphylococcus aureus*) y químico - toxicológica de metales pesados (pb, hg) en leche para consumo humano en el distrito de Puente Piedra - Lima. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica. Lima - Perú
- Oliszewski, R., Cisint, J. C., & Medina, C.F. (2016). Caracterización composicional, física-química y microbiológica de leche de vaca de la cuenca de Trancas. *Revista*

- Argentina de Producción Animal*, 1–9. Disponible en:
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/61341/CONICET_Digital_Nro.0a7dc177-2e52-4f15-a047-522958a0f393_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Oliver, S., Boor, K., Murphy, S., & Murinda, S. (2009). Food Safety Hazards Associated with Consumption of Raw Milk. *Foodborne Pathog Dis.*, 6(7).
<https://doi.org/10.1089/fpd.2009.0302>
- Oliver, S., Jayarao, B., & Almeida, R. (2005). Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: food safety and public health implications. *Foodborne Pathog Dis.*, 2(2):115-29. <http://dx.doi.org/10.1089/fpd.2005.2.115>
- Panaqué, M. (2021). Calidad físico química y microbiológica de la leche cruda acopiada en planta del grupo Gloria - Chiclayo. Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.12893/10068>
- Pandey, N., Kumari, A., Varma, A., Sahu, S., & y Akbar, M. (2014). Impacto de la aplicación Prácticas higiénicas en granja sobre la calidad bacteriológica de la leche cruda. *Veterinario. Mundo*, 7 (9), 754–758.
<http://dx.doi.org/10.14202/vetworld.2014.754-758>
- Paucar, A. (2021). Control de calidad de un centro de acopio de leche cruda en la provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. - Ecuador. Disponible en:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23660/1/UPS-CT010143.pdf>
- Perez, G. (1984). *Bioquímica y microbiología de la leche*. 1ra. Edición. Editorial Limusa. Ciudad de México. Disponible en: http://biblioteca.unfv.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=54825&shelfbrowse_itemnumber=80467
- PRA- Buenaventura (2022). *Manual Buenas Prácticas de ordeño*. Universidad Peruana Unión. Lima - Perú. Disponible en:
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-peruana-union/tecnologia-de-alimentos-ii/buenas-practicas-de-ordeno-buenaventura-caritas/67523032>
- Pesce, A., Salzano, C., Felice, D., Garofalo, F., Palermo, P., & Guarino, A. (2016). Monitoreo del punto de congelación de la leche de bufala. *Revista Italiana de Seguridad Alimentaria*, 5, 95–97. <http://dx.doi.org/10.4081/ijfs.2016.5691>



- Philpot, W. N. (2001). Importancia de la cuenta de células somáticas y los factores que
https://www.researchgate.net/publication/26538737_Importancia_del_conteo_de_celulas_somaticas_en_la_calidad_de_la_leche. Referencia cruzada
- Piñeros, G., Tellez, G., & Cubillos, A. (2005). La calidad como factor de competitividad en la cadena láctea; cuenca lechera del alto Chicamocha (Boyaca). [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Bogotá - Colombia
- Potena, A., Bove, D., Cocca, T., Haubner, T., & Zicarelli, L. (2001). Andamento di alcune componenti del latte di bufala in funzione della distanza dal parto: risultati preliminari. *Atti I Congresso Nazionale Sull'allevamento Del Buffalo*, págs. 231–35. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1023/B:VERC.0000045390.81982.4d>
- Ragni, L., Iaccheri, E., Cevoli, C., & Berardinelli, A. (2016). Fotometría pulsada sensible al espectro para predecir el contenido de grasa de la leche comercializada. *J. Ing. de Alimentos*, 171, 95–101. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.06.008> [Referencia cruzada].
- Ramos Chura, D. Y. (2021). Efecto del peróxido de hidrogeno en la calidad microbiológica del agua (mesofilos aerobios totales, coliformes totales, escherichia coli y enterobacterias) de bebederos en vacas, vaquillas, vaquillonas y terneros en el fundo AQP Milk en la irrigación de Majes.[Tesis de grado]. Universidad Católica de Santa María. Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Reichler, S., Trmčić, N., Martin, Y., Boor, K., & Wied, M. (2018). Las cepas bacterianas del grupo son responsables de la contaminación posterior a la pasteurización repetida y esporádica y de la reducción de la vida útil de la leche líquida. *J. Ciencias de La Leche*. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14438>
- Reta, M., Bereda, T., & Alemu, A. (2016). Contaminaciones bacterianas de la leche cruda de vaca consumido en la ciudad de Jigjiga del estado regional somalí, este de Etiopía. En t. J. Contaminación de alimentos. 3 (4), 1–9. En t. J. *Contaminación de Alimentos*, 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40550-016-0027-5>

- Reyes, B., & Soltero, S. (2007). *Microbiología de la leche cruda de vaca. Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y su Derivados (COFOCALEC)*. 1ra. Edición. Disponible en: <https://www.editdiazdesantos.com/libros/ellner-richard-microbiologia-de-la-leche-y-de-los-productos-lacteos-L03004410101.html>
- Rios, D., Cerna, J., López, C. ., Morales, E., Bobadilla, M., Ponce, A., & Estrada, T. (2019). Análisis longitudinal de la calidad microbiológica de muestras de leche cruda de vaca recolectadas de tres pequeñas granjas lecheras familiares en México durante un período de 2 años. *Revista de Protección de Alimentos, Vol. 82, Núm. 12*. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-19-155>
- Rivera, I. . (2006). Determinación de Curvas de Lactancia del Hato Bovino Criollo Saavedreño en Santa Cruz - Provincia Obispo Santiesteban.[Tesis de Grado]. Universidad Autónoma “Gabriel Rene Moreno. Facultad de Ciencias Veterinarias. Santa Cruz - Bolivia
- Rojas, F. (2007). *Bovinos: Manejo y crianza* . 1ra. Edición. Impresión en Puno - Perú.
- Rojas, R. (2005). Índices productivos y reproductivos del bovino Criollo en el departamento de Puno. *Archivos de Zootecnia Vol. 54 Num. 206 – 207, Disponible En: Http: //Dialnet. Unirioja .Es/Servlet /Oaiart?Codigo=1430277 (Revista) ISSN 0004-0592 (Accesado 21/09/2023)*.
- Rojas, R., Murphy, S., Wiedmann, M., & Martin, N. (2019). Petrifilm de coliformes como método alternativo para la detección de bacterias gramnegativas totales en leche líquida. *J. Ciencias de La Leche.*, 1–4. Disponible en: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1409677O/guia-interpretacion-petrifilm-coliformes.pdf>
- Saavedra, K. (2003). *Calidad de leche fresca que se consume en la localidad de Sullana, Departamento de Piura*.
- Safaeia, B., Fatemeh, S., Seed Reza, S., Mohadeseh, P., & Afsaneh, M. (2018). Datos sobre la calidad microbiologica de la leche cruda de vaca en la provincia de Azrebaiyan Oriental, Iran. *Science Direct*, 6 pp.
- Salas Zamalloa, P. F. (2007). Determinación de residuos de antibióticos betalactámicos en leche de vacas postratamiento contra mastitis mediante un ensayo

- inmunoenzimático. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7217>
- Sanchez, D., Garzaandez-Castellano, L., Morales-delaNuez, A., Herra-Chavez, B., Arguello, A., & Castro, N. (2020). Células somáticas: una herramienta potencial para acelerar la maduración del queso de cabra bajo en grasa. *En t. Lácteos J.*, 102.
- Santana, E., Beloti, V., & Müller, E. (2004). Contaminación de leche en diferentes puntos del proceso lácteo: (ii) microorganismos mesófilos, psicrotróficos y proteolíticos. *Semina: Ciencias Agrarias*, vol. 25, págs. 349–358. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2004V25N4P349>.
- Schoder, D., Kareem, A., Baumgartner, W., & Wagner, M. (2003). Un caso de mastitis ovina esporádica causada por *Listeria monocytogenes* y su efecto sobre la contaminación de la leche cruda y quesos de leche cruda producidos en la lechería en la granja. *J. Lácteos Res.*, 70:395–401. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-dairy-research/article/case-of-sporadic-ovine-mastitis-caused-by-listeria-monocytogenes-and-its-effect-on-contamination-of-raw-milk-and-rawmilk-cheeses-produced-in-the-onfarm-dairy/DA1764B603AF847F3E107551FA543EE1>
- Senevirathne M. U., & Adikari A.M. (2016). Evaluación de los factores de vaca y la composición de la leche en la depresión del punto de congelación de la leche de vaca. *Int J de Livest Res*, 6:61-7.
- Shah, T., Shah, Q., Shah, J., Arain, M., Saeed, M., Siyal, F., Soomro, R., & Brohi, S. (2016). Calidad microbiológica de la leche cruda y riesgo para la salud asociado en la región de Hyderabad en Pakistán. *En t. J. Nutrición Alimentaria. Seguro.*, 7 (2), 61–77. Disponible en: https://www.academia.edu/43506351/Hygienic_Quality_of_Raw_Cows_Milk_at_Farm_level_in_Dharan_Nepal
- Signorini, M., Sequeira, G., Bonazza, J., Dalla, R., & Marti, L. (2008). Utilización de Microorganismos marcadores para la evaluación de las condiciones higiénico – sanitarias en la producción primaria de leche. *Rev FCV-LUZ.*, 8(2):207-217.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/959/95918213.pdf>

