

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS DE GRADO

**DETERMINACION DE LA CALIDAD FISICO QUIMICA
Y MICROBIOLOGICA DE LA LECHE DE BURRA
(*Equus africanus asinus*) EN LA PAZ Y EL ALTO,
BOLIVIA**

POR:

CAROLA GABY ALCAZAR GONZALES

La Paz – Bolivia

2024

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“DETERMINACION DE LA CALIDAD FISICO QUIMICA Y MICROBIOLOGICA
DE LA LECHE DE BURRA (*Equus africanus asinus*) EN LA PAZ Y EL ALTO,
BOLIVIA”**

*Tesis de Grado presentado como requisito
Parcial para optar por el Título de
Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia*

CAROLA GABY ALCAZAR GONZALES

ASESORES:

PhD. Alberto Figueroa Solis

Ing. M.Sc. Rubén Tallacagua Terrazas

TRIBUNAL EXAMINADOR

Lic. Marcelina Condori Ticona

MVZ. Rodrigo Juan Aliaga Álvarez

MVZ. Jorge Humberto Sanjinés Lizarazu

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador

La Paz- Bolivia

2024

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi Mamá Ana Lucia Gonzales Nina, por siempre querer mi bien, a mi Papá Ramiro Pablo Alcazar Silva por siempre ser un apoyo incondicional en todo.

AGRADECIMIENTO

Agradecer primeramente a Dios que me dio me da y me dará el aliento de vida la energía y la capacidad todos los días de vivir y perseguir más sueños

Mis papas Ana Lucia Gonzales Nina, Ramiro Pablo Alcazar Gonzales por ser los padres esforzados por su familia que siempre han sido, por la ayuda incondicional la paciencia el amor en mi educación y formación de valores. La gratitud que tengo con ustedes espero un día poder compensar.

Mi hermana Diana Aydee Alcazar Gonzales que desde niñas siempre estuvo a mi lado, por siempre desear mi bien y por ver más las cosas buenas en mí que las malas, por los consejos por las críticas por ser una inspiración cuando de alcanzar objetivos se trata.

Mi esposo Wilmer Jonatan Aricahua Quispe que desde mis 16 años ha sido un amigo incondicional que motiva, defiende mis sueños y aspiraciones, por apoyarme en todo y por formar la linda familia que siempre quise con él, junto con mis bebes Pachito, Apolo y Kiwi que ahora está en el cielo junto con mi Bebe.

A la Universidad Mayor de San Andrés, a la Facultad de Agronomía a la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia por brindarme todas las capacidades y formarme en esta noble carrera.

A mis asesores Ing. M.Sc. Rubén Tallacagua Terrazas, y PhD. Alberto Figueroa Soliz por brindarme de su sabiduría, tiempo, paciencia, consejos, ayuda y guía desde su experiencia, muchas gracias por la calidez de persona y por ayudarme a lograr el objetivo que es culminar la carrera.

A la Lic. M.Sc. Marcelina Condori Ticona, M.V.Z. Jorge Humberto Sanjinés Lizarazu y M.V.Z. Rodrigo Juan Aliaga Alvarez por sus correcciones y colaboración en la parte de la revisión de este trabajo de investigación.

A mis amigas, Yovana, Daniela, Teresa, Soledad, Ericka, Marcos, Adelio por haber sido parte de la aventura que fue la universidad entre viajes, tareas y proyectos me dejaron lindos recuerdos

A toda mi familia en Cristo y mi familia política que hacen parte de las ganas de superación día a día, gracias por simplemente formar parte de mi vida.

A mis tíos a mi abuelita a mis primitos primitas cuñados y cuñadas

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO	II
TABLA DE CONTENIDO.....	III
INDICE DE TABLAS.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	X
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XII
SUMMARY	XIII
1. INTRODUCCION	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Justificación	3
1.3. Planteamiento del problema.....	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	5
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	5
2. MARCO TEORICO	6
2.1. Taxonomía	6
2.2. Características Zootécnicas.....	6
2.3. Alimentación del Burro.....	7
2.4. Otros usos del Burro	7
2.5. Reproducción	8
Tabla 2 <i>Rango del tiempo de valores reproductivos</i>	8
2.6. Gestación.....	8
2.7. Lactancia	9
2.8. Leche.....	9

2.9.	Composición de la leche	10
2.10.	Calidad de la leche	12
2.11.	Propiedades fisicoquímicas de la leche.....	12
2.11.1.	<i>Propiedades físicas de la leche</i>	12
2.11.1.1	Densidad	12
2.11.1.2	Sólidos Totales.....	13
2.11.1.3	Acidez titulable	14
2.11.1.4	Acidez	14
2.11.2.	<i>Propiedades químicas de la leche</i>	14
2.11.2.1	pH.....	15
2.11.2.2	Lípidos y grasas	16
2.11.2.3	Agua.....	18
2.11.2.4	Lactosa	18
2.11.3.	<i>Propiedades organolépticas de la leche</i>	19
2.11.3.1	Aspecto	19
2.11.3.2	Color	20
2.11.3.3	Olor	20
2.11.3.4	Sabor	21
2.11.3.5	Textura	21
2.11.3.6	Opacidad	21
2.12.	Propiedades microbiológicas	21
2.12.1.	<i>Mesófilas aerobias viables</i>	22
2.12.2.	<i>Coliformes fecales</i>	23
2.12.3.	<i>Staphylococcus aureus</i>	24
2.13.	Contaminación de la leche	26
2.13.1.	<i>Fuente de contaminación física</i>	26
2.13.2.	<i>Fuente de contaminación química</i>	26
2.13.3.	<i>Contaminantes biológicos</i>	26
2.13.3.1	La mastitis	27
2.13.3.2	El cuerpo del animal	27
2.13.3.3	Utensilios y equipo	27

2.13.3.4	El personal	27
2.13.3.5	Insectos	27
2.13.3.6	Medio ambiente	27
2.13.3.7	El agua	28
2.14.	Otros compuestos.....	28
3.	MATERIALES Y METODO.....	29
3.1.	Localización.....	29
3.1.1.	<i>Ubicación geográfica.....</i>	29
3.1.1.1	Plaza Kennedy	29
3.1.1.2	Puente Vita.....	29
3.1.1.3	Multifuncional de la Ceja.....	29
3.1.1.4	Senkata.....	30
3.1.2.	<i>Área de investigación.....</i>	30
3.1.3.	<i>Descripción del ambiente de estudio</i>	31
3.2.	Tipo de diseño de investigación.....	31
3.3.	Procedimientos.....	32
3.4.	Materiales.....	32
3.4.1.	<i>Material biológico</i>	32
3.4.2.	<i>Material de laboratorio</i>	32
3.4.3.	<i>Reactivos y medios de cultivo</i>	32
3.4.4.	<i>Equipos</i>	33
3.4.5.	<i>Gabinete.....</i>	33
3.5.	Metodología	33
3.5.1.	<i>Selección de población</i>	34
3.5.2.	<i>Trabajo de campo</i>	35
3.5.2.1	Toma de muestra.....	35
3.5.2.2	Envío a laboratorio.....	35
3.5.3.	<i>Trabajo de laboratorio</i>	36
3.5.3.1	Determinación de propiedades fisicoquímicas.	36
3.5.3.1.1.	Determinación de densidad.....	36
3.5.3.1.2.	Determinación de solidos totales.	36

3.5.3.1.3. Determinación de la acidez titulable.....	38
3.5.3.1.4. Determinación del pH.....	38
3.5.3.1.5. Determinación de la grasa.....	39
3.5.3.1.6. Determinación de propiedades organolépticas	40
3.5.3.2 Determinación de propiedades microbiológicas.....	40
3.5.3.2.1. Determinación de Mesófilas aerobias viables.....	40
3.5.3.2.2. Determinación de coliformes.....	41
3.5.3.2.3. Determinación de Staphylococcus aureus.	41
3.6. Variables de estudio.....	42
3.6.1. <i>Factor de estudio</i>	42
3.6.2. <i>Variables de respuesta</i>	42
3.6.2.1 Variables fisicoquímicas.....	42
3.6.2.2 Variables microbiológicas	42
3.7. Análisis estadístico.....	43
3.7.1. <i>Medidas de tendencia central</i>	43
3.7.2. <i>Medidas de variabilidad</i>	43
3.7.3. <i>Análisis de varianza (ANVA)</i>	44
3.7.4. <i>La prueba de Duncan</i>	44
4. RESULTADOS	45
4.1. Propiedades fisicoquímicas.....	45
4.1.1. <i>Densidad</i>	47
4.1.2. <i>Sólidos Totales</i>	50
4.1.3. <i>Acidez titulable</i>	52
4.1.4. <i>pH</i>	55
4.1.5. <i>Grasa</i>	57
4.1.6. <i>Propiedades organolépticas</i>	60
4.2. Determinación de los valores microbiológicos.....	61
4.2.1. <i>Mesófilos Aerobias Viables</i>	62
4.2.2. <i>Coliformes totales</i>	66
4.2.3. <i>Staphylococcus aureus</i>	69

4.3. Comparación de los valores obtenidos de la leche de burra con bibliografía internacional.....	71
5. CONCLUSIONES.....	74
6. RECOMENDACIONES.....	76
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	77
8. ANEXOS.....	87

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía del burro.....	6
Tabla 2 Rango del tiempo de valores reproductivos.....	8
Tabla 3 Composición de la leche según la especie	10
Tabla 4 Parámetros comparativos de la composición química de la leche.....	15
Tabla 5 Clasificación de clases de mesófilos aerobios	23
Tabla 6 Diseño de la investigación, factores de estudio y variables de respuesta	43
Tabla 7 Resultados de las pruebas fisicoquímicas por ciudad de origen.	45
Tabla 8 Resultados de las pruebas fisicoquímicas por lugar de muestreo	46
Tabla 9 Resultados de densidad en 20 muestras de leche de burra.....	47
Tabla 10 Estadística descriptiva de la densidad (g/ml) en leche de burra.	48
Tabla 11 Análisis de Varianza de la Densidad	49
Tabla 12 Prueba de Duncan de la variable Densidad.....	49
Tabla 13 Resultados de acidez titulable en 20 muestras de leche de burra.	50
Tabla 14 Estadística descriptiva de los sólidos totales en leche de burra.	51
Tabla 15 Análisis de Varianza de Solidos Totales.....	52
Tabla 16 Resultados de acidez titulable en 20 muestras de leche de burra.	52
Tabla 17 Estadística descriptiva de la acidez titulable en leche de burra.	53
Tabla 18 Análisis de Varianza de Acidez titulable	54
Tabla 19 Prueba de Duncan de la variable Acidez titulable	54
Tabla 20 Resultados de pH en 20 muestras de leche de burra.	55
Tabla 21 Estadística descriptiva de la pH en leche de burra.....	56
Tabla 22 Análisis de Varianza del pH	57
Tabla 23 Resultados de grasa en 10 muestras de leche de burra.	57
Tabla 24 Estadística descriptiva de la grasa en leche de burra.	59
Tabla 25 Análisis de Varianza de la Grasa	60
Tabla 26 Resultados de las pruebas microbiológicas por ciudad de origen.....	61
Tabla 27 Resultados de las pruebas microbiológicas por lugar de muestreo.....	62
Tabla 28 Resultados de Mesófilas aerobias viables en 20 muestras de leche de burra. ..	62

Tabla 29 Estadística descriptiva de Mesófilas aerobias viables hallados en 20 muestras de leche de burra.	64
Tabla 30 Análisis de Varianza de Mesófilos aerobios viables.....	65
Tabla 31 Resultados de Coliformes totales en 20 muestras de leche de burra.	66
Tabla 32 Estadística descriptiva de Coliforme totales hallados en 20 muestras de leche de burra.	67
Tabla 33 Análisis de Varianza de <i>Coliforme totales</i>	68
Tabla 34 Resultados de <i>Staphylococcus aureus</i> en 20 muestras de leche de burra.	69
Tabla 35 Estadística descriptiva de <i>Staphylococcus aureus</i> hallados en 20 muestras de leche de burra.	70
Tabla 36 Análisis de Varianza de <i>Staphylococcus aureus</i>	71
Tabla 37 Valores de referencia de análisis fisicoquímico y microbiológico del presente estudio y la bibliografía internacional.....	72
Tabla 38 Parámetros establecidos para determinar la calidad de la leche.	75

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Composicion de la leche	11
FIGURA 2. Mapa de la ciudad de La Paz y El Alto.	30
FIGURA 3. Resumen de la metodologia utilizada durante la investigacion	34

GLOSARIO

UFC: Unidad formadora de colonias

°D: grados Dornic

PCA: Plate Count Agar

AT: Acidez titulable

P: Densidad

ST: Solidos totales

AL: Ácido láctico

X: Media

ML:

Militros

RESUMEN

La presente investigación tiene como objeto, estudiar la calidad de la leche de burra, de la ciudad de La Paz y El Alto, evaluando características, microbiológicas y fisicoquímicas en los meses de octubre y noviembre del 2022. El tipo de investigación utilizado es un estudio transversal, descriptivo y no experimental. Se recolectaron 20 muestras de leche de burras aparentemente sanas, con criterios de inclusión definidos. El procesamiento de datos y análisis estadísticos se realizó utilizando el paquete estadístico EXCEL 2013 y IBM SPSS Statics. Las muestras se transportaron en envases esterilizados y refrigerados a 3 a 5 °C, se procesó el mismo día. Los exámenes de laboratorio microbiológico; se realizaron en la Facultad de Agronomía, en el Laboratorio de Investigación y Microbiología de Medicina Veterinaria y Zootecnia, así también el examen fisicoquímico se realizó en el laboratorio de Bioquímica de la misma facultad y en el Instituto de Servicios de Laboratorios de Diagnóstico e Investigación en Salud (SELADIS), todos dependientes de la Universidad Mayor de San Andrés.