- Slaghuis, B. (2001). El punto de congelación de Leche de tanque a granel auténtica y original de granja en los Países Bajos. *Int Lechería J*, 11:121-6.
- Sol, J., Sampimon, O., Hartman, E., & Barkema, H. (2002). Efecto del precultivo de congelación e incubación en el aislamiento bacteriológico de muestras de mastitis subclínica. *Microbiología Veterinaria*, págs. 241–249. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(01\)00507-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(01)00507-7)
- Spreer, E. (2019). *Lactología industrial* . 2da. Edición. Editorial Acribia. Zaragoza - España. Disponible en: https://www.editorialacribia.com/libro/lactologia-industrial_53969/
- Tadesse, T. y, & Bacha, K. (2014). Calidad microbiológica y seguridad de la leche cruda recolectada del distrito de Kersa, zona de Jimma, suroeste de Etiopía. *J. Biol. Química Res.*, 546– 561. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/262637379_Microbiological_Quality_and_Safety_of_Raw_Milk_Collected_from_Kersa_District_Jimma_Zone_Southwest_Ethiopia
- Taverna, M. (2005). *La Calidad de la leche y de los quesos*. 1ra. Edición. Editorial INTA . Buenos Aires - Argentina . Disponible en: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/7433/INTA_CIA_InstitutodeTecnologiadeAlimentos_Rossetti_L_Diferenciaci%C3%B3n_de_leche_y_productos_1%C3%A1cteos_enriquecidos_naturalmente.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tegegne, B., & Tesfaye, S. (2017). Calidad bacteriológica de la leche: posibles factores higiénicos y el rol de *Staphylococcus aureus* en la leche bovina cruda en y alrededor de Gondar, Etiopía. En t. *J. Contaminación de alimentos*. 4 (1), 1–9. En t. *J. Contaminación de Alimentos.*, 4 (1), 1–9.
- UNAD. (2016). *Definición, Composición, Estructura Y Propiedades de la Leche*. Universidad Abierta y a Distancia- Escuela de Ciencias Básicas. FAO. Disponible en: <https://silo.tips/download/definicion-composicion-estructura-y-propiedades-de-la-leche>
- Vallejo, Diaz, Morales, Godoy, C. y C. (2018). Calidad físico química e higiénica

- sanitaria de la leche en sistemas de producción doble proposito, Manibi - Ecuador. *Revista de Investigación Talentos*. Disponible en: <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/28>
- Vargas, J. (1999). *Elaboración de Productos Lácteos*. [Guía de prácticas]. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima- Perú
- Viera Valencia, M. A. (2013). Parámetros de calidad de leche de vacuno en los distritos de Apata, Matahuasi y Concepción en el valle del Mantaro.[Tesis de grado].Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de Zootecnia. Lima Peru.
- Villegas de Gante, A. (2012). *Manual basico para elaborar productos lácteos*. 2da. Edición. Editorial Trillas. Lima Perú. 182 pp.
- Wang, J., MacNeil, J., & Kay, E. (2012). Análisis químico de residuos de antibióticos en los alimentos, , 2012. *Wiley, Nueva Jersey*. DOI:10.1002/9781118067208
- Wellnitz, O. y, & Bruckmaier, R. (2012). La respuesta inmune innata de la glándula mamaria bovina a la infección bacteriana. *Veterinario, J .*, 192, 148–152. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.09.013>
- Whitehead, J., & y Lake, B. (2018). Tendencias recientes en brotes, legalización y consumo de leche líquida no pasteurizada en los Estados Unidos. *Curr PLoS.*, 10. Disponible en: <http://www.bcherdshare.org/education/study-highlights.pdf>
- Yilma, Z. (2010). Factores de calidad que afectan el negocio formal de la leche en Etiopía; Experiencias de áreas potenciales lecheras seleccionadas. *Addis Abeba: Organización Holandesa Para El Desarrollo (SNV)*.
- Zavala, J. (2009). Manual de centros de acopio y pasteurización, en pequeña escala. *DGPA Dirección General de Promoción Agraria. Ministerio de Agricultura Dirección de Crianzas*. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgca/manual-centros-de-acopioypasteurizacion.pdf>
- Zelalem, Y., & Bernard, F. (2006). Manipulación y carga microbiana de leche de vaca y leche irgofermentada recolectada de diferentes tiendas y productores en las tierras



altas centrales de Etiopía. *Eth J Anim Prod.*, 6(2):67–82. Disponible en:
<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2784622>.

Zigo, F., Elecko, J., Farkašova, Z., Zigova, M., Vasil', M., Ondrašovicova, S., & Kudeělkova, L. (2019). Métodos preventivos en la reducción de patógenos de mastitis en vacas lecheras. *J. Microbiol. Biotecnología. Ciencia de La Comida*, 9, 121–126.

Zorro, P., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P., & O'Mahony, J. (2015). Química y Bioquímica Láctea. *Springer International Publishing: Cham, Suiza*,.



ANEXOS

Anexo 1. Datos originales de las características físico químicas y microbiológicas, de leche cruda de vacunos en seis provincias de la región de Puno, periodo noviembre 2021 – junio 2022.

N°	Provincia	Distrito	Cantidad	Fis(D°)	Fis(PC)	Quim (Urea)	Quim (Atb)	Quim (PT)	Quim (Lct)	Quim (Grasa)	Quim (ST)	Mic (Msf)	Mic (Col)	RSC
1	Melgar	Santa Rosa	1	1,0293	-0,56	0	0	3,2	4,8	3,9	8,7	310	300	Aceptable
2	Melgar	Santa Rosa	2	1,0322	-0,62	0	0	3,5	4,9	4,5	9,6	320	200	Aceptable
3	Melgar	Santa Rosa	3	1,0154	-0,3	0	0	1,8	4,10	3,7	4,9	315	200	Aceptable
4	Melgar	Santa Rosa	4	1,0211	-0,42	0	0	2,4	4,11	4,9	6,7	340	2600	Aceptable
5	Melgar	Santa Rosa	5	1,0211	-0,42	0	0	2,4	4,12	4,9	6,7	1200	200	Aceptable
6	Melgar	Santa Rosa	6	1,0310	-0,59	0	0	3,3	5,0	4,2	9,2	450	1800	No aceptable
7	Melgar	Santa Rosa	7	1,0291	-0,54	0	0	3,1	4,7	3,2	8,5	2600	7000	Aceptable
8	Melgar	Santa Rosa	8	1, 0322	-0,62	0	0	3,5	5,3	4,5	9,6	3000	2000	Aceptable
9	Melgar	Santa Rosa	9	1,0289	-0,57	0	0	3,2	4,8	4,8	8,8	5600	2000	Aceptable
10	Melgar	Santa Rosa	10	1,0307	-0,59	0	0	1,8	2,7	4,0	9,1	1000	7000	Aceptable
11	Melgar	Santa Rosa	11	1,0255	-0,51	0	0	2,9	4,3	5,0	7,9	7000	5000	Aceptable
12	Melgar	Santa Rosa	12	1,0307	-0,59	0	0	3,3	5	4,0	9,1	1000	1500	Aceptable
13	Melgar	Santa Rosa	13	1,0299	-0,58	0	0	3,3	4,9	4,7	9	550	4000	Aceptable
14	Melgar	Santa Rosa	14	1,0274	-0,53	0	0	3,0	4,6	4,6	8,3	600	1000	No aceptable
15	Melgar	Santa Rosa	15	1,0293	-0,56	0	0	3,2	4,8	3,9	8,7	310	50	Aceptable
16	Melgar	Santa Rosa	16	1,028	-0,49	0	0	3,1	4,4	3,4	8,2	460	80	Aceptable
17	Melgar	Santa Rosa	17	1,0274	-0,51	0	0	3,3	4,6	3,6	7,9	250	2000	Aceptable
18	Melgar	Santa Rosa	18	1,0283	-0,51	0	0	3,0	4,1	3,6	7,9	1000	1700	Aceptable
19	Melgar	Santa Rosa	19	1,0272	-0,51	0	0	3,5	4,5	4,0	7,8	4000	5000	Aceptable
20	Melgar	Santa Rosa	20	1,0279	-0,49	0	0	3,5	4,2	3,5	7,5	500	100	Aceptable
21	Melgar	Umachiri	21	1,0286	-0,51	0	0	1,8	2,7	4,0	8,1	5000	1000	Aceptable
22	Melgar	Umachiri	22	1,028	-0,58	0	0	3,5	5,3	5,0	8,9	7000	500	Aceptable

23	Melgar	Cupi	23	1,0287	-0,566	0	0	3,2	4,8	4,7	8,7	120	300	Acceptable
24	Melgar	Cupi	24	1,0292	-0,571	0	0	3,2	4,8	4,5	8,8	60	10	Acceptable
25	Melgar	Cupi	25	1,0301	-0,566	0	0	3,2	4,8	3,5	8,8	200	1500	Acceptable
26	Melgar	Cupi	26	1,0292	-0,549	0	0	3,1	4,7	3,4	8,6	1900	450	Acceptable
27	Melgar	Cupi	27	1,0311	-0,587	0	0	3,3	5,0	3,6	9,1	120	130	No acceptable
28	Melgar	Cupi	28	1,0287	-0,563	0	0	4,1	4,8	3,7	8,5	4000	600	Acceptable
29	Melgar	Umachiri	29	1,0300	-0,563	0	0	3,1	3,9	3,5	8,0	3200	60	Acceptable
30	Melgar	Umachiri	30	1,0301	-0,582	0	0	3,3	4,9	4,2	9,0	100	1300	Acceptable
31	Melgar	Umachiri	31	1,0302	-0,584	0	0	3,3	4,9	4,3	9,0	10	200	Acceptable
32	Melgar	Umachiri	32	1,0294	-0,552	0	0	3,1	4,7	3,4	8,6	120	150	Acceptable
33	Melgar	Umachiri	33	1,0281	-0,532	0	0	3	4,6	3,7	8,3	120	160	Acceptable
34	Melgar	Umachiri	34	1,0286	-0,548	0	0	3,1	4,7	4,0	8,5	1600	3100	Acceptable
35	Melgar	Nuñoa	35	1,0297	-0,57	0	0	3,2	4,8	4,1	8,8	940	2900	Acceptable
36	Melgar	Nuñoa	36	1,0267	-0,51	0	0	2,9	4,4	4,1	8,1	800	280	Acceptable
37	Melgar	Cupi	37	1,0293	-0,52	0	0	3,2	4,3	4,0	8,7	3200	24200	No acceptable
38	Melgar	Cupi	38	1,0288	-0,571	0	0	3,1	4,2	4,1	8,6	4300	19300	No acceptable
39	Melgar	Cupi	39	1,0293	-0,556	0	0	3,1	5,2	3,7	8,7	1200	43400	No acceptable
40	Melgar	Cupi	40	1,0294	-0,559	0	0	3,1	4,5	2,7	8,5	4000	23100	Acceptable
41	Melgar	Cupi	41	1,0302	-0,575	0	0	3,3	4,5	4,4	9,0	2000	16400	Acceptable
42	Melgar	Cupi	42	1,0282	-0,551	0	0	3,1	4,7	4,6	8,5	5600	19800	Acceptable
43	Melgar	Cupi	43	1,0271	-0,555	0	0	3,1	4,7	5,7	8,5	1500	23400	No acceptable
44	Melgar	Cupi	44	1,0307	-0,612	0	0	3,4	4,5	5,1	9,3	450	21700	Acceptable
45	Melgar	Cupi	45	1,0282	-0,549	0	0	3,1	4,5	4,4	8,5	300	24400	Acceptable
46	Melgar	Cupi	46	1,0317	-0,631	0	0	3,5	5,2	5,1	9,6	200	12400	Acceptable
47	Melgar	Cupi	47	1,0284	-0,536	0	0	3,0	4,6	3,6	8,4	150	22100	Acceptable
48	Melgar	Cupi	48	1,0297	-0,555	0	0	3,2	4,9	4,3	8,6	3000	11300	Acceptable
49	Melgar	Cupi	49	1,0279	-0,545	0	0	3,1	4,6	4,5	8,4	2000	24500	Acceptable
50	Melgar	Cupi	50	1,03	-0,556	0	0	3,2	4,8	3,1	8,7	150	24200	No acceptable
51	Melgar	Cupi	51	1,0293	-0,562	0	0	3,2	4,8	3,8	8,7	190	22100	Acceptable
52	Melgar	Cupi	52	1,0299	-0,582	0	0	3,3	4,9	4,4	9,0	250	33100	Acceptable

Anexo 2. Promedio, desviación estándar y coeficiente de variabilidad, con conteo de bacterias aerobias mesófilas y coliformes totales transformados a valores logarítmicos en 510 muestras de leche en 06 provincias de la región de Puno

N°	Provincia	Rep.	Densidad	Punto crioscópico	Proteína	Lactosa	Materia grasa	Sólidos totales	Bacterias aerobias mesófilas	Coliformes totales
1	1	1	1.029	-0.560	3.2	4.8	3.9	11.9	2.49	2.48
2	1	2	1.032	-0.620	3.5	4.9	4.5	12.9	2.51	2.30
3	1	3	1.015	-0.300	2.7	4.1	3.7	10.5	2.50	2.30
4	1	4	1.021	-0.420	2.4	4.1	4.9	11.4	2.53	3.41
5	1	5	1.021	-0.420	2.4	4.1	4.9	11.4	3.08	2.30
6	1	6	1.031	-0.590	3.3	5.0	4.2	12.5	2.65	3.26
7	1	7	1.029	-0.540	3.1	4.7	3.2	11.0	3.41	3.85
8	1	8	1.032	-0.620	3.5	5.3	4.5	13.3	3.48	3.30
9	1	9	1.029	-0.570	3.2	4.8	4.8	12.8	3.75	3.30
10	1	10	1.031	-0.590	3.3	2.7	4.0	10.0	3.00	3.85
11	1	11	1.026	-0.510	2.9	4.3	5.0	12.2	3.85	3.70
12	1	12	1.031	-0.590	3.3	5.0	4.0	12.3	3.00	3.18
13	1	13	1.030	-0.580	3.3	4.9	4.7	12.9	2.74	3.60
14	1	14	1.027	-0.530	3.0	4.6	4.6	12.2	2.78	3.00
15	1	15	1.029	-0.560	3.2	4.8	3.9	11.9	2.49	1.70
16	1	16	1.028	-0.490	3.1	4.4	3.4	10.9	2.66	1.90
17	1	17	1.027	-0.510	3.3	4.6	3.6	11.5	2.40	3.30
18	1	18	1.028	-0.510	3.0	4.1	3.6	10.7	3.00	3.23
19	1	19	1.027	-0.510	3.5	4.5	4.0	12.0	3.60	3.70
20	1	20	1.028	-0.490	3.5	4.2	3.5	11.2	2.70	2.00
21	1	21	1.029	-0.510	3.2	2.7	4.0	9.9	3.70	3.00
22	1	22	1.028	-0.580	3.5	5.3	5.0	13.8	3.85	2.70
23	1	23	1.029	-0.566	3.2	4.8	4.7	12.7	2.08	2.48
24	1	24	1.029	-0.571	3.2	4.8	4.5	12.5	1.78	1.00
25	1	25	1.030	-0.566	3.2	4.8	3.5	11.5	2.30	3.18
26	1	26	1.029	-0.549	3.1	4.7	3.4	11.2	3.28	2.65
27	1	27	1.031	-0.587	3.3	5.0	3.6	11.9	2.08	2.11

28	1	28	1.029	-0.563	4.1	4.8	3.7	12.6	3.60	2.78
29	1	29	1.030	-0.563	3.1	3.9	3.5	10.5	3.51	1.78
30	1	30	1.030	-0.582	3.3	4.9	4.2	12.4	2.00	3.11
31	1	31	1.030	-0.584	3.3	4.9	4.3	12.5	1.00	2.30
32	1	32	1.029	-0.552	3.1	4.7	3.4	11.2	2.08	2.18
33	1	33	1.028	-0.532	3.0	4.6	3.7	11.3	2.08	2.20
34	1	34	1.029	-0.548	3.1	4.7	4.0	11.8	3.20	3.49
35	1	35	1.030	-0.570	3.2	4.8	4.1	12.1	2.97	3.46
36	1	36	1.027	-0.510	2.9	4.4	4.1	11.4	2.90	2.45
37	1	37	1.029	-0.520	3.2	4.3	4.0	11.5	3.51	4.38
38	1	38	1.029	-0.571	3.1	4.2	4.1	11.4	3.63	4.29
39	1	39	1.029	-0.556	3.1	5.2	3.7	12.0	3.08	4.64
40	1	40	1.029	-0.559	3.1	4.5	2.7	10.3	3.60	4.36
41	1	41	1.030	-0.575	3.3	4.5	4.4	12.2	3.30	4.21
42	1	42	1.028	-0.551	3.1	4.7	4.6	12.4	3.75	4.30
43	1	43	1.027	-0.555	3.1	4.7	5.7	13.5	3.18	4.37
44	1	44	1.031	-0.612	3.4	4.5	5.1	13.0	2.65	4.34
45	1	45	1.028	-0.549	3.1	4.5	4.4	12.0	2.48	4.39
46	1	46	1.032	-0.631	3.5	5.2	5.1	13.8	2.30	4.09
47	1	47	1.028	-0.536	3.0	4.6	3.6	11.2	2.18	4.34
48	1	48	1.030	-0.555	3.2	4.9	4.3	12.4	3.48	4.05
49	1	49	1.028	-0.545	3.1	4.6	4.5	12.2	3.30	4.39
50	1	50	1.030	-0.556	3.2	4.8	3.1	11.1	2.18	4.38
51	1	51	1.029	-0.562	3.2	4.8	3.8	11.8	2.28	4.34
52	1	52	1.030	-0.582	3.3	4.9	4.4	12.6	2.40	4.52
53	2	1	1.032	-0.620	3.5	5.3	4.5	13.3	3.48	3.30
54	2	2	1.026	-0.510	2.9	4.3	5.0	12.2	4.85	3.70
55	2	3	1.031	-0.590	3.3	5.0	4.0	12.3	4.00	3.18
56	2	4	1.030	-0.580	3.3	4.9	4.7	12.9	2.75	3.60
57	2	5	1.027	-0.530	2.9	4.3	3.8	11.0	4.25	3.00
58	2	6	1.032	-0.620	3.5	5.3	4.5	13.3	3.66	3.30
59	2	7	1.028	-0.470	3.5	4.2	3.5	11.2	3.43	2.85
60	2	8	1.029	-0.520	3.2	4.8	4.5	12.5	4.26	2.90