Los resultados hallados de la presente investigación fueron: en fisicoquímica se realizaron los ensayos de densidad, solidos totales, acidez titulable, pH, grasa, propiedades organolépticas, donde se obtuvo un promedio de 1,04 g/ml en la densidad, 9,33 g/100 g de ST, de 0,43 °D en AT, 9,33 de pH, 0,18 g/100 g de grasa, que en comparación a la leche vaca según Revilla (1.032g/ml de densidad, 12.00% en ST, 0.18 °D de AT, 6.8 pH y 3.50% de grasa) se observaría que la leche de burra contiene menor cantidad de ST y grasa pero mayor porcentaje de pH y densidad y las propiedades organolépticas indicaron que la leche no presenta una apariencia distinta a la de uso común. En la evaluación diagnostica de calidad microbiológica de los indicadores Mesófilos Aerobios Totales, Coliformes Totales y *S. aureus*, el promedio de las 20 muestras fue de 93,1 UFC/ml para mesófilos totales, 21,2 UFC/ml coliformes totales y de 2,2 UFC/ml para *S. aureus*, que ingresan con una calificación de muy bueno dentro de los valores de referencia según SENASAG (muy bueno < 100.000 UFC/ml para mesófilos, < 100 coliformes/ml y < 50 UFC/ml para *S. aureus*), estos también de leche de vaca.

Se concluye que la calidad de leche de burra, evaluada en el laboratorio fisicoquímico, es carente de lactosa, proteínas y grasa, que son la suma de los sólidos totales con respecto a la de consumo común y que en microbiología se confirmó que esta leche es de muy buen nivel.

Palabras claves: Burra, leche, fisicoquímica, microbiológica

SUMMARY

The purpose of this research is to study the quality of donkey milk from the city of La Paz and El Alto, evaluating microbiological and physicochemical characteristics in October and November 2022. The type of research used is a study transversal, descriptive and non-experimental. Twenty milk samples were collected from apparently healthy donkeys, with defined inclusion criteria. Data processing and statistical analysis were performed using IBM SPSS Statics. The samples were transported in sterilized containers and refrigerated at 3 to 5 °C, processed the same day. Microbiological laboratory tests; were carried out in the Faculty of Agronomy, in the Research and Microbiology Laboratory of Veterinary Medicine and Zootechnics, as well as the physicochemical examination was carried out in the Biochemistry laboratory of the same faculty and in the Institute of Diagnostic and Research Laboratory Services in Health (SELADIS), all dependent on the Universidad Mayor de San Andrés.

The results found from the present investigation were: in physical chemistry, density tests were carried out, total solids, titratable acidity, pH, fat, organoleptic properties, where an average of 1.04 g/ml in density was obtained, 9.33 g/100g of ST, 0.43 °D in AT, 9.33 of pH, 0.18 g/100g of fat, which in comparison to cow's milk according to Revilla (1,032g/ml of density, 12.00% in ST, 0.18 °D of AT, 6.8 pH and 3.50% fat) it would be observed that donkey milk contains a lower amount of ST and fat but a higher percentage of pH and density and the organoleptic properties indicated that the milk does not present a different appearance to that of common use. In the diagnostic evaluation of microbiological quality of the indicators Total Aerobic Mesophiles, Total Coliforms and *S. aureus*, the average of the 20 samples was 93.1 CFU/ml for total mesophiles, 21.2 CFU/ml for total coliforms and 2 .2 CFU/ml for *S. aureus*, which enter with a very good rating within the reference values according to SENASAG (very good < 100,000 CFU/ml for mesophiles, < 100 coliforms/ml and < 50 CFU/ml for *S. . aureus*), these also made from cow's milk.

It is concluded that the quality of donkey milk, evaluated in the physicochemical laboratory, is devoid of lactose, proteins and fat, which are the sum of the total solids with respect to that of common consumption and that in microbiology it was confirmed that this milk is of a very good level.

Keywords: Donkey, milk, physical chemistry, microbiological

1. INTRODUCCION

La leche de burra en Bolivia, más específicamente en el altiplano como es La Paz, Oruro y Potosí, es de consumo popular, como una fuente nutricional, e incluso se considera que esta contiene propiedades que coadyuvarían al beneficio de la salud. Dicha leche se comercializa en distintos puntos donde del ordeño se pasa directamente al consumo.

En la antigüedad su consumo estaba presente en las culturas griegas y romanas, que era usada como remedio para resolver problemas de salud. En la actualidad. Se estima que la población mundial de burros es de 44 millones, de los cuales 40 millones (96,4%) se encuentran en países en desarrollo. Los burros representan aproximadamente el 73% de la población equina total de África, mientras que representan el 49,0%, 15,2%, 8,2%, 2,2% en Asia, América, Europa y Oceanía, respectivamente según (Colavita et al., 2016)

La leche a nivel mundial ha tomado una gran importancia como fuente nutricional para niños y adultos de todas las edades, aportando carbohidratos, proteínas, minerales y azúcares, por lo que la industria nacional láctea ha tomado gran importancia en la vida diaria de la población boliviana. Las empresas lácteas con la finalidad de alcanzar una mejora continua han producido una gran variedad de productos derivados de la leche como; leche descremada, semidescremada, en evaporada, etc. y a su vez en diferentes envases para la conservación de sus propiedades organolépticas, fisicoquímicas y componentes nutricionales. (Geronimo & Perez, 2021)

A nivel nacional Bolivia cuenta con entidades como el SENASAG (Servicio nacional de sanidad agropecuaria e inocuidad alimentaria) que es la entidad oficial encargada de supervisar, ejecutar y regular las directrices en materia de certificación e inspección sanitaria de la leche, productos lácteos y sus derivados, así como la toma de muestras. Y juntamente con IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad) ente que normaliza los procesos laboratoriales que establecen las especificaciones para evaluar el contenido de los sólidos totales, materia grasa, densidad, pH, acidez y propiedades microbiológicas que son objeto de nuestro estudio. Estos parámetros son de suma importancia ya que permite determinar los requisitos fisicoquímicos de la leche para su elaboración, así como de otros productos lácteos y combinado con otras pruebas complementarias se podrá establecer si la leche se encuentra adulterada, por lo que el presente estudio se basará en evaluar distintos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

en la leche. (SENASAG, 2011)

En el aspecto social y económico, podemos mencionar que la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) definen a la leche de equino entre leche de yegua, burra que tienen una composición muy similar. La leche de equino, al igual que la leche humana, tiene un nivel relativamente bajo de proteínas (particularmente de caseínas) y cenizas y es rica en lactosa. En comparación con las de otras especies lecheras, la leche de equino contiene bajo nivel de grasa y proteínas. La mayoría de la leche de equino se consume fermentada y no es adecuada para la fabricación de queso. (FAO, 2023)

El agua es el principal componente de la leche. El contenido de agua de la leche de las diferentes especies lecheras— ganado vacuno, búfalos de agua, yaks, ovejas, cabras, caballos y burros — varía del 83 por ciento en los yaks al 91 por ciento en los burros. (FAO, 2023) La yegua produce entre 10 a 20 litros de leche por día, de acuerdo con las razas.

La composición de la leche según la especie puede variar, a nivel mundial la leche de mayor consumo es la de la vaca, pero otros animales como la cabra, la oveja, el búfalo, el burro, camellos y otros también son criados para aprovechar su leche. (Geronimo & Perez, 2021)

1.1. Antecedentes

En toda la revisión bibliográfica no se encontró trabajos de investigación publicados en pruebas fisicoquímicas y microbiológicas en leche de burra, solo encontramos información de algunos valores como ser:

(Andrade,2012) el estudio investigo la leche de burra en Potosi, que tiene como objetivo estudiar si el consumo de esta tiene o no efectos curativos por lo que realizo, encuestas, análisis bacteriológico, todos de referencias bibliográficas e información por internet y resultado en negativo para las pruebas bacteriológicas. Y concluye que la leche de burra negra actúa solo como suplemento nutricional, por su similitud a la leche materna y no así en el tratamiento de enfermedades. Y califica de sustancia placebo esta leche.

(Losinno & Bragulat, 2019) muestra la problemática de la alergia alimentaria a las proteínas de la leche de vaca es una respuesta inmune a estas. Describe que un tratamiento para esta alergia es eliminar esta y sustituirla como alternativa la leche de burra para niños debido a su composición que indica que es semejante a la leche humana, por su tolerabilidad, palatabilidad y concentración de nutrientes y compuestos bioactivos y la propone como hipo alérgico útil

también para elevar el comercio y crianza de burra en Argentina.

(Salimei & Fantuz, 2012) Habla de la leche de burra desde el punto de vista de la alergia que produce el consumo de leche de vaca en infantes, y como la leche de burra puede ser una alternativa tolerable, menciona que esta leche puede ayudar a prevenir la aterosclerosis y que puede coadyuvar en elevar la defensa en ancianos. Discute sobre las proteínas, grasa, minerales y vitaminas, contenido de lípidos y la presencia de componentes bioactivos de la leche cruda de burra, además sugiere que los derivados de esta leche podrían beneficiar al adulto mayor.

(Vallejo & González, 2014) El trabajo recopiló usos tradicionales de la leche de burra en la etnomedicina en España. Reconociendo su uso terapéutico frente enfermedades respiratorias, infecciosas y parasitarias por su bioactividad, ya que describe sus resultados obtenidos en estudios clínicos. Su uso como remedio empírico cree que está asociado con el pensamiento mágico y cree que la producción de la leche contribuye en la conservación de la especie.

(Perez, 2020) Habla sobre la problemática en la salud pública, de consumir leche de burra sin pasteurizar en Quito e indicó como objetivo identificar la presencia de *Staphylococcus* en la leche cruda de burra para evitar que esta transmita enfermedades. Y en 40 muestras analizadas se halló 15 positivas a *Staphylococcus* spp. experimentó observando resistencia a la ampicilina, amoxicilina + ácido clavulánico, ceftriaxona, cefalexina, ciprofloxacina y enrofloxacin, concluyendo que el ordeño altera los datos y que la presencia de resistencia limita el efecto hacia la salud del consumidor.

1.2. Justificación

El presente trabajo de investigación sobre las propiedades de la leche de burra (*Equus africanus asinus*) que es comercializado en los distintos puntos de venta de ordeño y de consumo inmediato, en la ciudad de La Paz y el Alto -Bolivia.

Los puntos de comercialización de leche de burra están destinados generalmente para el consumo humano de los habitantes de ambas ciudades. Ciudades que tienen una población de 2.927.000 habitantes según la última revisión y proyección de población considerada para el 2020, esto según (Instituto nacional de estadística, 2014).

La leche de burra en Bolivia, según autoridades municipales y el (SENASAG, 2011) aun

no se encuentra definido específicamente sino más bien a la leche en general en la que puede entrar como, leche cruda(Son aquellos que por acción de agentes físicos, químicos y biológicos, propios del alimento o del medio ambiente, han sufrido deterioro en su composición intrínseca.), producto fresco (producto lácteo, que no han sido sometidos a ningún tratamiento destinado a garantizar su conservación). Y en busca de mejorar el plan de manejo, y comercialización de este producto alimenticio, la investigación servirá como base para regularización con normativa del productor y comerciante de esta leche.

Las ferias y puntos de comercialización están ubicadas en la zona Norte de La Paz en la zona Ballivián, Zona Senkata y aledaños existiendo además las ferias de la Provincia los Andes, Pucarani, Batallas, y en la ciudad de La Paz en las zonas de la Vita, Cota Cota y Mallasilla según las mismas productoras. El horario de venta de esta leche normalmente oscila de horas 4:00am hasta las 11:00am ya que los animales en etapa de lactancia presentan una alta curva de producción en este horario, según la mayoría de los productores con lo que se realizó el trabajo.

Al crear resultados respecto a la composición de la leche de burra, se puede no solo incrementar aún más el consumo de la leche de burra representando ganancias económicas en la producción lechera de burras, sino también sustentar el conocimiento ancestral que indica los beneficios de esta leche y su consumo.

El creciente interés en la leche de burra se basa principalmente en su posible uso como alternativa a la leche de vaca en aquellas personas que presentan alergia a este tipo de leche. Este problema es especialmente importante en edad infantil, donde la alergia a las proteínas de la leche de vaca es la mayor causa de reacción adversa a los alimentos, afectando a un 3% de niños en los tres primeros años de vida (Sampson, 2004)

1.3. Planteamiento del problema

La producción de leche de burra representa el 0.5% de la producción de leche a nivel mundial, según la FAO, en Bolivia se cuenta con cerca de 80mil cabezas de burros hembras, según SENASAG, 2014. En La Paz cuenta con alrededor de 20 mil cabezas de burros hembras, para el comercio de leche, carne o para trabajo de fuerza, siendo éstas más dóciles que el macho. Así mismo el consumo leche cruda de burra es parte de la idiosincrasia en la ciudad de La Paz y El Alto, la demanda subió considerablemente en épocas de pandemia, según los mismos productores, ya que es muy popular la creencia de que la leche de burra tiene poderes curativos y la falta de

estudios que demuestren la existencia de propiedades tanto físicas como químicas genera una inseguridad en su consumidor. La leche cruda presenta la probabilidad de presencia de especies bacterianas que al ser consumidas podría afectar al consumidor. Por lo que el presente trabajo tiene la finalidad de obtener valores que sirvan como referencia de la leche de burra, y corroborar si su consumo es útil, es indispensable o innecesario.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo General*

- ✓ Determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche de burra (*Equus africanus asinus*) en La Paz y el Alto, Bolivia.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

- ✓ Determinar las propiedades fisicoquímicas (densidad, sólidos totales, acidez titulable, pH, grasa, propiedades organolépticas) de la leche de burra por ciudad y punto de muestreo.
- ✓ Determinar los valores de Mesófilos Aerobias Viables, Coliformes totales y *Staphylococcus aureus* de la leche de burra por ciudad y punto de muestreo.
- ✓ Comparar los valores obtenidos de la leche de burra con bibliografía internacional.

2. MARCO TEORICO

2.1. Taxonomía

El asno o burro *Equus africanus asinus* es un animal domesticado casi junto con los caballos, mamífero solípedo originario de África que se expandió del tronco de Europa y su domesticación se remonta a unos 5000 años a.C. (French, 1999)

Este un animal de carga para todo tipo de actividades rurales que cuenta con muchas ventajas siendo este un animal muy apropiado para realizar trabajos livianos, como cargar forrajes o recipientes de agua. También son aptos para tareas que requieren un esfuerzo moderado, (J.C. Chirgwin, 2000) por esto se lo considera maquinaria agrícola para el cultivo.

Tabla 1

Taxonomía del burro

Reino	Animalia
<i>Phylum</i>	CHORDATA
Clase	MAMMALIA
Orden	PERISSODACTYLA
Familia	EQUIDAE
Nombre científico	<i>Equus africanus asinus</i>

Nota, la tabla fue elaborada por Legorreta en 2005

2.2. Características Zootécnicas

El burro se caracteriza porque el hueso terminal de cada pata está ensanchado y redondeado de manera uniforme, de tal forma que caminan con las puntas de los dedos. Las pezuñas de esta especie son particularmente angostas. Sus pezuñas son largas y las más angostas de los equinos; por lo que son mejores caminadores que corredores. En las extremidades posteriores, la tibia está alargada y soporta casi todo el peso. (Kingdon, 1997)

Se estima que, en estado salvaje, el burro tiene una edad media de vida de 15 a 20 años y en cautiverio puede llegar a los 40 años, dependiendo su uso en producción. (French, 1999)

La fórmula dental es: (i3/3, c1/1, pm 3-4/3, m 3/3) x 2 = 40-42. Los caninos son vestigiales o ausentes en las hembras, que poseen dos mamas localizadas en la región inguinal (Kingdon, 1997)

Según (Nowak, 1991) esta distribuida a lo largo del mundo entero como una especie domestica de uso rural.

2.3. Alimentación del Burro

Al igual que en el caballo, el sistema digestivo de los burros (animal monogástrico) está compuesto por un sólo saco estomacal, de pequeño tamaño y de un intestino grueso muy desarrollado por lo que no son aptos para incorporar a su dieta la urea como lo hacen los rumiantes, por esto no se les debe ofrecer paja o chalas de maíz tratado con urea ni nada que contenga urea. El burro ha evolucionado para adaptarse al consumo del pasto como forma de alimentación. Sin embargo, hay algunas diferencias sutiles en la fisiología del metabolismo del burro que se evidencian en los requisitos nutricionales del animal. Debido a su origen en regiones donde la vegetación es seca y escasa, el burro está adaptado a una dieta rica en fibra y a caminar largos recorridos en busca de alimento. (Baltazar, 2022)

Los burros salvajes pasan más de la mitad del día alimentándose, y si se les permite el acceso a los burros domésticos a un buen pasto, concentradas o comida suplementaria, éstos ganarían peso rápidamente. Incluso bajo estas condiciones el burro buscará activamente vegetación con un alto contenido en fibra para complementar su dieta. El peso ideal de los burros de 1.25 a 1.37m de altura no debe superar los 180 kg el animal no debe presentar depósitos de grasa obvios, que suelen encontrarse en las zonas por encima de las costillas, el anca y el cuello. Algunos burros desarrollan abdomen colgante debido a la falta de ejercicio y el peso de la grasa abdominal. (Baltazar, 2022)

2.4. Otros usos del Burro

Hoy en día, el burro en Europa gana valor como productor de leche para las industrias farmacéuticas y cosméticas, e incluso en el ecoturismo en las terapias con burros para personas con necesidades especiales, y se utiliza cada vez más como animales de compañía (Barbosa, 2003)

La crianza de Burros en las provincias es muy poca, fue diezmada y remplazada por los vehículos poco o nada se ve en las zonas urbanas para la venta de la leche por su alto valor

medicinal. (Baltazar, 2022)

2.5. Reproducción

La reproducción de los burros inicia con el celo que se da cada 22 a 24 días, en los cuales la hembra se deja, de este celo se puede contar con alrededor de 6 días en los cuales el apareamiento puede producir una preñez, entre uno de los datos de esta reproducción se ve que la eyaculación del macho puede durar de entre 5 a 10 minutos. Como método de comprobar la preñez se va a observar una ausencia de celo en los postreros 23 días,

El periodo de gestación en burros es variable, pero en general se observó alrededor de los 12 meses, en donde al terminar el periodo de gestación es aconsejable que el productor proporcione un sitio accesible, bien resguardado y limpio para que el animal pueda parir en buenas condiciones. (J.C. Chirgwin, 2000)

Tabla 2

Rango del tiempo de valores reproductivos

RASGOS	BURRA	VACA	YEGUA
Ciclo estral: días	24	19 a 21	22
En calor: días	2 a 7	18 a 24 hrs.	6
Gestación: días	380	280	345

Nota, Rasgos reproductivos de animales de granja: rango de valores (Merck, 1979)

2.6. Gestación

El período de gestación en burras es variable, la norma se sitúa alrededor de los 12 meses. A partir del décimo mes de preñez se debe dar un manejo especial a la hembra: una alimentación de calidad, pero sin hacerla engordar, un trabajo liviano, control de parásitos y vacunaciones que correspondan. Unas tres semanas antes del parto la ubre comenzará a crecer preparándose para la lactación. Acercándose la fecha del parto habrá que preparar un sitio accesible, bien resguardado y limpio para que el animal pueda parir en buenas condiciones (Baltazar, 2022)

2.7. Lactancia

Dentro del ciclo reproductivo el que más nos interesa será la lactancia de la burra en el que la literatura sugiere en (FAO, 2018) que la alimentación que se provea durante los dos últimos meses debe mejorar, esta debe ser duplicada en cantidad y calidad para preparación de la lactancia una o dos semanas antes de parto, esto ayudará a la hembra a crear reservas corporales. Y por ende la leche debería presentar mayor cantidad de componentes que coadyuven con la salud.

2.8. Leche

La leche se define como un líquido fresco del ordeño higiénico y completo, extraído de mamíferos sanos bien alimentadas sin calostro y que cumple, características fisicoquímico, bacteriológicos establecidos por IBNORCA. (PDLA, 2003).

Según (NB273, 2004) la leche es un líquido que segregan las glándulas mamarias, poco después del calostro, cuando nace la cría, de composición compleja, color blanco y opaco, de sabor ligeramente dulce y de pH casi neutro que mantienen en suspensión proteína, en emulsión grasa y en dilución lactosa y mineral.

La leche es una secreción nutritiva de color blanquecino opaco producida por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos. Su principal función es nutrir a sus crías hasta que son capaces de digerir otros alimentos. Además, cumple las funciones de proteger el tracto gastrointestinal de las crías contra organismos patógenos, toxinas e inflamación (Vásquez, 2017)

La leche de burra es un fluido complejo que contiene entre sus moléculas; agua, lípidos, azúcares y proteínas, y otros elementos como minerales, vitaminas, hormonas y enzimas. (Thompson, 2009)

El uso de la leche de burra puede ser útil como adecuado para entre 2 a 6% de la población alérgica a la leche de vaca por contener altos grados de proteína, esto según (FAO, 2018). Esta importante organización como es la Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura menciona a la leche burra comparándola como muy similar a la leche humana, por tener un nivel relativamente bajo de proteínas (específicamente la caseína) y cenizas, aunque es rica en lactosa. No apta para la fabricación de queso y contiene bajo nivel de grasa y proteínas. (FAO, 2018)

2.9. Composición de la leche

La composición de la leche según la especie puede variar, a nivel mundial la leche de mayor consumo es la de la vaca, pero otros animales como la cabra, la oveja, el búfalo, el burro, camellos y otros también son criados para aprovechar su leche. (Geronimo & Perez, 2021)

La leche es una compleja mezcla de distintas sustancias, presentes en suspensión o emulsión y otras en forma de solución verdadera y presenta sustancias definidas: agua grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales; a las cuales se les denomina extracto seco o sólidos totales. Los sólidos totales varían por múltiples factores como lo son: la raza, el tipo de alimentación, el medio ambiente y el estado sanitario del animal entre otros. (Gómez & Mejía, 2005)

La leche entera de burra 85-90% por agua, el 10-15% restante es lo que se conoce como sólidos totales. Ellos están conformados principalmente por Lactosa, Grasa, Proteína y Minerales. Cada uno de estos componentes se produce en mayor o menor proporción según una serie de variables, tanto internas como externas, al animal. (Montero, 2011)

La leche es un alimento fundamental segregado por las glándulas mamarias de las especies mamíferas con la finalidad de alimentar a sus crías en la primera fase de vida. (Ministerio de agricultura, 2005)

Tabla 3

Composición de la leche según la especie

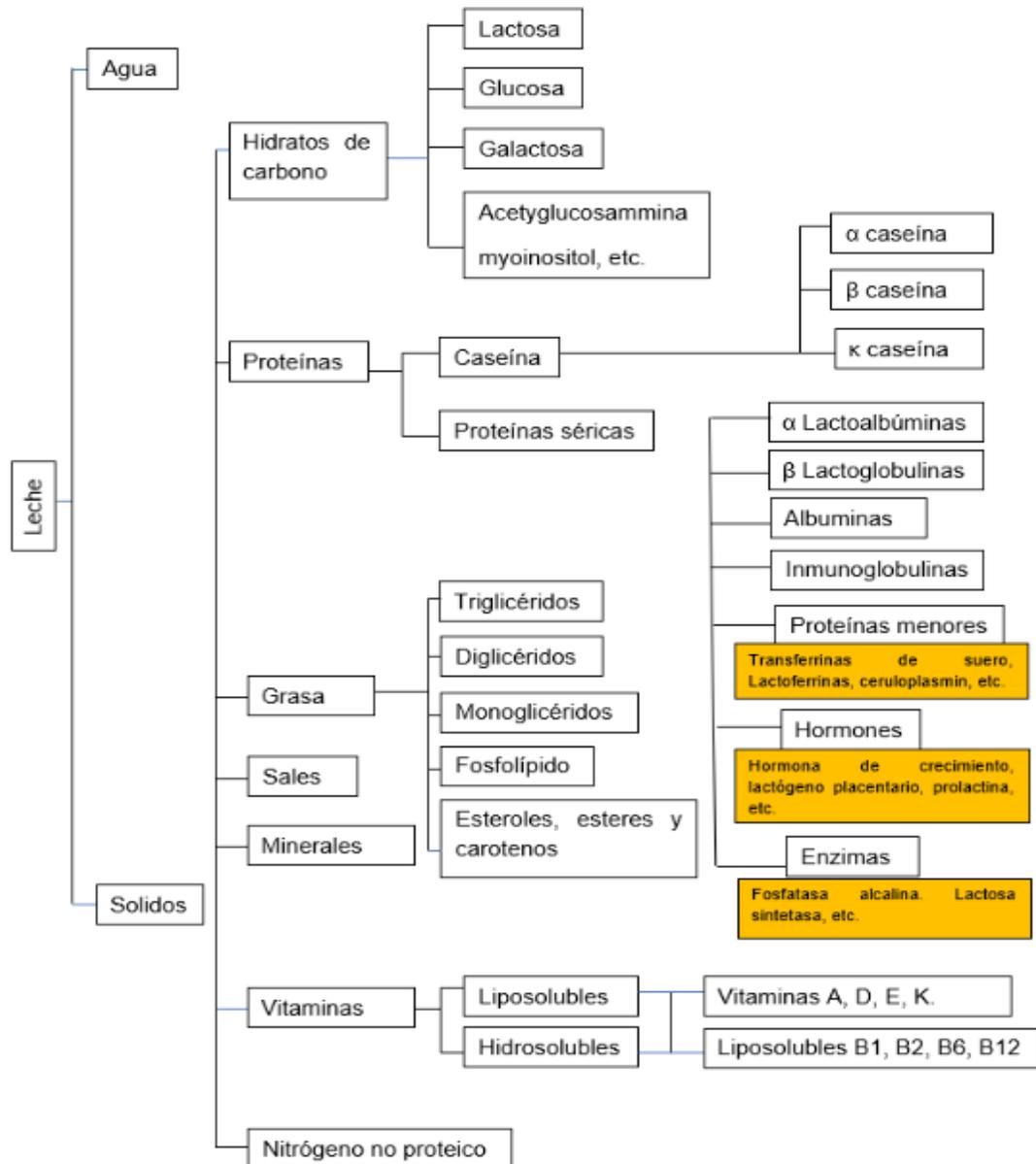
Especie	Grasa	Proteína	Sólidos Totales
Humana	3.75	1.63	12.57
Vacuna	3.70	3.50	12.80
Búfalo	7.45	3.78	16.77
Cebú	4.97	3.18	13.45
Caprina	4.25	3.52	13.00
Ovina	7.90	5.23	19.29

Nota, los datos están expresados en % (porcentaje). Y fue elaborada por el Ministerio de agricultura el año 2005.