61	2	9	1.028	-0.528	3.0	4.5	3.7	11.2	2.30	3.24
62	2	10	1.030	-0.540	3.1	4.7	2.9	10.7	3.76	2.08
63	2	11	1.030	-0.550	3.2	4.8	3.0	11.0	3.80	2.37
64	2	12	1.012	-0.430	2.2	3.3	4.6	10.1	3.72	3.09
65	2	13	1.027	-0.530	3.0	4.5	4.8	12.3	3.86	2.27
66	2	14	1.028	-0.520	3.0	4.5	3.7	11.2	3.78	2.16
67	2	15	1.027	-0.520	3.0	4.5	4.4	11.9	3.43	2.48
68	2	16	1.029	-0.530	3.1	4.6	2.9	10.6	3.53	3.79
69	2	17	1.029	-0.546	3.0	4.7	3.8	11.5	2.76	3.41
70	2	18	1.029	-0.534	3.1	4.7	4.1	11.9	2.81	3.16
71	2	19	1.028	-0.532	3.0	4.6	3.4	11.0	3.51	2.18
72	2	20	1.028	-0.467	2.7	4.0	4.5	11.2	2.75	2.40
73	2	21	1.027	-0.576	3.2	4.8	3.5	11.5	3.18	3.55
74	2	22	1.029	-0.547	3.1	4.7	4.0	11.8	3.99	2.37
75	2	23	1.028	-0.534	3.0	4.6	3.8	11.4	4.16	2.25
76	2	24	1.029	-0.598	3.0	4.7	3.9	11.6	2.89	2.38
77	2	25	1.031	-0.540	3.5	4.8	3.8	12.1	3.08	2.99
78	2	26	1.027	-0.520	2.9	4.4	4.5	11.8	2.77	3.08
79	2	27	1.026	-0.490	2.8	4.3	4.0	11.1	3.83	3.01
80	2	28	1.029	-0.570	3.2	4.8	4.4	12.4	3.65	3.26
81	2	29	1.029	-0.560	3.2	4.8	4.5	12.5	2.95	3.18
82	2	30	1.029	-0.540	3.0	5.0	3.8	11.8	4.00	3.54
83	2	31	1.027	-0.507	2.9	4.4	4.2	11.5	2.81	3.22
84	2	32	1.031	-0.620	3.4	5.2	5.1	13.7	4.63	3.99
85	2	33	1.027	-0.506	2.9	4.4	3.8	11.1	4.08	3.15
86	2	34	1.029	-0.560	3.1	4.7	4.6	12.4	2.57	3.28
87	2	35	1.028	-0.550	3.1	4.7	5.4	13.2	3.65	3.11
88	2	36	1.028	-0.560	3.1	4.7	5.6	13.4	3.83	2.86
89	2	37	1.029	-0.567	3.2	4.8	4.3	12.3	2.85	3.28
90	2	38	1.030	-0.560	3.2	4.8	3.8	11.8	2.60	2.90
91	2	39	1.030	-0.560	3.2	4.8	3.6	11.6	2.70	2.00
92	2	40	1.030	-0.580	3.3	4.9	4.4	12.6	3.51	3.08
93	2	41	1.030	-0.580	3.3	4.9	4.1	12.3	2.85	2.96

94	2	42	1.030	-0.570	3.5	4.5	3.7	11.7	2.65	3.11
95	2	43	1.027	-0.510	2.9	4.4	3.6	10.9	2.68	3.08
96	2	44	1.027	-0.500	2.9	4.4	3.8	11.1	2.85	3.18
97	2	45	1.028	-0.550	3.1	4.7	5.1	12.9	2.30	3.04
98	2	46	1.027	-0.520	2.9	4.5	3.7	11.1	1.70	2.99
99	2	47	1.027	-0.510	2.9	4.4	4.0	11.3	2.70	3.76
100	2	48	1.028	-0.570	3.2	4.5	3.6	11.3	2.89	3.23
101	2	49	1.031	-0.570	3.3	4.9	3.5	11.7	1.95	2.08
102	2	50	1.026	-0.530	3.0	4.5	5.2	12.7	1.30	2.11
103	2	51	1.028	-0.530	3.0	4.5	4.1	11.6	2.85	2.30
104	2	52	1.024	-0.450	2.6	3.9	3.0	9.5	1.85	2.08
105	2	53	1.029	-0.570	3.2	4.8	4.6	12.6	1.83	2.08
106	2	54	1.031	-0.570	4.3	5.1	4.0	13.4	2.70	1.00
107	2	55	1.030	-0.560	3.7	5.2	3.5	12.4	1.30	2.08
108	2	56	1.031	-0.580	4.0	5.6	4.0	13.6	1.70	1.00
109	2	57	1.032	-0.560	3.5	5.1	4.0	12.6	2.30	2.08
110	2	58	1.027	-0.490	2.8	4.2	3.0	10.0	2.54	2.15
111	2	59	1.026	-0.508	2.9	4.3	4.5	11.7	2.08	1.30
112	2	60	1.029	-0.560	3.1	4.7	4.3	12.1	2.18	1.85
113	2	61	1.025	-0.476	2.7	4.1	4.1	10.9	2.90	2.18
114	2	62	1.027	-0.510	2.9	4.4	3.3	10.6	2.83	3.88
115	2	63	1.027	-0.510	2.9	4.4	3.3	10.6	2.83	3.88
116	2	64	1.029	-0.580	3.8	4.8	4.6	13.2	2.53	3.45
117	2	65	1.026	-0.500	2.9	4.3	3.5	10.7	2.77	3.49
118	2	66	1.031	-0.590	3.3	5.0	4.0	12.3	2.63	3.41
119	2	67	1.030	-0.580	3.3	5.0	4.7	13.0	2.53	3.81
120	2	68	1.027	-0.590	2.9	4.4	3.3	10.6	2.83	3.88
121	2	69	1.028	-0.490	3.1	4.4	3.4	10.9	2.85	3.94
122	2	70	1.027	-0.510	3.3	4.6	3.6	11.5	2.70	3.79
123	2	71	1.028	-0.510	3.0	4.1	3.6	10.7	2.67	3.63
124	2	72	1.027	-0.510	3.5	4.5	4.0	12.0	2.96	3.67
125	2	73	1.028	-0.490	3.5	4.2	3.5	11.2	2.91	3.67
126	2	74	1.029	-0.570	3.2	4.8	4.3	12.3	2.60	4.32

127	2	75	1.029	-0.550	3.1	4.7	3.8	11.6	3.58	4.09
128	2	76	1.028	-0.530	3.0	4.5	3.5	11.0	3.32	4.68
129	2	77	1.028	-0.520	3.0	4.5	3.4	10.9	2.30	3.98
130	2	78	1.029	-0.540	3.1	4.7	3.8	11.6	3.65	4.64
131	2	79	1.028	-0.540	3.0	4.6	4.1	11.7	4.27	4.75
132	2	80	1.029	-0.540	3.1	4.7	4.2	12.0	2.90	4.10
133	2	81	1.028	-0.560	3.1	4.7	4.6	12.4	3.93	4.54
134	2	82	1.026	-0.480	2.8	4.2	3.1	10.1	4.10	4.76
135	2	83	1.028	-0.710	3.2	4.8	5.5	13.5	3.51	4.40
136	2	84	1.029	-0.540	3.1	4.6	2.9	10.6	3.88	4.09
137	2	85	1.027	-0.570	3.1	4.7	5.1	12.9	4.33	4.37
138	2	86	1.029	-0.550	3.1	4.7	3.9	11.7	3.94	4.33
139	2	87	1.028	-0.540	3.0	4.6	4.3	11.9	3.88	4.88
140	2	88	1.028	-0.550	3.1	4.7	4.3	12.1	3.73	4.33
141	2	89	1.029	-0.520	3.1	4.7	4.1	11.9	3.94	4.64
142	2	90	1.025	-0.490	2.8	4.2	4.0	11.0	4.19	4.94
143	2	91	1.028	-0.520	2.9	4.4	3.4	10.7	2.70	4.32
144	2	92	1.028	-0.560	3.1	4.7	5.0	12.8	3.88	4.51
145	2	93	1.028	-0.550	3.1	4.7	4.3	12.1	2.60	4.05
146	2	94	1.028	-0.520	3.0	4.5	3.8	11.3	3.81	4.05
147	2	95	1.028	-0.530	3.0	4.5	3.8	11.3	3.81	4.05
148	2	96	1.030	-0.550	3.1	4.7	2.8	10.6	3.32	4.51
149	2	97	1.030	-0.600	3.3	5.0	5.0	13.3	3.94	4.36
150	2	98	1.030	-0.600	3.3	5.0	4.8	13.1	2.85	4.33
151	2	99	1.027	-0.540	3.0	4.5	5.4	12.9	3.63	4.74
152	2	100	1.030	-0.560	3.3	4.9	4.8	13.0	3.40	4.34
153	2	101	1.025	-0.480	2.7	4.1	3.9	10.7	4.16	4.58
154	2	102	1.019	-0.500	2.6	4.0	5.0	11.6	4.24	4.68
155	2	103	1.030	-0.570	3.2	4.8	4.0	12.0	3.73	4.12
156	2	104	1.028	-0.560	3.1	4.7	5.2	13.0	3.08	3.99
157	2	105	1.030	-0.550	3.1	4.7	2.9	10.7	3.51	4.51
158	2	106	1.033	-0.620	3.5	5.2	3.5	12.2	3.34	4.33
159	2	107	1.031	-0.600	3.4	5.1	4.7	13.2	3.73	4.19

160	2	108	1.029	-0.580	3.2	4.9	4.8	12.9	3.51	3.90
161	2	109	1.031	-0.620	3.4	5.0	4.8	13.2	3.08	4.16
162	2	110	1.032	-0.630	3.5	5.2	4.7	13.4	2.78	4.12
163	2	111	1.033	-0.650	3.6	5.4	4.8	13.8	3.73	4.40
164	2	112	1.026	-0.480	2.7	4.1	3.3	10.1	3.86	4.83
165	2	113	1.028	-0.550	3.1	4.7	4.4	12.2	3.63	4.32
166	2	114	1.032	-0.630	3.5	5.3	4.5	13.3	3.81	4.05
167	2	115	1.029	-0.550	3.2	4.8	4.3	12.3	3.51	4.36
168	2	116	1.031	-0.610	3.4	5.1	4.5	13.0	3.63	4.33
169	2	117	1.031	-0.610	3.4	5.1	5.1	13.6	3.73	3.99
170	2	118	1.031	-0.610	3.4	5.1	5.2	13.7	3.08	4.06
171	2	119	1.032	-0.610	3.4	5.1	3.8	12.3	3.63	4.33
172	2	120	1.029	-0.550	3.1	4.7	3.4	11.2	3.66	4.05
173	2	121	1.028	-0.540	3.0	4.6	4.1	11.7	4.12	4.33
174	2	122	1.030	-0.550	3.1	4.7	3.3	11.1	3.73	4.22
175	2	123	1.029	-0.570	3.2	4.8	5.1	13.1	2.60	3.94
176	2	124	1.030	-0.580	3.3	5.0	4.3	12.6	3.72	4.39
177	2	125	1.030	-0.550	3.1	4.7	3.3	11.1	3.73	4.22
178	2	126	1.029	-0.570	3.2	4.8	5.1	13.1	2.60	3.94
179	2	127	1.030	-0.580	3.3	5.0	4.3	12.6	3.72	4.39
180	2	128	1.028	-0.590	3.0	4.5	3.8	11.3	3.51	4.70
181	2	129	1.031	-0.570	3.2	4.9	3.3	11.4	3.08	4.32
182	2	130	1.030	-0.570	3.3	5.0	4.8	13.1	3.76	4.22
183	2	131	1.031	-0.600	3.4	5.1	3.8	12.3	3.49	4.41
184	2	132	1.030	-0.620	3.4	5.1	6.2	14.7	3.65	4.04
185	2	133	1.024	-0.490	2.6	4.0	3.7	10.3	4.33	4.75
186	2	134	1.031	-0.580	3.3	4.9	3.7	11.9	3.51	4.25
187	2	135	1.032	-0.600	3.4	5.1	3.8	12.3	3.63	4.33
188	2	136	1.032	-0.620	3.5	5.2	4.6	13.3	3.18	4.44
189	2	137	1.024	-0.480	2.6	4.0	4.8	11.4	4.51	4.68
190	2	138	1.031	-0.570	3.3	5.0	3.5	11.8	3.81	4.48
191	2	139	1.029	-0.580	3.2	4.9	4.9	13.0	3.54	4.34
192	2	140	1.031	-0.580	3.3	4.9	3.8	12.0	3.73	4.47

193	2	141	1.028	-0.560	3.1	4.7	4.8	12.6	3.23	4.33
194	2	142	1.026	-0.500	2.8	4.3	4.5	11.6	3.08	3.96
195	2	143	1.032	-0.620	3.4	5.2	4.7	13.3	3.51	4.40
196	2	144	1.029	-0.580	3.2	4.8	5.2	13.2	3.32	4.32
197	2	145	1.032	-0.620	3.5	5.2	4.5	13.2	3.94	4.52
198	2	146	1.028	-0.600	3.2	4.9	6.2	14.3	3.36	4.63
199	2	147	1.031	-0.600	3.3	5.0	3.7	12.0	3.81	4.03
200	2	148	1.030	-0.580	3.2	4.9	4.1	12.2	3.73	4.27
201	2	149	1.031	-0.620	3.4	5.2	5.3	13.9	3.81	4.30
202	2	150	1.029	-0.560	3.1	4.7	4.2	12.0	3.51	4.52
203	2	151	1.025	-0.450	2.6	4.0	2.6	9.2	4.64	4.73
204	2	152	1.032	-0.620	3.5	5.2	4.5	13.2	3.94	4.52
205	2	153	1.028	-0.500	2.9	4.4	2.9	10.2	3.63	4.66
206	2	154	1.031	-0.580	3.3	4.9	3.3	11.5	3.53	4.34
207	2	155	1.030	-0.570	3.2	4.9	3.9	12.0	3.36	4.64
208	2	156	1.030	-0.580	3.2	4.9	4.6	12.7	3.15	4.32
209	2	157	1.031	-0.600	3.3	5.0	4.4	12.7	3.52	4.44
210	2	158	1.030	-0.590	3.3	5.0	5.0	13.3	3.36	4.37
211	2	159	1.027	-0.520	3.0	4.5	4.1	11.6	3.73	4.37
212	2	160	1.029	-0.540	3.1	4.6	3.1	10.8	3.23	4.42
213	2	161	1.029	-0.550	3.1	4.7	4.1	11.9	3.74	4.37
214	2	162	1.029	-0.560	3.2	4.8	4.3	12.3	3.04	4.37
215	2	163	1.030	-0.610	3.3	5.0	5.7	14.0	3.73	4.31
216	2	164	1.029	-0.540	3.1	4.7	2.9	10.7	3.58	4.47
217	2	165	1.032	-0.640	3.5	5.3	5.2	14.0	3.32	4.34
218	2	166	1.031	-0.580	3.3	4.9	3.7	11.9	3.81	4.64
219	2	167	1.028	-0.560	3.1	4.7	5.2	13.0	3.46	4.27
220	2	168	1.027	-0.530	3.0	4.5	5.1	12.6	3.72	4.47
221	2	169	1.028	-0.530	3.0	4.5	3.6	11.1	3.23	4.46
222	2	170	1.028	-0.540	3.0	4.6	3.9	11.5	3.52	4.46
223	2	171	1.029	-0.560	3.2	4.8	4.1	12.1	3.81	4.46
224	3	1	1.029	-0.520	3.2	4.8	4.5	12.5	3.26	2.90
225	3	2	1.029	-0.560	3.5	5.3	4.5	13.3	3.18	1.30

226	3	3	1.029	-0.545	3.5	4.5	3.6	11.6	3.34	2.43
227	3	4	1.031	-0.571	3.2	4.9	2.9	11.0	3.23	4.63
228	3	5	1.032	-0.598	3.4	5.1	3.6	12.1	2.78	4.53
229	3	6	1.032	-0.603	3.4	5.1	3.2	11.7	3.00	4.94
230	3	7	1.032	-0.593	3.3	5.0	3.3	11.6	2.78	4.83
231	3	8	1.029	-0.521	3.0	4.5	2.7	10.2	2.60	4.89
232	3	9	1.030	-0.561	3.2	4.8	3.3	11.3	2.70	4.87
233	3	10	1.030	-0.579	3.2	4.9	4.0	12.1	3.49	4.91
234	3	11	1.029	-0.549	3.1	4.7	3.5	11.3	2.60	4.89
235	3	12	1.028	-0.532	3.0	4.5	3.8	11.3	3.52	4.37
236	3	13	1.031	-0.583	3.3	5.0	3.4	11.7	2.60	4.72
237	3	14	1.031	-0.604	3.4	5.1	4.4	12.9	2.00	4.85
238	3	15	1.030	-0.594	3.3	5.0	4.6	12.9	2.00	4.77
239	3	16	1.031	-0.606	3.4	5.1	4.7	13.2	3.34	4.80
240	3	17	1.029	-0.607	3.1	4.6	3.3	11.0	3.26	4.26
241	3	18	1.028	-0.549	3.0	4.6	4.5	12.1	3.85	4.37
242	3	19	1.029	-0.547	3.1	4.7	4.0	11.8	3.61	4.56
243	3	20	1.029	-0.544	3.1	4.6	3.8	11.5	3.45	3.98
244	3	21	1.030	-0.589	3.3	4.9	5.0	13.2	3.72	4.27
245	3	22	1.032	-0.625	3.5	5.2	4.2	12.9	3.04	4.58
246	3	23	1.030	-0.577	3.2	4.9	4.1	12.2	3.65	4.09
247	3	24	1.031	-0.597	3.3	5.0	4.4	12.7	3.68	4.51
248	3	25	1.030	-0.541	3.1	4.7	2.5	10.3	3.72	4.38
249	3	26	1.029	-0.557	3.1	4.7	4.0	11.8	3.15	4.36
250	3	27	1.029	-0.559	3.1	4.7	4.5	12.3	3.67	4.43
251	3	28	1.029	-0.542	3.1	4.6	3.7	11.4	3.72	4.61
252	3	29	1.029	-0.578	3.2	4.8	5.1	13.1	3.53	4.51
253	3	30	1.029	-0.656	3.2	4.8	4.5	12.5	3.34	4.24
254	3	31	1.031	-0.620	3.4	5.1	5.3	13.8	3.65	4.64
255	3	32	1.027	-0.524	3.0	4.5	4.1	11.6	3.32	4.27
256	3	33	1.031	-0.630	3.5	5.2	5.3	14.0	3.57	4.44
257	3	34	1.032	-0.594	3.4	5.1	3.2	11.7	3.38	4.34
258	3	35	1.029	-0.555	3.1	4.7	3.8	11.6	3.51	4.27