Se puede observar que según el auto la leche con mas valor proteico es la leche de bufala

seguidamente de la leche humana, y la que contiene mas porcentaje graso según esta tabla es la de cebu, En busca del porcentaje de la leche de burra no se tiene mucha informacion ni bibliografia lo que permitira al presente trabajo otorgar dicha informacion.

Figura 1.



Composicion de la leche

Nota, descrito por Chevallier, 2010

2.10. Calidad de la leche

(Haroldo, 2001) Define “Leche de calidad, es el producto fresco del ordeño completo de semovientes sanos ya sean vacas u otros mamíferos deben de estar, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas” por las normas de cada país.

La calidad de la leche puede separarse en dos grandes referentes, el composicional y el higiénico- sanitario. La calidad composicional está referida a los requisitos de “composición fisicoquímica” que debe cumplir la leche y se evalúa mediante la medición del contenido de sólidos totales, grasa y proteína, parámetros que determinan su valor nutricional y su aptitud como materia prima para el procesamiento de derivados lácteos. El término calidad de la leche, incluye las propiedades composicionales y microbiológicas. Las características composicionales incluyen las propiedades físicas y químicas (Delgado et al., 2016)

La calidad de la leche cruda puede deteriorarse debido a un manejo inadecuado de los utensilios de ordeño, transporte o adulteración (grasas, sales, agua, entre otros), aumentando la carga bacteriana y propiciando propiedades indeseables de acidez, rancidez o agriado (Alvarez-Fuentes et al., 2012)

2.11. Propiedades fisicoquímicas de la leche

2.11.1. *Propiedades físicas de la leche*

Algunas propiedades físicas dependen del total de los componentes, otras dependen de las sustancias disueltas y otras que solo dependen de los iones o de las sustancias reductoras (Alais, 2003) también (Vásquez, 2017) nos indica que la leche es un líquido complejo que contiene muchos componentes en diferentes estados (solución, emulsión y coloidal); comprender sus propiedades y los cambios que le acontecen implica un profundo conocimiento de cada uno de sus compuestos y de las relaciones entre ellos.

2.11.1.1 Densidad

Se llama densidad de un cuerpo líquido o sólido a la relación que existe entre la masa expresada en peso y el volumen del cuerpo. Es decir, la variación del peso con respecto al volumen (SENA, 1987)

La densidad de la leche está directamente relacionada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que contenga la leche. Al realizar un análisis de densidad en la leche, se debe tomar una muestra fresca y mezclarse suavemente sin que haya incorporación de aire. (Vega & Aguilar, 2022)

La densidad se define como «la masa por unidad de volumen, que es igual al cociente entre la masa de un cuerpo (kg) y su volumen (m³), sus unidades dimensionales son kg/m³ en el Sistema Internacional de Unidades (SI)

$$P = \frac{m}{V}$$

Donde:

P = densidad

M = masa

V = volumen

En el caso de la leche es el peso de un volumen dado de la misma a una temperatura determinada. La densidad se expresa en gramos por centímetro cúbico (gr/cc) o en kilogramos por litro (kg/t). En los líquidos el volumen varía mucho con la temperatura y lo mismo ocurre con su densidad. Cuando aumenta la temperatura, aumenta el volumen y disminuye el valor de la densidad, por ello en las tablas de densidades debe especificarse la temperatura a la que se determinó cada valor de densidad del líquido (Gonzales, 2012)

La densidad de la leche es el resultado del agua de la grasa, lactosa, caseína, albúmina de las sales minerales, el cual junto al porcentaje de sólidos totales nos permite reconocer si la leche ha sido adulterada o no. (IBNORCA NB 33013, 2013)

La densidad de la leche oscila entre 1,027 y 1,035 g/ml. Según la clase y cantidad de partículas contenidas en ella, están disueltas o emulsionadas. (Quispe, 2010)

2.11.1.2 Sólidos Totales

Los sólidos totales de la leche fresca o cruda están constituidos por la grasa, lactosa, proteínas, minerales etc. Esto según (Nina, 2005)

Según (IBNORCA NB 33013, 2013) la densidad de la leche es el resultado del agua de la grasa, lactosa, caseína, albúmina de las sales minerales, el cual junto al porcentaje de sólidos totales

nos permite reconocer si esta fue adulterada o no.

2.11.1.3 Acidez titulable

La acidez que se encuentra en la práctica láctea se debe a concentraciones pequeñas de iones hidrógeno. Así cuando la leche ha coagulado, debido a la acidificación por las bacterias su concentración hidrogenada es de 1/100.000 gr. por litro, es decir la leche coagula a un pH de 5 aproximadamente.

Lo que realmente se hace al titular la acidez de la leche fresca es determinar cuánto álcali se necesita para llevar el pH de 6.6 a 8.4. Si la leche se acidifica debido al crecimiento microbiano, se necesita una mayor cantidad de álcali con lo que la acidez o título (valor de la titulación) de la leche aumenta. La acidez titulable de la leche es entonces realmente la cantidad de ácido láctico equivalente al álcali necesario para llevar el pH normal de la leche que es de aproximadamente 6.6 a 8.4 (Davis, 1977)

2.11.1.4 Acidez

La acidez de una solución depende de la concentración de iones hidronio (H^+) que posea. La acidez de la leche involucra la acidez actual y la potencial, la actual representa a los grupos H^+ libres, mientras que la acidez potencial incluye todos aquellos componentes de la leche que por medio de la titulación liberan grupos H^+ al medio (SINGH et al., 1997)

“La acidez de la leche cruda es el resultado de la suma de la acidez natural, que es debida a una serie de reacciones químicas, y la acidez desarrollada, que se debe a la degradación microbiana de la lactosa.” (Alais, 2003) La acidez se mide por medio de titulación y existen diferentes medios de expresión, especialmente los siguientes

2.11.2. Propiedades químicas de la leche

Se sintetiza fundamentalmente en la glándula mamaria, pero una gran parte de sus constituyentes provienen del suero de la sangre. Su composición química es muy compleja y completa, lo que refleja su gran importancia en la alimentación de las crías. (Vásquez, 2017)

Las propiedades químicas corresponden a los porcentajes de acidez, proteína, grasa, lactosa, minerales, vitaminas, sólidos no grasos y sólidos totales (Delgado et al., 2016). Dentro las cuales observaremos en la siguiente tabla algunos de los parametros en distintos tipos de leche

como es el de leche de yegua, humana, vaca y burra. La importancia de un buen almacenamiento así como una correcta refrigeración nos permitiría evitar alteraciones en las propiedades químicas de la leche de cualquier semoviente.

Tabla 4

Parámetros comparativos de la composición química de la leche.

	Burra	Yegua	Humana	Vaca
Sólidos Totales	8,8 – 11,7	9,3-11,6	11,7-12,9	12,5-13,0
Proteína Totales	1,5 – 1,8	1,5-2,8	0,9-1,7	3,1-3,8
Caseína	0,64-1,03	0,94-1,20	0,32-0,42	2,46-2,80
Proteína De Suero	0,49-0,80	0,74-0,91	0,68-0,83	0,55-0,70
LISOZIMA (mg/ml)	1	1,1	0,5	trazas
Grasa	0,3-1,8	0,5-0,2	3,5-4,0	3,5-3,9
Ácido Oleico	9,3-10,0	12,1-28,3	33,3-46,4	16,7-27,1
Acido Linoleico	7,6-8,4	5,1-15,5	6,0-13,0	1,6-3,0
Ácido Linolénico	5,8-6,8	2,8-15,7	1,0-3,4	0,5-1,8
Lactosa	5,8-7,4	5,8-7,0	6,3-7,0	4,4-4,9
Ratio caseína: PDS	1,3:1	1,1:1	0,5:1	4,4:1
Nitrógeno No Proteico	0,18-0,41	0,17-0,35	0,26-0,32	0,1-0,19
Ratio caseína: PDS	1,16	1,19	3,76	2,64

Nota. (PDS) proteína de suero.

Los datos se ofrecen en g/100 g de leche salvo que se indique lo contrario, referencia obtenida Gómez-Ruiz (2011).

2.11.2.1 pH

La palabra pH proviene de "*pondus Hidrogenión*". Lo que significa el peso del hidrógeno. El pH permite medir la acidez o alcalinidad de un fluido, y se expresa mediante valores numéricos la concentración de iones de hidrógeno (H⁺). En todos los seres vivos, existen fluidos ácidos y alcalinos, estos son resultado del metabolismo de los hidratos de carbono a partir del metabolismo de hidratos de carbono, lípidos y proteínas, de este metabolismo tenemos el ion hidrogeno que es el factor que indica si un fluido es ácido o alcalino expresado como pH. (Vega & Aguilar, 2022)

La leche es uno de los alimentos más completos ya que es una mezcla homogénea de todos los nutrientes. La leche de vaca está compuesta en un 87% de agua, siendo el resto lípidos, proteínas, glúcidos (fundamentalmente lactosa), sales minerales, vitaminas, etc. La leche presenta, normalmente, un pH comprendido entre 6,5 y 6,8, siendo la acidez total debida a una suma de tres fuentes fundamentales y a una cuarta de carácter eventual (Negri, 2005) que son:

- Acidez proveniente de la caseína.
- Acidez debida a las sustancias minerales y a la presencia de ácidos orgánicos.
- Acidez proveniente de reacciones secundarias debidas a los fosfatos.
- Acidez desarrollada debida, principalmente, al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa en las leches en proceso de alteración.

Las tres primeras representan la acidez natural de la leche. La cuarta puede existir debido a condiciones sanitarias no adecuadas o si han actuado bacterias lácticas que convierten la lactosa en ácido láctico. La acidez permitida en la leche es de 0.2% en ácido láctico. (Diez, 2020)

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución, indica la concentración de iones hidrógeno $[H^+]$ presentes en determinadas disoluciones. La determinación del pH es uno de los procedimientos analíticos más importantes y utilizados en química y bioquímica porque determina muchas características notables de la estructura y de la actividad de las moléculas, por lo tanto, del comportamiento de células y organismos. (Diez, 2020)

Según (Basaez, 2009) el pH es una medida utilizada por la química para evaluar la acidez o alcalinidad de una sustancia. Se entiende por acidez la capacidad de una sustancia para aportar a una disolución acuosa iones de hidrogeno o hidrogeniones al medio. La alcalinidad o base aporta oxidrilo al medio. Por lo tanto, el pH mide la concentración de iones de hidrógeno de una sustancia.

El pH posee una escala propia, esta es una tabla que va del número 0 al 14, siendo de esta manera el 7 el número del medio. Si el pH es de 0 a 6, la solución es considerada acida; por el contrario, si el pH es de 8 a 14, la solución se considera alcalina. Si la solución posee un pH 7, es considerada neutra. (Basaez, 2009)

2.11.2.2 Lípidos y grasas

Los glóbulos de grasa son las partículas más grandes de la leche y también las más ligeras, por lo que tienden a subir a la superficie cuando la leche se deja reposar en un envase. La materia

grasa se altera más lentamente que la lactosa, en sus modificaciones no provoca grandes cambios en la en la estructura fisicoquímica de la leche, pero son importantes por ser causa de la aparición de sabores desagradables. La composición de la grasa de la leche varía poco según la raza, en contraste varía mucho por la naturaleza de la alimentación. (Alais, 2003)

La estructura de la grasa de la leche se encuentra en forma de pequeños glóbulos en emulsión temporal no son visibles a simple vista, pero pueden ser observados con la ayuda de un microscopio, utilizando su lente u objetivo de pequeño aumento cada glóbulo posee un núcleo (triglicéridos) rodeado de una película, esta última llamada también membrana, muy compleja y formada de varias capas. La capa inmediata al núcleo está constituida por triglicéridos de elevado punto de fusión que encajan en una capa de fosfolípidos, y que además contienen moléculas de vitamina A y colessterina. La capa de fosfolípidos está rodeada por la proteína de la membrana, cuya estructura es similar al a globulina. A la proteína de la membrana se le atribuye la capacidad de dispersión de la grasa en la leche y es en esta capa donde también se encuentran algunas enzimas (fosfatasa), metales pesados y sales; la superficie de la película posee carga eléctrica. (Revilla, 1982)

La grasa pesa menos que el agua y existe como glóbulos pequeños o gotitas dispersas en el suero de leche. el diámetro de estos glóbulos es de 0.1 a 20 μm ($1\mu = 0.001$ milímetros), y su talla media es el μm 3 - 4. Estos glóbulos están protegidos por membranas, evitando así ataques enzimáticos. Por centrifugación se sepa también la grasa de la leche, con la que se obtiene productos. Donde un centímetro cubico de leche puede contener cerca de 3.000 a 4.000 millones de glóbulos de grasa. Cuando no se quiere que ascienda a la superficie, se recurre a la homogenización de la leche, la que consiste en dividir a un décimo del normal estos glóbulos de forma que queden más tiempo en suspensión. (Molina F. I., 2009)

Las propiedades de la leche son el reflejo de los ácidos grasos que contiene. Existen varios grupos de lípidos presentes en la leche: triacilglicéridos, di acilglicéridos, monos acilglicéridos, fosfolípidos, ácidos grasos libres, esteroides y sus ésteres (Vásquez, 2017)

La determinación del contenido en grasa de la leche es muy importante en el control de calidad de la industria láctea, tanto para conocer su contenido nutricional, para pactar precios y para detectar adulteraciones fraudulentas (aguado, desnatado...) que pueden provocar cambios en el valor nutricional, alteraciones de las características organolépticas e incluso poner en peligro la salubridad del producto. (García Martínez, S.F.)