259	3	36	1.031	-0.574	3.2	4.9	3.5	11.6	1.45	4.64
260	3	37	1.032	-0.646	3.6	5.4	5.1	14.1	3.88	4.33
261	3	38	1.031	-0.606	3.4	5.1	4.4	12.9	3.32	4.51
262	3	39	1.033	-0.642	3.5	5.3	4.8	13.6	3.63	4.30
263	3	40	1.031	-0.591	3.3	5.0	4.1	12.4	3.73	4.33
264	3	41	1.029	-0.570	3.2	4.8	4.9	12.9	3.51	4.25
265	3	42	1.032	-0.578	3.3	5.0	2.0	10.3	3.08	4.61
266	3	43	1.031	-0.570	3.2	4.9	3.3	11.4	3.81	4.27
267	3	44	1.028	-0.527	3.0	4.5	3.1	10.6	3.63	4.44
268	3	45	1.029	-0.568	3.2	4.8	4.3	12.3	3.32	4.30
269	3	46	1.030	-0.578	3.2	4.9	4.5	12.6	3.73	4.44
270	4	1	1.032	-0.620	3.5	5.3	4.5	13.3	1.48	2.30
271	4	2	1.026	-0.510	2.9	4.3	4.0	11.2	1.40	2.70
272	4	3	1.031	-0.570	3.3	5.0	4.0	12.3	2.00	2.36
273	4	4	1.030	-0.580	3.3	4.9	4.7	12.9	2.60	2.18
274	4	5	1.029	-0.540	3.1	4.7	3.7	11.5	2.65	2.45
275	4	6	1.030	-0.520	3.0	4.6	1.4	9.0	3.08	3.28
276	4	7	1.034	-0.600	3.5	5.2	1.5	10.2	4.65	4.60
277	4	8	1.027	-0.530	3.0	4.5	4.5	12.0	3.18	3.48
278	4	9	1.029	-0.590	3.3	5.0	5.6	13.9	2.54	2.20
279	4	10	1.029	-0.560	3.2	4.8	4.8	12.8	2.45	2.24
280	4	11	1.025	-0.500	2.9	4.3	3.8	11.0	2.65	3.08
281	4	12	1.032	-0.620	3.4	5.2	4.9	13.5	1.70	2.57
282	4	13	1.029	-0.550	3.1	4.7	4.3	12.1	3.38	3.20
283	4	14	1.028	-0.550	3.1	4.7	4.8	12.6	3.66	3.30
284	4	15	1.030	-0.560	3.2	4.8	3.6	11.6	1.60	2.26
285	4	16	1.031	-0.159	3.3	5.0	3.7	12.0	2.78	2.20
286	4	17	1.029	-0.560	3.1	4.7	3.7	11.5	1.90	2.43
287	4	18	1.030	-0.590	3.2	4.9	4.8	12.9	2.85	2.28
288	4	19	1.030	-0.570	3.2	4.1	3.8	11.1	2.75	2.27
289	4	20	1.028	-0.523	3.0	4.5	3.6	11.1	1.60	2.60
290	4	21	1.028	-0.526	3.0	4.6	3.5	11.1	1.85	2.50
291	4	22	1.026	-0.533	3.0	4.5	5.3	12.8	3.30	2.51

292	4	23	1.028	-0.514	2.9	4.4	3.4	10.7	3.70	3.46
293	4	24	1.028	-0.535	3.0	4.6	4.1	11.7	1.70	2.60
294	4	25	1.023	-0.431	2.5	3.8	3.3	9.6	2.85	2.51
295	4	26	1.028	-0.545	3.5	4.4	3.5	11.4	2.77	2.47
296	4	27	1.029	-0.536	3.1	4.5	3.4	11.0	2.78	2.53
297	4	28	1.028	-0.531	3.0	4.6	5.3	12.9	1.95	2.47
298	4	29	1.028	-0.514	3.0	4.5	3.5	11.0	2.60	3.29
299	4	30	1.029	-0.515	3.1	4.6	3.7	11.4	5.18	2.30
300	4	31	1.028	-0.531	3.0	4.6	3.3	10.9	2.49	3.57
301	4	32	1.028	-0.530	3.5	4.1	3.1	10.7	2.48	3.30
302	4	33	1.029	-0.540	3.1	4.6	3.7	11.4	2.40	3.08
303	4	34	1.029	-0.540	3.5	4.6	3.7	11.8	2.40	3.08
304	4	35	1.026	-0.522	2.9	4.4	5.2	12.5	2.36	3.38
305	4	36	1.028	-0.501	2.8	4.2	5.0	12.0	4.08	3.60
306	4	37	1.028	-0.520	3.0	4.5	3.3	10.8	1.30	1.91
307	4	38	1.026	-0.492	2.8	4.2	3.6	10.6	2.76	3.23
308	4	39	1.023	-0.532	2.9	4.3	4.8	12.0	2.90	3.23
309	4	40	1.024	-0.410	2.6	3.9	3.3	9.8	1.70	3.04
310	4	41	1.027	-0.490	2.8	4.3	3.2	10.3	1.85	2.89
311	4	42	1.029	-0.530	3.1	4.6	2.4	10.1	1.00	2.99
312	4	43	1.030	-0.519	3.0	4.5	1.6	9.1	2.90	2.89
313	4	44	1.028	-0.578	3.2	4.8	6.2	14.2	1.30	3.08
314	4	45	1.026	-0.532	2.9	4.4	6.1	13.4	1.48	3.20
315	4	46	1.025	-0.476	2.7	4.1	4.0	10.8	3.08	3.99
316	4	47	1.023	-0.469	2.5	3.9	3.1	9.5	1.70	1.95
317	4	48	1.029	-0.459	3.1	5.0	4.3	12.4	1.85	3.26
318	4	49	1.029	-0.544	3.1	4.6	3.7	11.4	2.40	3.28
319	4	50	1.025	-0.469	2.7	4.1	3.4	10.2	1.70	2.95
320	4	51	1.024	-0.506	2.8	4.2	3.6	10.6	1.90	3.32
321	4	52	1.028	-0.537	3.0	4.6	4.1	11.7	1.48	1.70
322	4	53	1.026	-0.523	2.9	4.4	4.9	12.2	1.90	2.40
323	4	54	1.028	-0.536	3.0	4.6	3.8	11.4	1.95	2.65
324	4	55	1.029	-0.557	3.1	4.7	4.0	11.8	3.73	4.49