2.11.2.3 Agua

El contenido de agua en la leche puede variar de 79 a 90.5 %, pero normalmente representa el 87% de la leche. El porcentaje de agua varía cuando se altera la cantidad de cualquiera de los otros componentes de la leche. El agua contenida de la leche es idéntica a cualquier otra agua y sirve como medio de solución y dispersión o suspensión para los ingredientes. El agua es la fase dispersante, en la cual los glóbulos grasos y demás componentes de mayor tamaño se encuentran emulsionados o suspendidos. Las sustancias proteicas se encuentran formando un coloide en estado de “sol” liófilo (caseína y globulina) o liófilo (albúmina), mientras que la lactosa y las sales se hallan en forma de solución verdadera (Gómez & Mejía, 2005)

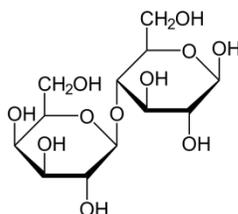
La leche contiene un nivel relativamente alto de agua lo que hace que algunas personas duden de su valor alimenticio. Gracias a esa cantidad de agua la distribución de sus componentes es bastante uniforme y permite que pequeñas cantidades de esta contengan casi todos los nutrientes (Revilla, 1982)

En todos los animales, el agua es el nutriente requerido en mayor cantidad y la leche suministra 87% de la misma. La cantidad de agua en la leche es regulada por la lactosa que se sintetiza en las células secretoras de la glándula mamaria. El agua que va en la leche es transportada a la glándula mamaria por la corriente circulatoria. La producción de leche es afectada rápidamente por una disminución de agua y cae el mismo día que su suministro es limitado o no se encuentra disponible. Esta es una de las razones por las que los mamíferos en etapa de lactancia deben de tener libre acceso a una fuente de agua abundante todo el tiempo. (Artica, 2014)

2.11.2.4 Lactosa

La lactosa es el carbohidrato más importante de la leche y está formado por una molécula de glucosa y otra de galactosa. Su fórmula general es igual a la de la sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$) Pero tiene diferentes propiedades dadas su estructura cíclica.

Su fórmula estructural es:



Nota, Bustamante, 2014

La lactosa representa cerca de la mitad de los sólidos no grasos y contribuye al valor energético de la leche con aproximadamente el 30% de las calorías, o sea cuatro calorías por gramos, es seis veces menos dulce que la sacarosa, se encuentra en solución en el suero y su solubilidad es equivalente a un tercio de la solubilidad de la sacarosa. Cuando la leche es expuesta a temperatura de 100 a 130°C (212 a 226 °F) sufre una parcial descomposición de la lactosa, lo que se manifiesta por cambio de color de leche a café claro o caramelo. (SENA, 1987)

La importancia de la lactosa es que esta es el principal factor en el control de la fermentación y maduración de los productos lácteos, contribuye al valor nutritivo de la leche y subproductos, está relacionada con la textura, solubilidad y juega un papel muy importante en el color y el sabor de los productos tratados con altas temperaturas. (Revilla, 1982)

Su principal origen está en la glucosa de la sangre, el tejido mamario lo sintetiza en galactosa y la liga a un resto de glucosa para formar la molécula de lactosa. Es hidrolizada por la lactasa en el intestino delgado a glucosa y galactosa, que son absorbidos. La lactosa es el factor que limita la producción de leche, es decir, que la cantidad de leche producida depende de las posibilidades de síntesis de la lactosa en la mama (Alais, 2003)

2.11.3. Propiedades organolépticas de la leche

Todas las propiedades organolépticas de la leche están determinadas por sus Constituyentes, por lo que cualquier proceso y operación que altere a estos, se refleja en ella. (Revilla, 1982)

Según (SENA, 1987) son todas aquellas que se aprecian en forma simple y rápida con ayuda de nuestros sentidos como: olor, sabor, textura, color.

2.11.3.1 Aspecto

La apariencia o aspecto normal de la leche debe ser de color blanco aporcelanado, sin grumos o cuerpos extraños provenientes del ambiente (piedras, pelos, tierra, etc.) o que podrían ser perjudiciales para el consumidor (vidrio, plástico, papel). La leche debe ser de consistencia líquida y ligeramente viscosa, esto se debe al contenido de azúcares, sales disueltas en ella y caseína. El aspecto opaco de la leche se debe a su contenido de partículas en suspensión, grasa, proteínas y ciertas sales minerales (Vásquez, 2017)

2.11.3.2 Color

La leche es un líquido de color blanco opalescente característico debido a la refracción de la luz cuando los rayos de luz inciden sobre las partículas coloidales de la leche en suspensión. Cuando es muy rica en grasa, presenta una coloración cremosa, debido al caroteno que contiene la grasa, la leche baja en grasa toma un color ligeramente azulado. Así mismo el color de la leche cambia según el proceso al que haya sido sometido, por ejemplo, la pasteurización mediante el uso de temperaturas altas intensifica su blancura y opacidad y la esterilización la cambia a café claro. (Revilla, 1982)

El color de la leche se debe a los efectos combinados de la caseína, sales coloidales, pigmentes y otros componentes. La caseína y las sales coloidales le imparten el color blanco y opaco de la leche, en la medida que refleja totalmente la luz. El pigmento debido a los carotenos le imparte a la leche un color ligeramente amarillento y los pigmentos de la riboflavina son los que le dan un color amarillo (Vásquez, 2017)

Según (SENA, 1987) en la leche pueden observarse coloraciones accidentales, tales como: una coloración rosa debido a la presencia de sangre y otras debido a la contaminación de microorganismos.

2.11.3.3 Olor

El olor de la leche comercial es difícil de percibir salvo que sea un olor ajeno a ella. Entre esos olores ajenos están los que provienen de algunos alimentos, medio ambiente, utensilios y de los microorganismos. (Revilla, 1982)

La leche recién ordeñada tiene un ligero olor al medio ambiente donde es obtenida, pero luego desaparece. La acidificación le da un olor especial a la leche y el desarrollo de coliformes le da un olor a heces de vaca o a establo (Luquet, 1993)

Según (SENA, 1987) la leche tiene un olor característico y recuerda el del alimento predominante que se da al animal. Este olor se aprecia en la leche recién ordeñada, puesto que el olor y el sabor se pierden con el aire y el transcurso del tiempo. Algunas veces la leche se impregna de olores, provenientes del establo, drogas, etc.; por lo cual hay que evitar que esto ocurra para obtener mejores productos.

2.11.3.4 Sabor

La leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce, neutro debido a la lactosa que contiene. El sabor puede cambiar por acción de la alimentación, traumatismo de la ubre, alteraciones en el estado de salud del animal, sustancias extrañas del medio ambiente o de los recipientes en los que se deposita. (Vásquez, 2017)

Todos los elementos de la leche inclusive las proteínas que son insípidas participan en forma directa o indirecta en la sensación del sabor que percibe el consumidor.

El sabor de la leche al final de la lactancia es ligeramente salado debido al aumento de cloruros. La leche absorbe los sabores procedentes de los alimentos, del medio ambiente y los utensilios. También es posible que algunos sabores sean producidos en la misma leche, tal como sucede con el sabor rancio y el olor a jabón, ambos producidos por hidrólisis de la grasa; el sabor oxidado es conocido como sabor a cartón, sabor metálico, sabor a papel, sabor aceitoso y sabor seboso. Existen, además, los sabores producidos por los mismos microorganismos de la leche. (Revilla, 1982)

Según (SENA, 1987) la leche tiene un sabor dulce, que depende fundamentalmente de la lactosa o azúcar de la leche. El sabor puede cambiar por acción de la alimentación, traumatismo de la ubre, alteraciones en el estado de salud de la vaca, sustancias extrañas del medio ambiente o de los recipientes en los que se deposita.

2.11.3.5 Textura

La leche debe ser de consistencia líquida, pegajosa y ligeramente viscosa. Esto se debe al contenido de azúcares, sales disueltas en ella y caseína. (SENA, 1987)

2.11.3.6 Opacidad

Según (SENA, 1987) la leche es opaca aun en capas muy delgadas y esa opacidad se debe a la presencia de caseína, grasas y sales disueltas, ya que ellas no permiten el paso de la luz.

2.12. Propiedades microbiológicas

Es sumamente importante que las muestras de leche que se tomen para el análisis microbiológico reflejen con exactitud las condiciones higiénico -sanitarias existentes en el

momento del muestreo, asépticamente, utilizando recipientes e instrumentos estériles, y protegiendo las muestras contra la contaminación exógena. Además, deben mantenerse en condiciones tales que la microflora original que contiene la leche no muera ni se multiplique. (FAO, 1998)

Así mismo la leche que se extrae de la ubre de un animal, contiene algunas bacterias; después puede ser contaminada por el cuerpo del animal, la atmósfera de la granja, el cubo de la leche o la ordeñadora, los recipientes donde se deposita, las manos del lechero o de otros trabajadores de la lechería, etc. Pero puede ser también contaminada por varios agentes patógenos transmitido por un animal infectado. (Larrañaga, 1999)

El envenenamiento y las infecciones del alimento pueden ser el resultado de la pobre higiene microbiológica de la leche. Estos aspectos microbiológicos peligrosos pueden ser reducidos enfriando la leche. (Nina, 2005)

2.12.1. *Mesófilas aerobias viables*

El recuento de bacterias aerobias mesófilas indica la presencia de la flora total sin especifican los tipos de bacterias, también determina la calidad sanitaria y la vida útil de los productos, indicando las condiciones de higiene de la materia prima, la forma como fueron procesados y la manipulación durante su elaboración y comercialización. (NB 32003, 2005)

Conforman el grupo más amplio y utilizado como criterio de calidad en la leche cruda para las bonificaciones dentro de la comercialización. Como la lectura se hace contando el número de colonias que aparece en la placa, producto de la multiplicación a partir de una sola célula bacteriana o de un grupo de ellas, el resultado se expresa en unidades formadoras de colonias por ml (UFC/ml) como indicador de la calidad higiénica (Moreno et al., 2007)

La (FAO, 1998) indica que las mesófilas aerobias es uno de los más importantes indicadores del estado sanitario de un alimento. Un recuento muy viable determina, un estado sanitario poco satisfactorio, en condiciones de tiempo y temperatura no idóneos durante la producción o almacenamiento del alimento, recuentos elevados predicen la posibilidad de que el alimento se descomponga, ya que la mayoría de ellos contienen de 1.000.000 a 1.000.000.000 unidades formadoras de colonias/ mililitro. En el momento en que la descomposición es evidente.

También se señala que el recuento de mesófilas aerobias aceptada es conforme la siguiente tabla:

Tabla 5

Clasificación de clases de mesófilos aerobios

CLASE	UNIDAD	RECuento
A	UFC/ML	300.000
B	UFC/ML	1.000.000
C	UFC/ML	>1.000.000

Nota. Fuente IBNORCA NB 33013 del año 2013

El recuento total de bacterias mesófilas es el principal indicador de la calidad higiénica de la leche. En la medida que este recuento aumenta, la leche ha sufrido mayor grado de contaminación bacteriana. El análisis se realiza en agar no selectivo, con incubación a 37°C durante 48 horas, aunque existen métodos electrónicos de conteo de bacterias que son muy rápidos y que tienen buena correlación con el conteo en plato. Sin embargo, este recuento no distingue entre bacterias causantes de enfermedades o provenientes del deterioro de la leche y lacto cocos benéficos que naturalmente están presentes en esta (Castro, 1998)

El mismo autor afirma que cuando el recuento de mesófilos es alto, se sabe que su incremento se debe a fallas en las prácticas de higiene en la obtención y manejo de la leche.

De acuerdo con (Revilla, 1982) las bacterias mesófilas son un grupo de bacterias que se desarrollan a temperaturas entre 30-40°C, e incluye a varios grupos:

- Bacterias psicrófilos: grupo de bacterias que tienen la capacidad de desarrollarse a bajas temperaturas, entre los 5 a 20 °C
- Bacterias Psicotrofas: bacterias mesófilas que tienen la capacidad de desarrollarse en temperaturas de refrigeración.
- Bacterias termotóxicas: son generalmente las que resisten temperaturas de pasteurización
- Bacterias termófilas: estas bacterias mesófilas son capaces de desarrollarse en temperaturas entre los 45 a 55°C.

2.12.2. Coliformes fecales

Son anaerobias facultativas, se encuentran en los intestinos, estiércol, suelo y aguas contaminadas. Fermentan la lactosa produciendo ácido láctico y otros ácidos orgánicos, anhídrido

carbónico e hidrógeno. Descomponen las proteínas de la leche dando lugar a un olor y sabor desagradable. (Vásquez, 2017)

Estas pertenecen a la familia de las *enterobacteriaceae*, son bacilos de pequeña longitud, aerobios facultativos, que se encuentran presentes en el intestino, estiércol, suelo, aguas fecales, plantas contaminadas, etc. Que según (Madrid, 1996) la temperatura óptima de desarrollo es a 37°C y transforman los azúcares en ácido láctico, anhídrido carbónico (CO₂) e hidrógeno, desprendiendo un olor y sabor desagradable. El más conocido de los microorganismos coliformes es la *Escherichia coli* y su presencia es indicador de mala higiene.

Estas coliformes también pueden incluir gérmenes como *escherichia*, *enterobacterea* y *klebsiella*; microorganismos Gram (-) usualmente capsulados, no esporulados que fermentan la lactosa y que causan cuadros de mastitis que van de ligera a severamente agudo (Avila, 2007)

Además (Larrañaga, 1999) señala que los coliformes fecales son bacterias que tienen formas de bastoncillos, no forman espora, gramnegativas, anaeróbicas y aeróbicas facultativas, habitan en el intestino o en medios no intestinales, como el suelo, el agua. Los coliformes fecales son aquellos que pueden desarrollarse y fermentar la lactosa a temperaturas de 44.5°C

2.12.3. *Staphylococcus aureus*

El envenenamiento más común por alimentos es el causado por *Staphylococcus aureus*. Este organismo produce varias enterotoxinas que se liberan al medio circundante. Si se ingiere el alimento que contiene la toxina se observa reacciones graves dentro de 1 a 6 horas, que incluyen náuseas con vómito y diarreas. (Brock & Madigon, 1997)

Los *Staphylococcus*, proviene del griego *staphylé* “racimo” y *cocos* “granos” son bacterias grampositivas, no esporulados, anaerobios facultativos, catalasa positiva, oxidasa negativa, con capacidad de fermentar la glucosa. Es el más ubicuo suele estar en la piel de los primates superiores, en el ser humano se localiza en las fosas nasales que son su reservorio principal (se encuentra en 20 a 50% de sujetos sanos), desde allí se disemina a la cara, manos y piel; ocasionalmente, se puede aislar en las heces, en el aire, ropa, superficies, agua dulce y de mar, superficie de plantas, etc. Su presencia en gran número es, por lo general, un buen indicador de condiciones sanitarias y de temperatura inadecuadas. (Larrañaga, 1999)

La (FAO, 1998) indica que la fuente más importante de *Staphylococcus aureus* es el hombre. Cerca del 40% de personas normales adultas contienen esos organismos en la nariz y en

la garganta, por consiguiente, el alimento puede contaminarse al ser tocado con esos dedos contaminados, o por rozaduras de las manos, que pueden contener millones de bacterias. Cuando el alimento se deja durante varias horas a temperaturas superiores a 6.6°C.

Los organismos patógenos potenciales como el *Staphylococcus aureus*, al desarrollarse en los alimentos, suelen producir enterotoxinas, que provocan la intoxicación de los alimentos. Las enterotoxinas son termoestables y no son destruidas por la cocción normal. Los estafilococos se desarrollan en un medio acuático relativamente poco activo y en presencia de fuertes concentraciones de NaCl. (FAO, 1998)

(Larrañaga, 1999) Indica que el *Staphylococcus aureus*, al desarrollarse genera una toxina que segrega dentro de ellos, no alteran las características de la leche en su olor ni sabor, Los síntomas de envenenamiento por estafilococos son: náuseas, vómitos, contracciones abdominales, postración y diarrea. Estos síntomas suelen manifestarse solo en pocas horas o, en casos raros, en varios días. Por lo general, los pacientes se restablecen sin complicaciones.

También la (FAO, 1998) describe que las toxinas segregadas por los estafilococos son a veces resistentes al calor, por lo que es posible un envenenamiento, provocado por alimentos que contiene la toxina, que ha resistido el proceso de pasteurización, aunque las propias bacterias hayan muerto a causa del calor producido en tales procesos algunos sobre viven a esas condiciones.

Se Señala que la principal, bacteria responsable de la mastitis en el altiplano es *Staphylococcus aureus*. y en menor grado las bacterias de *Micrococcus sp.*, *Pseudomona sp.*, *Escherichia coli*, *Streptococcus agalactiae*, *Proteus sp.*, *Streptococcus dysgalactiae*. Estas bacterias se encuentran en la piel del animal, en el suelo, en los baldes y jarrones de ordeño, en las manos de los ordeñadores y otros. (QUISPE, 1998)

(IBNORCA NB 33013, 2013) señala que la leche que se encuentra dentro las normas bolivianas presenta ausencia de bacterias patógenas.

Según (NB-32004, 2002) el género *Staphylococcus* está conformado por células esféricas (cocos) Grampositivas (Gram+), generalmente agrupadas en racimos irregulares, crecen con facilidad en diferentes medios de cultivo y son metabólicamente muy activos, fermentan muchos carbohidratos y producen pigmentos que van desde el blanco al amarillo intenso. El *Staphylococcus aureus* es generalmente hemolítico y coagula el plasma.

La presencia de *Staphylococcus aureus* en un alimento, se interpreta como indicativo de contaminación a partir de la piel, boca y fosas nasales de los manipuladores de alimentos, material,

equipos sucios y materias primas de origen animal contaminados

Las intoxicaciones estafilocócicas son causadas por la ingestión de alimentos que contienen una de las enterotoxinas preformadas producidas por el *Staphylococcus aureus*.

2.13. Contaminación de la leche

La calidad de la leche cruda, destinada a la obtención de productos derivados para consumo humano, depende de varios factores relacionados con la producción en finca, pudiendo el valor nutritivo de la leche ser perjudicado con la existencia accidental o intencionada de contaminantes, los cuales pueden ser: contaminantes físicos, contaminantes químicos o contaminantes biológicos.

2.13.1. Fuente de contaminación física

Es el cuerpo del animal, con tierra, vegetales y pelos que pueden caer a la leche durante el ordeño manual; de igual manera, si no se toman las debidas precauciones antes y durante el ordeño, se puede contaminar con elementos que caigan de las personas que realizan el ordeño.” (Revilla, 1982)

2.13.2. Fuente de contaminación química

Los contaminantes químicos más frecuentemente detectados son: insecticidas, fungicidas, herbicidas y antibióticos como penicilina, estreptomicina, cloro tetraciclina, entre los más comunes (Early, 1998)

2.13.3. Contaminantes biológicos

Se manifiestan que la cantidad y clase de los contaminantes biológicos nos da un indicio del manejo higiénico y sanitario de la leche, durante su producción, transporte, procesamiento y venta; entre los contaminantes biológicos más comunes en la leche se encuentran las bacterias, hongos, rickettsias, virus y amebas. La contaminación biológica tiene consecuencias importantes desde el punto de vista económico y de calidad higiénica de la leche, pues dentro de los mencionados contaminantes puede encontrarse alguno que cause infecciones en el hombre. (Early, 1998) y (Guerra, 2011)

Las fuentes de contaminación biológica son

2.13.3.1 La mastitis

Es una inflamación de la glándula mamaria que se produce como respuesta a una lesión o infección del tejido; esta lesión puede ser física, pero, generalmente, se produce por la acción de microorganismos que han invadido la glándula mamaria, especialmente las bacterias *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*. (Guerra, 2011)

2.13.3.2 El cuerpo del animal

Es caliente y contiene gran cantidad de suciedades, por lo que ambos hacen un medio propicio para el crecimiento bacteriano. La contaminación de la leche por el cuerpo del animal es muy delicada por las enfermedades que puede transmitir al hombre como, por ejemplo: tuberculosis, brucelosis, leptospirosis y enfermedades entéricas, entre otras (Cabrera, 2005)

2.13.3.3 Utensilios y equipo

Todas las superficies que entran en contacto con la leche, desde el ordeño hasta el envase en que llega al consumidor, representan una fuente importante de contaminación. Un utensilio mal lavado o desinfectado contamina la leche con millones de bacterias por centímetro cúbico. (Cabrera, 2005)

2.13.3.4 El personal

Son la clave para la obtención de un producto altamente higiénico; sin su colaboración no es posible controlar el medio de contaminación. Al igual que el cuerpo de la vaca, también puede transmitir enfermedades al consumidor. (Revilla, 1982)

2.13.3.5 Insectos

Las moscas son uno de los principales vectores de enfermedades gastrointestinales, por lo que se debe controlar su presencia dentro de la planta lechera (Revilla, 1982)

2.13.3.6 Medio ambiente

La atmósfera de los establos casi siempre contiene gran cantidad de microorganismos provenientes de los excrementos, alimentos y polvo; por esto, es recomendable tomar precauciones

durante el ordeño para evitar o reducir la contaminación (Cabrera, 2005)

2.13.3.7 El agua

Si el agua no es potable, no debe ser utilizada en lugares en donde el producto pueda entrar en contacto con ella. (Revilla, 1982)

2.14. Otros compuestos

La leche de burra presenta una composición mineral semejante a la de la leche humana, aunque contiene mayores niveles de calcio y fósforo. Sin embargo, comparada con la leche de vaca posee menor concentración de estos dos minerales. Los bajos niveles de fósforo, junto con la baja concentración de proteínas, podrían explicar los valores más elevados de pH (~ 7,2) de la leche de burra comparada con la leche de vaca. Además de calcio y fósforo que han sido detectados con valores medios de 676 mg/kg y 487 mg/kg, respectivamente. La leche de burra también presenta importantes cantidades de potasio (497 mg/kg). (Gómez-Ruiz, 2011)

En cuanto a los azúcares según (Vincenzetti, 2008) indica que, de la leche de burra, se sabe que contiene elevadas cantidades de lactosa (entre 5,8-7,4 g/100 g), que como se ha comentado anteriormente le confiere una adecuada palatabilidad. Esta concentración de lactosa favorece el papel de la leche de burra como medio de cultivo de microorganismos probióticos, además de optimizar la absorción intestinal de calcio. La presencia de otros azúcares minoritarios no ha sido estudiada en la leche de burra.

3. MATERIALES Y METODO

3.1. Localización

El presente trabajo fue realizado en 4 distintos puntos de acopio de leche de burra, dichos puntos ubicados en la ciudad de La Paz y El Alto, pertenecientes al departamento de La Paz, provincia Murillo.

La ciudad de La Paz tiene diversos pisos ecológicos y se ubica en la cuenca excavada del altiplano es la sección capital de la provincia Murillo del Departamento de La Paz.

3.1.1. Ubicación geográfica

3.1.1.1 Plaza Kennedy

El primer punto de recolección se encuentra ubicado en la ciudad de La Paz en la zona final Buenos Aires frente a la plaza Kennedy entre Av. Perú y Av. América, entre los 16°29'32.2" latitud Sur y 68°08'37.5" latitud oeste. La altitud de la zona oscila entre los 3600msnm (La Razon, 2016) con una temperatura máxima promedio de 15 °C y mínima de 4 °C. (Weatherspark, s.f.)

3.1.1.2 Puente Vita

El segundo punto de recolección es a unos metros en la misma zona, ubicado encima del puente de a vita entre los 16°29'35.5" latitud Sur y 68°08'41.4"latitud Oeste (Google maps, s.f.)Y una altitud con un promedio de 3640msnm (La Razon, 2016) y *una humedad de 0%*. (Weatherspark, s.f.) (ver anexo R).

3.1.1.3 Multifuncional de la Ceja

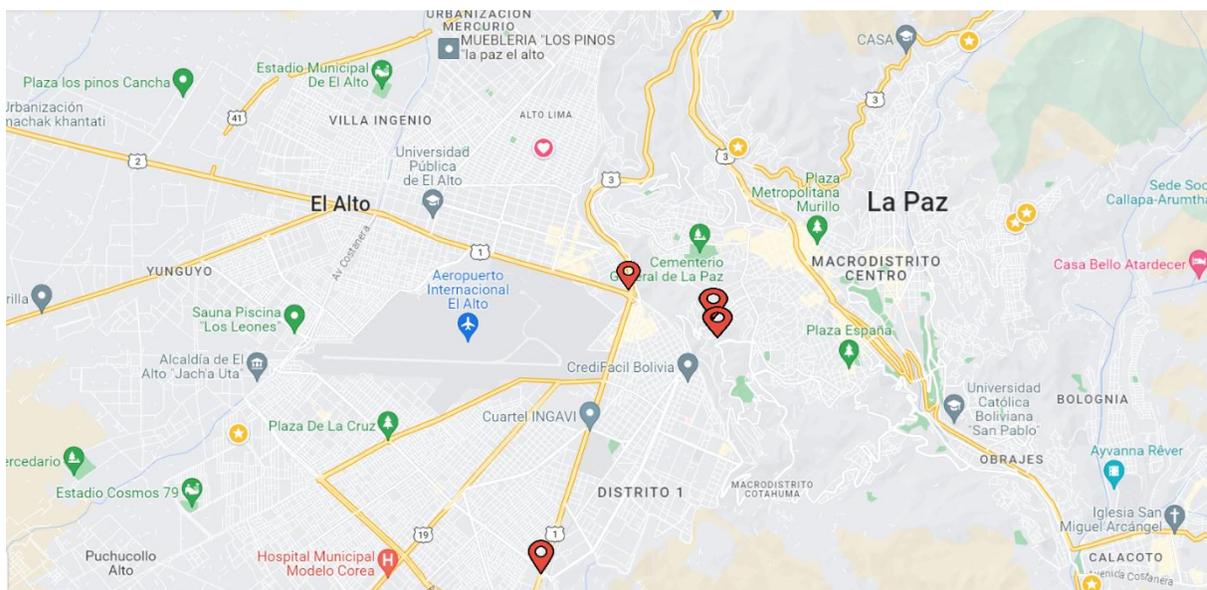
El segundo punto de recolección es a unos metros en la misma zona, ubicado encima del puente de a vita entre los 16°29'35.5" latitud Sur y 68°08'41.4"latitud Oeste (Google maps, s.f.)Y una altitud con un promedio de 3640msnm (La Razon, 2016) y *una humedad de 0%*. (Weatherspark, s.f.) (ver anexo R).

3.1.1.4 Senkata

Y el último punto de colecta de leche se encuentra también ubicado en la ciudad de El Alto del departamento de La Paz es la zona de Senkata, dos cuadras antes de llegar al puente Vela. En plena avenida transitada por minibuses de ida a la ceja, entre 16°35'38.4" latitud Sur y 68°11'02.8" latitud Oeste. Con una altura promedio de 4150msnm (EaBolivia, 2022)

Figura 2

Mapa de la ciudad de La Paz y El Alto.



Nota, (Google maps, s.f.)

En la presente figura podemos observar los diferentes puntos de colecta de leche entre la ciudad de La Paz y El Alto. Estos puntos de venta no representan la ubicación del establecimiento ganadero de las burras, ya que estas en su mayoría provienen de una

3.1.2. Área de investigación

El trabajo de investigación se realizó en la Universidad Mayor de San Andrés, en la Facultad de Agronomía en el laboratorio clínico de investigación y capacitación de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en el laboratorio de Bioquímica de la misma facultad, ubicado en la avenida Landaeta, esquina Héroes del Acre # 1850 y en la Facultad de Bioquímica, en el instituto de servicios de laboratorios de diagnóstico e investigación en salud (SELADIS)

ubicado en la avenida Saavedra # 2224 de la ciudad de La Paz, Bolivia.

Funciones

- ✓ Investigación
- ✓ Enseñanza

Unidad de análisis clínico

- ✓ Laboratorio Físicoquímico
- ✓ Laboratorio de Microbiología

3.1.3. Descripción del ambiente de estudio

El procesamiento de las muestras en Microbiología fue realizado en el laboratorio de investigación y capacitación, ubicado en la planta baja de la Facultad de Agronomía, el laboratorio trabaja con control de calidad de precisión y exactitud, cuenta con personal profesional capacitado.

Y el procesamiento de las muestras físicoquímicas fueron realizadas en el laboratorio de bioquímica de la Facultad de Agronomía y en el instituto de servicios de laboratorios de diagnóstico e investigación en salud (SELADIS), el laboratorio trabaja con control de calidad de precisión y exactitud, cuenta con personal profesional capacitado.

3.2. Tipo de diseño de investigación

No experimental

El trabajo de investigación no es experimental porque se realizó sin manipular la variable, lo que hicimos en la investigación es observar los resultados tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

Transversal

El trabajo de investigación es transversal porque los datos se recolectaron en un solo momento, en un tiempo único, el propósito es describir las variables.

Descriptivo

En el trabajo de investigación se evaluó los valores en que se manifiesta una o más

variables, sin que el investigador manipule las variables, cada variable se trató individualmente.

3.3. Procedimientos

3.4. Materiales

3.4.1. *Material biológico*

- ✓ 20 muestras de leche de burra

3.4.2. *Material de laboratorio*

- Alcohol
- 240 cajas de Petri
- Papel madera
- Papel absorbente
- Bolsas plásticas
- Cordón o hilo
- Tubos de ensayo
- Marcador de cd
- Matraz aforado
- Huevo
- Pipetas 1ml, 5ml, 10ml
- Gradilla
- Asa de Drigalsky
- Guante de látex
- Guardapolvo
- Tubos y frascos de cultivo
- Probetas graduadas
- Tubos de cultivo de 150mm x 15 mm o 180 mm x 18 mm
- Tubos Durham
- Frascos y tubos de dilución
- Gradilla para tubos
- Probetas graduadas
- Marcadores para vidrio
- Cajas Petri
- Erlenmeyer de 250ml, 500ml y 1000ml
- Matraz Erlenmeyer
- Bureta
- Pipeta

3.4.3. *Reactivos y medios de cultivo*

- Hidróxido de amonio
- Alcohol etílico
- Alcohol amílico
- Éter dietílico
- Solución de 0.1 N de hidróxido de sodio

- Solución indicadora de fenolftaleína
- Agua destilada
- Ácido sulfúrico
- Equipo para determinar el pH (pH metro)

3.4.4. Equipos

- Autoclave
- Baños de agua, regulados de 45°C a 50°C
- Balanza semi-analitica
- Contador de colonias
- Mechero bunsen
- Refrigerador de laboratorio
- Estufa
- Desecador
- Centrifugadora
- Lactodensímetro
- Probeta
- Refrigerador
- pH metro
- Contador de colonias
- Difusor plástico
- Estufa de incubación
- Placas Petri filme
- Termómetro
- Butirómetro
- Baño María
- Pipetas graduadas de 10ml y 1ml.

3.4.5. Gabinete

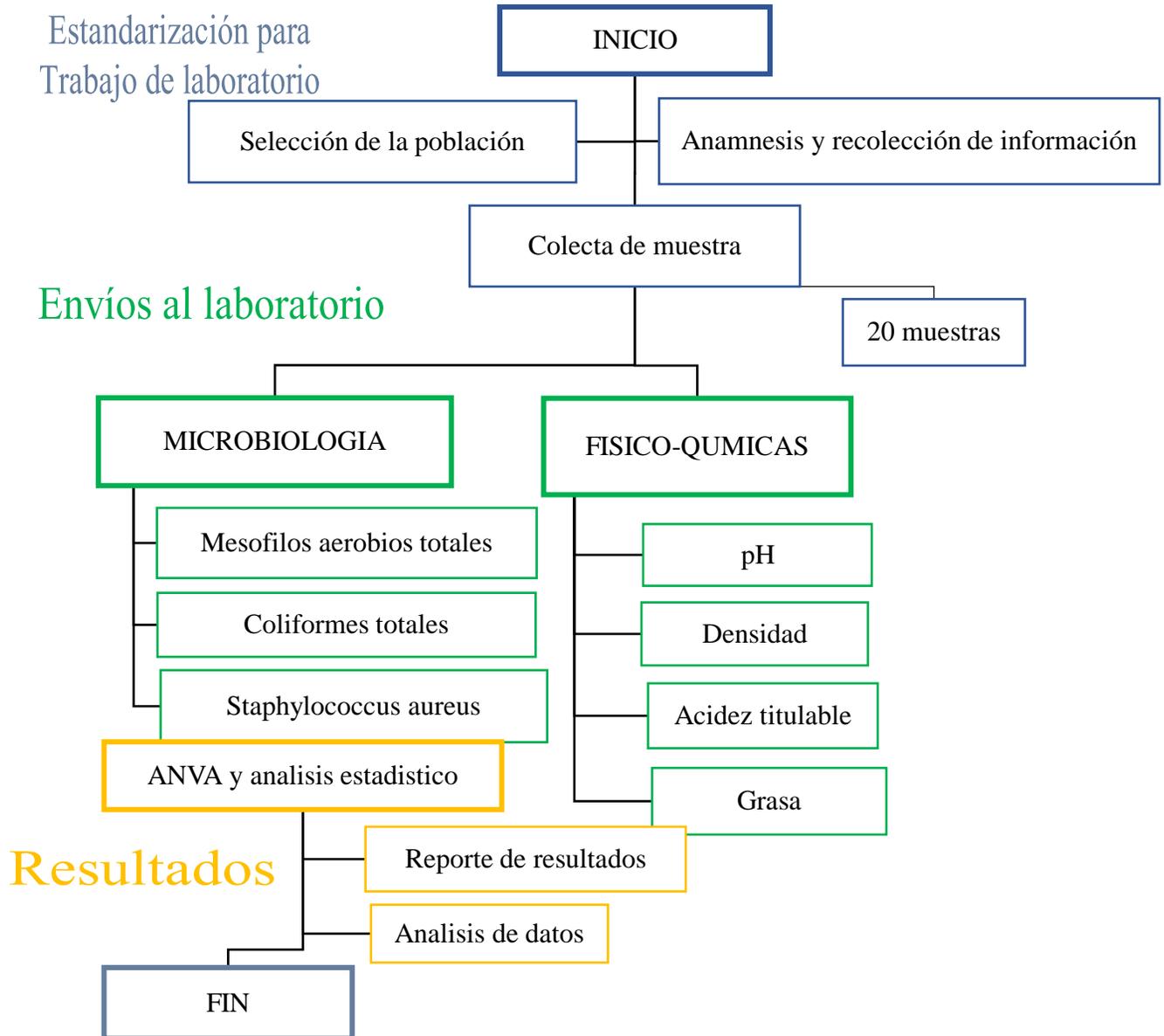
- Hoja de apuntes
- Cámara
- Bolígrafo
- Marcador de Cd
- Computadora
- Lápiz

3.5. Metodología

Se realizó una investigación cuantitativa con un diseño no experimental, transversal, donde se hicieron exámenes de laboratorio a 20 muestras de leche de bura, dividiéndose en dos partes: la primera parte fue coleccionar las muestras de leche de los pocos puntos de venta que hay entre la ciudad de La Paz y El Alto, y la segunda parte fue procesar las muestras en el laboratorio respectivo.

Figura 3

Resumen de la metodología utilizada durante la investigación



Notas. Descripción de la metodología de investigación.

3.5.1. Selección de población

Se analizaron 20 muestras de leche de burra (*Equus africanus asinus*) de 10 burras de la raza

Andaluza, catalana, Mallorquina, Majorera y Zamorano-leonés, Mediterránea y Buffalypso (Jordana et al., 2012) en su etapa intermedia y final de la lactancia entre los 80 a 260 días a dos repeticiones cada una. (Ver anexo R)

3.5.2. Trabajo de campo

3.5.2.1 Toma de muestra

Las muestras fueron recolectadas en vidrio neutro con todas las superficies lisas y sin grietas (NB/ISO707, 2022) , de buena calidad de 500 ml esterilizados con 1 día de anticipación, estos contaban con cierre hermético por medio de una tapa de plástico no absorbente e impermeable que sea insoluble para evitar que se altere la composición, propiedades, olor o sabor de la muestra de la leche. (ver anexo S) Cada una dependiendo el caso variaba entre los 100 a 150 ml, esto dependiendo la disposición del animal, ya que la venta era libre y la producción media de leche es de 1.75lt según (Chany, 2014) . La colecta fue exactamente como era puesto a la venta, ya sea dependiendo el vendedor, este ordeñaba directo a un vaso de 50 ml de plástico desechable u ordeñaba en un vaso de 60 ml de vidrio que reutilizaba lavándolo después de su uso. La compra de leche para cada estudio era de 3 a 4 vasitos.

El muestreo se realizó a fines de octubre e inicio de noviembre en los puntos de colecta ya mencionados en el punto 3.1.

3.5.2.2 Envió a laboratorio

La muestra fue trasportada en una conservadora a una temperatura de entre 3 a 5°C para inhibir la multiplicación de bacterias psicotrofas y así mantener las propiedades fisicoquímicas, según (Bact, 2007). Se transporto hacia el laboratorio una vez terminado el ordeño, cada muestra de leche se encontraba etiquetada con código y lista de especificaciones. (ver anexo U)

Ingresando al laboratorio se verifico que las muestras se encuentren en condiciones óptimas, teniendo en cuenta el transporte e interferencias que pueden presentarse en el trayecto.

3.5.3. Trabajo de laboratorio

3.5.3.1 Determinación de propiedades fisicoquímicas.

3.5.3.1.1. Determinación de densidad.

El método del lactodensímetro se basó en usar, el mismo graduado adecuadamente o un densímetro con la escala apropiada. (NB:230, 1999)

El material necesario se encuentra descrito en el punto 3.4.2.

Procedimiento

- Se calentó la muestra en baño María entre 35°C a 40°C.
- Inclina la probeta para evitar la formación de espuma, vertimos, la muestra hasta llenar completamente la probeta.
- Se introdujo la probeta en el baño de agua, de tal forma que el nivel de agua quedo de 1ml a 3ml por debajo del borde de la probeta.
- Estabilizar la temperatura de la leche con una variación máxima de $\pm 1^\circ\text{C}$.
- Sumergir suavemente el lactodensímetro hasta que esté cerca de su posición de equilibrio e imprimir un ligero movimiento de rotación para impedir que se adhiera a las paredes de la probeta.
- Esperar que el lactodensímetro quede en completo reposo y sin rozar las paredes de la probeta leer la medida de la graduación correspondiente al menisco superior y registrar su valor.

Expresión de resultados

La densidad relativa a 20°C / 20°C de leche, se calcula mediante la formula siguiente:

$$d_{20} = d + 0,0002 (t - 20)$$

Donde:

d_{20} = densidad relativa a 20°C / 20°C

d = densidad aparente a t °C

t = temperatura de la muestra en la determinación, en °C

3.5.3.1.2. Determinación de solidos totales.

Consiste en desecar por evaporación una cantidad determinada de leche y pesar el residuo,

que corresponde a los sólidos totales de la leche. (NB:231-1, 1998)

Los aparatos utilizados se encuentran especificados en el punto 3.4.4.