325	4	56	1.029	-0.553	3.1	4.7	3.5	11.3	3.32	4.44
326	4	57	1.030	-0.585	3.3	4.9	4.7	12.9	3.52	4.37
327	4	58	1.028	-0.521	3.0	4.5	3.4	10.9	3.66	4.09
328	4	59	1.028	-0.548	3.1	4.6	4.2	11.9	3.57	4.37
329	4	60	1.027	-0.523	3.0	4.5	4.0	11.5	3.04	4.63
330	4	61	1.028	-0.531	3.0	4.5	4.0	11.5	3.54	4.33
331	4	62	1.029	-0.542	3.1	4.6	3.7	11.4	3.61	4.27
332	4	63	1.029	-0.575	3.2	4.8	4.7	12.7	3.54	4.51
333	4	64	1.027	-0.535	3.0	4.5	4.5	12.0	3.38	3.99
334	4	65	1.028	-0.530	3.0	4.5	3.4	10.9	3.63	4.53
335	4	66	1.032	-0.612	3.4	5.2	3.9	12.5	3.45	4.34
336	4	67	1.030	-0.590	3.3	5.0	4.6	12.9	3.72	4.37
337	4	68	1.032	-0.614	3.4	5.1	4.4	12.9	3.08	4.13
338	4	69	1.029	-0.550	3.1	4.7	3.7	11.5	3.81	4.53
339	4	70	1.029	-0.561	3.1	4.7	4.6	12.4	3.63	4.36
340	5	1	1.025	-0.470	2.7	4.1	3.5	10.3	3.40	2.78
341	5	2	1.030	-0.550	3.1	4.7	3.4	11.2	3.15	3.30
342	5	3	1.030	-0.560	3.2	4.8	3.0	11.0	2.90	3.70
343	5	4	1.026	-0.614	3.5	4.3	3.5	11.3	3.00	3.00
344	5	5	1.028	-0.490	3.1	4.4	3.4	10.9	3.30	2.70
345	5	6	1.027	-0.510	3.3	4.6	3.6	11.5	1.70	3.30
346	5	7	1.028	-0.510	3.3	4.1	3.6	11.0	2.43	3.23
347	5	8	1.027	-0.510	3.5	4.5	3.0	11.0	3.15	3.48
348	5	9	1.029	-0.560	3.5	5.3	4.5	13.3	3.18	2.85
349	5	10	1.027	-0.490	3.8	2.8	3.9	10.5	3.00	3.00
350	5	11	1.029	-0.560	3.2	4.5	3.7	11.4	1.90	2.70
351	5	12	1.029	-0.570	2.9	4.5	3.6	11.0	3.18	2.85
352	5	13	1.029	-0.580	2.8	4.5	3.4	10.7	2.78	2.24
353	5	14	1.029	-0.560	3.1	4.7	3.7	11.5	2.38	2.60
354	5	15	1.028	-0.490	3.0	4.6	3.6	11.2	2.44	2.54
355	5	16	1.030	-0.480	3.1	5.3	4.0	12.4	1.95	2.38
356	5	17	1.029	-0.490	3.5	4.2	4.2	11.9	3.04	2.46
357	5	18	1.030	-0.400	4.1	4.2	4.0	12.3	2.36	2.99

358	5	19	1.027	-0.450	4.4	3.9	4.5	12.8	2.08	3.08
359	5	20	1.029	-0.600	3.5	4.7	3.9	12.1	2.56	2.99
360	5	21	1.029	-0.490	4.2	3.2	3.0	10.4	2.70	3.18
361	5	22	1.029	-0.580	3.1	4.7	4.3	12.1	1.48	3.08
362	5	23	1.028	-0.560	3.1	4.6	4.6	12.3	3.11	3.11
363	5	24	1.030	-0.560	3.2	4.8	4.2	12.2	1.90	2.79
364	5	25	1.029	-0.580	3.0	4.6	3.3	10.9	3.36	3.54
365	5	26	1.031	-0.580	3.3	4.4	3.1	10.8	3.65	3.38
366	5	27	1.026	-0.560	3.3	4.5	6.4	14.2	3.25	3.46
367	5	28	1.029	-0.550	3.1	4.7	3.9	11.7	2.60	3.08
368	5	29	1.027	-0.520	2.9	4.4	3.9	11.2	2.57	3.23
369	5	30	1.028	-0.510	3.1	4.7	4.6	12.4	1.95	2.99
370	5	31	1.030	-0.510	3.1	4.6	2.4	10.1	2.04	3.15
371	5	32	1.035	-0.510	3.6	5.4	2.1	11.1	2.30	3.08
372	5	33	1.034	-0.580	3.4	5.1	1.1	9.6	1.60	3.73
373	5	34	1.035	-0.560	3.6	5.5	2.8	11.9	2.48	4.25
374	5	35	1.032	-0.540	3.2	4.8	3.0	11.0	3.41	2.70
375	5	36	1.031	-0.550	3.2	4.8	2.3	10.3	2.00	4.01
376	5	37	1.034	-0.580	3.4	5.1	1.3	9.8	2.78	4.09
377	5	38	1.032	-0.570	3.3	4.9	2.5	10.7	2.60	4.00
378	5	39	1.031	-0.520	3.0	4.6	2.8	10.4	1.30	2.00
379	5	40	1.030	-0.510	3.1	4.5	1.9	9.5	2.00	1.90
380	5	41	1.032	-0.550	3.2	4.9	1.1	9.2	1.48	3.04
381	5	42	1.031	-0.550	3.2	4.8	1.4	9.4	2.16	2.85
382	5	43	1.032	-0.540	3.1	4.7	1.6	9.4	2.78	3.72
383	5	44	1.032	-0.540	3.4	5.1	2.9	11.4	2.00	2.90
384	5	45	1.031	-0.540	3.3	5.0	4.2	12.5	1.78	3.85
385	5	46	1.030	-0.580	3.4	4.9	4.2	12.5	2.65	3.85
386	5	47	1.031	-0.580	3.3	5.0	4.3	12.6	2.95	4.98
387	5	48	1.030	-0.580	3.3	4.9	4.2	12.4	2.85	5.11
388	5	49	1.029	-0.560	3.2	4.8	4.3	12.3	2.95	5.05
389	5	50	1.026	-0.560	3.2	4.8	3.9	11.9	3.15	5.27
390	5	51	1.028	-0.530	3.0	4.5	3.1	10.6	3.32	5.23

391	5	52	1.028	-0.540	3.1	4.6	4.2	11.9	3.66	5.20
392	5	53	1.030	-0.580	3.3	4.9	4.0	12.2	2.70	4.71
393	5	54	1.031	-0.580	3.3	4.9	3.9	12.1	2.00	4.60
394	5	55	1.031	-0.580	3.3	5.0	3.9	12.2	2.30	4.69
395	5	56	1.031	-0.560	3.3	5.0	3.2	11.5	2.48	4.94
396	5	57	1.030	-0.560	3.2	4.8	4.0	12.0	1.65	4.98
397	5	58	1.031	-0.590	3.3	5.0	3.5	11.8	2.70	4.75
398	5	59	1.032	-0.580	3.3	5.0	2.8	11.1	2.48	4.73
399	5	60	1.031	-0.560	3.4	5.1	5.0	13.5	2.00	4.08
400	5	61	1.032	-0.570	3.3	4.9	2.5	10.7	2.00	3.92
401	5	62	1.030	-0.580	3.3	4.9	4.4	12.6	2.00	4.00
402	5	63	1.031	-0.580	3.3	5.0	3.1	11.4	3.53	5.25
403	5	64	1.025	-0.470	2.7	4.1	3.6	10.4	3.60	5.17
404	5	65	1.029	-0.530	3.1	4.6	3.1	10.8	2.30	5.16
405	5	66	1.028	-0.510	2.9	4.4	3.0	10.3	3.56	5.00
406	5	67	1.034	-0.580	3.4	5.2	3.3	11.9	2.60	5.16
407	5	68	1.035	-0.560	3.6	5.4	1.5	10.5	2.90	5.15
408	5	69	1.032	-0.570	3.3	5.0	2.3	10.6	1.95	3.73
409	5	70	1.029	-0.560	3.1	4.7	4.4	12.2	2.48	4.25
410	5	71	1.029	-0.560	3.1	4.7	4.4	12.2	3.41	2.70
411	5	72	1.032	-0.550	3.2	4.8	2.6	10.6	2.00	4.01
412	5	73	1.032	-0.550	3.2	4.9	1.8	9.9	1.85	4.09
413	5	74	1.033	-0.570	3.3	5.0	2.1	10.4	2.60	4.00
414	5	75	1.035	-0.590	3.5	5.2	2.7	11.4	1.70	2.00
415	5	76	1.032	-0.560	3.3	4.9	2.4	10.6	2.00	2.78
416	5	77	1.035	-0.560	3.5	5.3	3.0	11.8	3.17	3.04
417	5	78	1.032	-0.560	3.2	4.9	2.7	10.8	1.81	2.85
418	5	79	1.037	-0.560	3.8	5.7	2.1	11.6	1.85	3.72
419	5	80	1.034	-0.570	3.4	5.1	3.1	11.6	2.00	2.90
420	5	81	1.032	-0.560	3.2	4.9	2.2	10.3	2.20	3.85
421	5	82	1.033	-0.570	3.3	5.0	3.8	12.1	3.36	3.85
422	5	83	1.030	-0.530	3.1	4.6	1.7	9.4	1.70	2.30
423	5	84	1.028	-0.530	3.0	4.5	4.1	11.6	1.85	2.54