Procedimiento

- Se lleva la muestra a una temperatura de aproximadamente 20°C.
- Se mezcla hasta que este homogénea, vaciándola repetidas veces de un recipiente limpio a otro.
- Se mide o pesa rápidamente la cantidad que se va a utilizar en el ensayo.
- Si se forma grumos de crema y estos no se dispersan, se calienta la muestra en baño maría a 38°C aproximadamente.
- Se mezcla hasta que este homogénea.
- Cuando toda la grasa se ha dispersado, se enfría la muestra aproximadamente a 20 °C
- Se pesa en la capsula tarada la cantidad de 5g de la muestra.
- Se coloca la capsula en baño maría 15min a 30 min y se evapora la muestra hasta sequedad.
- Quitamos la capsula del baño maría, se limpia la humedad exterior de la capsula y se coloca en la estufa, ajustada a 103°C ± 2°C durante 3h.
- Enfriamos la capsula en el desecador y pesamos 0,1mg aproximadamente. Repetimos el calentamiento por periodos de aproximadamente 30 minutos, enfriamos y pesamos hasta obtener una masa constante.

Expresión de resultados

El contenido de solidos totales en la leche se calcula aplicando la siguiente formula:

$$s = \frac{m_1 * m}{m_2 - m} \cdot 100$$

Donde:

s = contenido de solidos totales en porcentaje de masa

m = masa de capsula vacía, en g.

m₁ = masa de capsula con solidos total en g.

m₂ = masa de la capsula con la muestra de leche, en g.

3.5.3.1.3. Determinación de la acidez titulable.

El principio de este método se basa en la titulación de la acidez con una solución normalizada de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador. Esta técnica está reglamentada bajo norma (NB-299, 2022).

El material y reactivos se encuentran descritos en el punto 3.4.3.

Procedimiento

- Preparar la fenolftaleína, añadiendo 0.5 g de esta en 100 cm³ de alcohol etílico al 95 – 96 % neutro. (ver anexo B)
- Se llevo la muestra a una temperatura de aproximadamente 20 °C, agitando suavemente hasta que esté homogénea, se midió rápidamente la cantidad que se va a utilizar en el ensayo.
- Se tomó 9 ml de muestra en un matraz Erlenmeyer de 100 ml, agregando 4 gotas de solución alcohólica de 1.00% de fenolftaleína
- Añadiendo cuidadosamente y con agitación continua el hidróxido de sodio 0,1N de la bureta graduada, hasta que tomo un color ligeramente rosado y este no se desvanezca durante 30 segundos por lo menos.
- Se registró la cantidad de hidróxido de sodio agregado, multiplicando los ml de hidróxido de sodio por 0.10 para convertirlos en porcentaje.
- Este porcentaje es expresado como ácido láctico presente en la muestra.

Expresión de Resultados

Grados Dornic

$$(^{\circ}\text{D}) = V \times 10$$

Donde

V = ml de la solución de NaOH (1/9) N, necesarios para neutralizar 10 ml de leche.

% de ácido láctico = 1/10 x V

3.5.3.1.4. Determinación del pH.

El principio de este método es con el uso de un pH metro según (Norma, 277, 2000)

Procedimiento

- Se tomó el total de la muestra para realizar la prueba con un total de 250 ml. Aproximadamente por muestra.

- Se llevo la muestra a una temperatura ambiental, agitando suavemente hasta que esté homogénea, se midió rápidamente la cantidad que se va a utilizar en el ensayo.
- Luego se procedió a lavar el electrodo del pH metro (peachimetro) con agua destilada para evitar que exista cualquier tipo de suciedad que afecte en la medición y posteriormente secarlo de manera muy suave con un papel absorbente.
- Se metió el electrodo del pH metro a una profundidad aproximada de un centímetro en la muestra homogenizada y se procedió a la lectura. (ver anexo T)

3.5.3.1.5. Determinación de la grasa.

El presente método se basa en la norma (NB-228, 1998) para leche cruda fresca

Procedimiento

- Se llevó la muestra a una temperatura de aproximadamente 20 °C y se mezcló por agitación, evitando la separación de grasa.
- Vertimos 10 ml de ácido sulfúrico en el butirómetro, con la pipeta aforada, cuidando de no humedecer con ácido el cuello del butirómetro.
- Se invierte lentamente, 3 a 4 veces el frasco de la muestra y se procede a pipetear 11 ml de leche de forma que el menisco coincida con la línea de calibración de la pipeta, posteriormente limpiamos con papel absorbente la parte externa.
- Se sostiene la pipetea con la punta pegada al borde de cuello del butirómetro, descargamos la leche hasta que el menisco se detenga, después de unos 3 segundos, escurrimos la punta de la pipeta.
- Posteriormente se vierte en el butirómetro 1 ml de alcohol amílico, cuidando de no humedecer el cuello del butirómetro.
- Se tapa herméticamente el cuello del butirómetro y se agita invirtiendo lentamente 2 a 3 veces hasta que desaparezcan las partículas blancas.
- Inmediatamente después se centrifuga el butirómetro con la tapa colocada hacia la base del soporte, buscando un equilibrio simétrico en la centrifugadora balancear con muestra similar.
- Una vez centrifugado por 4 a 5 minutos, se retira el butirómetro de la centrifugadora y se coloca tapa abajo en el baño a 65°C por 5 a 8 minutos manteniendo la columna de grasa sumergida en el agua.

- Para la lectura se colocó el nivel de separación entre el ácido y la columna de grasa sobre la marca de graduación de la escala.
- Se lee las medidas correspondientes a la parte inferior del menisco de grasa y el nivel de separación entre el ácido y la columna de grasa.
- La realizar las lecturas se mantuvo la escala en posición vertical y el punto de lectura el mismo nivel de los ojos.

3.5.3.1.6. Determinación de propiedades organolépticas

Este análisis se incluye por normativa IBNORCA (NB-33013, 2013) que indica que la leche no debe poseer olores ni sabores ajenos. El análisis se realizó a simple vista y en el momento antes del ingreso a laboratorio, así como en la toma de la muestra. Debido a que las características organolépticas son de carácter cualitativo, no se realizó un estudio netamente estadístico, pero si se tomó en cuenta; ya que se puede ver *in situ* la calidad de la leche en lo que respecta a color, aspecto, olor y sabor.

3.5.3.2 Determinación de propiedades microbiológicas.

3.5.3.2.1. Determinación de Mesófilas aerobias viables.

Este método se basa (NB 32003, 2005).

Los materiales se encuentran descritos en el punto 3.4.3.

Procedimiento

- Transferir 1ml de la muestra a un tubo que contenga 9ml de diluyente y homogenizamos la dilución obtenida.
- Con una pipeta estéril transferir por duplicado 1 ml de cada dilución a las cajas Petri estériles vacías y codificadas.
- Añadir de 15 a 20 ml del medio de cultivo (PCA) fundido y enfriado a 44 o 46 °C.
- Inmediatamente después se tapa la caja y se homogeniza con movimientos circulares en sentido contrario a las manecillas del reloj y en zigzag, evitando rebalses.
- Dejar solidificar el agar de las placas sobre una superficie.
- Posterior al solidificado, con la caja Petri invertida se llevó a incubación a una temperatura de 35 °C por 48 h.
- Después del periodo de incubación, pasamos al recuento de colonias con el uso de un

contador de colonias.

- Se registraron el numero colonias por muestra.

3.5.3.2.2. Determinación de coliformes.

Para la determinación de coliformes totales y fecales se utilizó el método de recuento en placa. (NB:32005, 2002)

Procedimiento

- Se coloco 1ml de la anterior dilución usada en mesófilas aerobias viables, en un medio selectivo. Todos los procesos cerca del mechero para evitar contaminación.
- Con una pipeta esterilizada, se transfirió por duplicado 1ml de cada una de las diluciones preparadas a la caja Petri esterilizada y codificada.
- Se añadió 10 a 15ml del medio de cultivo fundido a 47 °C.
- Homogenizar cuidadosamente la muestra con el agar con movimientos circulares evitando rebalses y contaminación externa.
- Dejar solidificar el agar en una superficie plana horizontal.
- Una vez solidificado, llevar a incubación por 24 a 48 h, a 35 °C.
- Se conto las colonias, una vez terminado el tiempo de incubación, y se registró para informe.

3.5.3.2.3. Determinación de *Staphylococcus aureus*.

El método utilizado es en base a normativa (NB-32004, 2002) con el uso del medio de cultivo Agar Baird-Parker

Procedimiento

- Inicialmente sumergimos durante 1 minuto el huevo fresco en alcohol. Rompemos el huevo asépticamente y separamos la yema de la clara. Mezclamos las yemas con una solución fisiológica esterilizada (1:1) por 5 s.
- Preparamos 1 g de telurito de potasio en 100 ml de agua destilada
- Preparamos el medio base, calentando y agitando hasta obtener una disolución, enfriamos entre 50 y 60 °C, distribuimos en frascos de 100ml y esterilizamos a 121 °C por 15 minutos
- Al medio base enfriado a 45 °C, añadimos asépticamente la emulsión de yema de huevo y la solución de telurito de potasio, mezclando bien.

- Inmediatamente se añade 10 a 20 ml en las cajas Petri estériles, se almacenan a 4 °C y estas deben ser usadas dentro de las 24 h de preparadas, las placas deben ser usadas secas.
- Para la siembra posterior se distribuyó 1 ml de muestra en la superficie de 3 placas de Agar Baird-Parker, y se extendió sobre la superficie con las asas de Drigalsky.
- Posteriormente mandamos a incubación por 24 a 48 h a una temperatura de 35 °C.
- Transcurrido el tiempo iniciamos el conteo de las colonias separadas que sean negras, brillantes, con bordes reducidos blancos y que aparezcan rodeadas de zonas claras que contrasten con el medio opaco.

3.6. Variables de estudio

3.6.1. Factor de estudio

- ✓ Ciudad (La Paz, El Alto)
- ✓ Punto de muestreo (Puente Vita, Plaza Kennedy, Multifuncional de la Ceja y Senkata)

3.6.2. Variables de respuesta

3.6.2.1 Variables fisicoquímicas

- ✓ Densidad
- ✓ Sólidos totales
- ✓ Acidez titulable
- ✓ pH
- ✓ grasa
- ✓ propiedades organolépticas

3.6.2.2 Variables microbiológicas

- ✓ Mesófilos Aerobias Viabiles
- ✓ Coliformes totales
- ✓ *Staphylococcus aureus*

Tabla 6

Diseño de la investigación, factores de estudio y variables de respuesta por punto de muestreo.

Leche de Burra					
FACTOR DE ESTUDIO	Ciudad	La Paz		El Alto	
	Punto de muestreo	Plaza Kennedy	Puente Vita	Multifuncional de la Ceja	Senkata
	Numero de muestras	4	4	4	8
VARIABLE DE RESPUESTA	Análisis Físicoquímico	Densidad Solidos totales Acidez titulable pH Grasa Propiedades organolépticas			
	Análisis Microbiológico	Mesófilos Aerobias Viables Coliformes totales <i>Staphylococcus aureus</i>			

Nota, el total de las muestras de leche fueron 20, de 10 burras a 2 repeticiones. Esto por la falta de lugares de muestreo dentro ambas ciudades.

3.7. Análisis estadístico

Para poder realizar el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico EXCEL 2013 y IBM SPSS Statics, los estadísticos utilizados fueron: medidas de tendencia central, error típico, variación estándar, varianza, nivel de confianza, ANVA, prueba de Duncan.

3.7.1. Medidas de tendencia central

Las medidas de tendencia central son medidas estadísticas que pretenden resumir en un solo valor a un conjunto de valores. Representan un centro en torno al cual se encuentra ubicado el conjunto de los datos (Ricardi, 2011), las que usamos en nuestro trabajo de investigación son: moda, mediana y la media.

3.7.2. Medidas de variabilidad

Las medidas de la variabilidad indican la dispersión de los datos en la escala de medición,

la medida variable utilizada en él estudio es la desviación estándar que es el promedio de desviación de las puntuaciones de la media.

3.7.3. *Análisis de varianza (ANVA)*

Se utilizó ANVA para verificar si hay diferencias estadísticamente significativas entre medias de más de dos muestras o grupo en el mismo planteamiento de dicho trabajo de investigación.

3.7.4. *La prueba de Duncan*

Se utilizó ANVA para verificar si hay diferencias estadísticamente significativas entre medias de más de dos muestras o grupo en el mismo planteamiento de dicho trabajo de investigación.

4. RESULTADOS

4.1. Propiedades fisicoquímicas

Tabla 7

Resultados de las pruebas fisicoquímicas por ciudad de origen.

Estadísticas de grupo					
Propiedades fisicoquímicas	Punto de venta (ciudad)	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Sólidos Totales (g/100g)	El Alto	6	9,358	0,513	0,209
	La Paz	4	9,125	0,194	0,097
PH (20°C)	El Alto	6	7,295	0,092	0,037
	La Paz	4	7,256	0,332	0,166
Densidad (g/ml)	El Alto	6	0,609	0,002	0,001
	La Paz	4	0,612	0,002	0,001
Acidez Titulable	El Alto	6	0,402	0,074	0,03
	La Paz	4	0,479	0,074	0,037
Grasa (g/100g)	El Alto	6	0,186	0,135	0,055
	La Paz	4	0,17	0,147	0,073

Nota, N = número de muestras por ciudad

Las propiedades fisicoquímicas observadas en la leche de burra de acuerdo con la ciudad de origen de los semovientes; en la ciudad de La Paz y El Alto presentaron que no hay una diferencia significativa