424	5	85	1.022	-0.530	3.0	4.5	4.1	11.6	2.90	2.88
425	5	86	1.030	-0.570	3.2	4.8	4.2	12.2	3.61	4.40
426	5	87	1.030	-0.540	3.1	4.7	3.3	11.1	3.26	4.25
427	5	88	1.030	-0.540	3.3	4.9	4.4	12.6	3.40	4.69
428	5	89	1.031	-0.570	3.3	5.0	4.5	12.8	3.63	4.26
429	5	90	1.030	-0.540	3.1	4.7	2.4	10.2	3.51	4.54
430	5	91	1.029	-0.530	3.1	4.6	3.5	11.2	3.64	4.60
431	5	92	1.028	-0.520	3.0	4.5	3.4	10.9	3.04	4.64
432	5	93	1.029	-0.550	3.2	4.8	4.5	12.5	3.72	4.30
433	5	94	1.030	-0.580	3.3	5.0	4.2	12.5	3.68	4.32
434	5	95	1.029	-0.560	3.1	4.8	4.9	12.8	3.34	4.37
435	5	96	1.030	-0.530	3.1	4.6	2.4	10.1	3.74	4.53
436	5	97	1.027	-0.530	3.0	4.5	4.7	12.2	3.62	4.62
437	5	98	1.028	-0.550	3.1	4.7	4.6	12.4	3.15	4.35
438	5	99	1.028	-0.560	3.1	4.6	4.3	12.0	3.81	4.38
439	6	1	1.027	-0.512	2.9	4.4	3.6	10.9	2.46	3.68
440	6	2	1.027	-0.538	3.0	4.6	4.6	12.2	2.49	4.57
441	6	3	1.026	-0.523	2.9	4.4	5.3	12.6	2.46	3.86
442	6	4	1.027	-0.520	2.9	4.4	3.8	11.1	2.51	3.45
443	6	5	1.027	-0.515	2.9	4.4	3.8	11.1	2.40	3.83
444	6	6	1.030	-0.580	3.2	4.9	4.6	12.7	2.49	3.95
445	6	7	1.029	-0.523	3.0	4.5	2.5	10.0	2.40	3.18
446	6	8	1.027	-0.540	3.0	4.5	5.3	12.8	2.36	3.38
447	6	9	1.020	-0.500	2.6	4.0	4.2	10.8	2.40	3.93
448	6	10	1.038	-0.705	3.9	5.9	2.4	12.2	2.30	4.10
449	6	11	1.031	-0.609	3.4	5.1	4.5	13.0	2.90	3.60
450	6	12	1.034	-0.679	3.7	5.6	4.9	14.2	2.60	4.64
451	6	13	1.026	-0.478	2.7	4.1	3.0	9.8	3.00	4.64
452	6	14	1.032	-0.575	3.3	4.9	2.5	10.7	3.36	5.03
453	6	15	1.035	-0.649	3.6	5.5	3.2	12.3	2.30	5.05
454	6	16	1.029	-0.550	3.1	4.7	3.7	11.5	3.00	5.12
455	6	17	1.029	-0.549	3.1	4.7	3.5	11.3	3.45	4.96
456	6	18	1.026	-0.484	2.8	4.2	3.2	10.2	3.11	5.08

457	6	19	1.031	-0.606	3.4	5.1	4.4	12.9	2.90	4.95
458	6	20	1.031	-0.550	3.2	4.8	2.1	10.1	2.48	4.84
459	6	21	1.030	-0.565	3.2	4.8	3.6	11.6	2.48	4.18
460	6	22	1.035	-0.644	3.3	4.9	3.7	11.9	3.56	4.75
461	6	23	1.031	-0.604	3.4	4.1	3.8	11.3	3.40	3.98
462	6	24	1.031	-0.575	3.5	4.1	3.9	11.5	3.53	3.96
463	6	25	1.028	-0.514	3.6	4.1	3.1	10.8	3.23	4.37
464	6	26	1.032	-0.598	3.7	4.1	3.1	10.9	2.60	4.45
465	6	27	1.031	-0.589	3.8	4.1	3.1	11.1	3.26	3.79
466	6	28	1.025	-0.470	3.9	4.2	3.1	11.2	3.59	4.32
467	6	29	1.030	-0.578	3.1	4.2	3.1	10.4	3.59	4.64
468	6	30	1.031	-0.584	3.1	4.2	3.2	10.4	2.95	4.59
469	6	31	1.023	-0.429	3.1	4.2	3.2	10.5	2.85	4.66
470	6	32	1.026	-0.489	3.1	4.2	3.2	10.5	2.60	4.68
471	6	33	1.033	-0.643	3.5	4.2	4.7	12.4	3.34	4.75
472	6	34	1.030	-0.562	3.2	4.8	3.5	11.5	2.48	4.88
473	6	35	1.030	-0.572	3.2	4.9	3.7	11.8	5.00	4.36
474	6	36	1.030	-0.578	3.3	4.9	3.8	12.0	3.79	3.79
475	6	37	1.029	-0.544	3.1	4.7	3.4	11.2	3.34	4.71
476	6	38	1.029	-0.556	3.1	4.7	3.9	11.7	3.32	4.60
477	6	39	1.031	-0.582	3.3	4.9	3.7	11.9	3.45	4.39
478	6	40	1.028	-0.529	3.0	4.5	3.2	10.7	3.77	4.39
479	6	41	1.033	-0.648	3.6	5.4	4.4	13.4	3.32	4.63
480	6	42	1.033	-0.650	3.6	5.4	5.1	14.1	4.01	4.60
481	6	43	1.030	-0.593	3.3	5.0	4.7	13.0	3.66	4.64
482	6	44	1.028	-0.566	3.1	4.7	5.0	12.8	3.92	4.86
483	6	45	1.029	-0.536	3.0	4.6	3.5	11.1	3.58	4.81
484	6	46	1.027	-0.517	2.9	4.4	4.2	11.5	3.76	4.86
485	6	47	1.025	-0.478	2.7	4.1	4.1	10.9	3.54	4.84
486	6	48	1.025	-0.465	2.7	4.0	3.4	10.1	3.85	4.86
487	6	49	1.029	-0.554	3.1	4.7	3.8	11.6	3.57	4.84
488	6	50	1.030	-0.560	3.2	4.8	3.5	11.5	4.51	4.87
489	6	51	1.030	-0.553	3.1	4.7	3.3	11.1	3.90	4.91

490	6	52	1.030	-0.541	3.1	4.7	2.5	10.3	3.49	4.82
491	6	53	1.028	-0.517	2.9	4.4	3.5	10.8	4.17	4.92
492	6	54	1.029	-0.581	3.2	4.8	5.4	13.4	4.93	4.87
493	6	55	1.033	-0.602	3.4	5.1	2.6	11.1	4.12	4.88
494	6	56	1.031	-0.575	3.3	4.9	3.1	11.3	3.59	4.92
495	6	57	1.030	-0.576	3.2	4.9	4.5	12.6	3.96	4.86
496	6	58	1.029	-0.556	3.1	4.7	3.9	11.7	4.23	4.84
497	6	59	1.030	-0.566	3.2	4.8	3.9	11.9	3.54	4.95
498	6	60	1.030	-0.567	3.2	4.8	3.9	11.9	3.04	4.91
499	6	61	1.027	-0.516	2.9	4.4	3.8	11.1	4.23	4.64
500	6	62	1.028	-0.553	3.1	4.7	4.8	12.6	3.30	4.97
501	6	63	1.029	-0.556	3.1	4.7	4.5	12.3	3.75	5.05
502	6	64	1.030	-0.575	3.2	4.9	3.7	11.8	3.59	4.50
503	6	65	1.031	-0.572	3.3	4.9	2.8	11.0	4.30	4.82
504	6	66	1.029	-0.557	3.1	4.7	3.7	11.5	3.65	4.94
505	6	67	1.029	-0.568	3.2	4.8	4.3	12.3	4.64	4.64
506	6	68	1.027	-0.506	2.9	4.3	3.9	11.1	4.22	4.80
507	6	69	1.025	-0.551	3.0	4.5	7.5	15.0	4.21	4.90
508	6	70	1.030	-0.589	3.3	5.0	4.3	12.6	4.63	4.93
509	6	71	1.026	-0.497	2.8	4.3	3.6	10.7	4.85	4.68
510	6	72	1.025	-0.480	2.7	4.1	3.8	10.6	4.83	4.81
Media			1.029	-0.551	3.17	4.69	3.91	11.77	3.07	3.79
Desviación estándar			0.003	0.047	0.258	0.376	0.850	1.041	0.756	0.923
Coeficiente de variabilidad			0.24	-8.58	8.12	8.02	21.72	8.84	24.66	24.39

Anexo 3. Evidencias fotograficas

Figura 1

Equipo LACTOMAC RAPID para determinación de parámetros físico químicos

Equipo CDR Food Lab. Para determinación de urea en leche



Figura 2

*Kit para la detección de antibióticos betalactámicos tetraciclinas,
incubadora BIOEASY*



Figura 3

*Kit de placas 3M™ Petrifilm™, materiales y reactivos para conteo de bacterias
aerobias mesofilas y coliformes totales*



Figura 4

*Inoculación de placas 3M™ Petrifilm™ con las muestras de leche,
. Incubadora Dual – USE OVER*



Figura 5

Contador semiautomático de colonias con lápiz de conteo automático



Figura 6

Equipo portátil, De Laval Cell Counter –DCC, para el conteo de células somáticas en leche (Fossomatic™ 7 DC cuenta las células somáticas totales).





Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo León Rogue Plmanza
identificado con DNI 01245978 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Maestría en Ciencia animal, con mención en Producción animal

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
“ Estudio de la calidad de leche de vaca producida en las provincias
de Azuayans, Melgar, Huancané, Puno, Tarma y San
Roman de la región de Puno ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 04 de abril del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Luis Roque Almonza
identificado con DNI 01215978 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Maestría en Ciencia Animal, con mención en Producción animal

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Estudio de la calidad de leche de vaca producida en las
provincias de Azuáguar, Melgar, Huancané, Puno, Tarma
y San Román de la Región de Puno ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 04 de Abril del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella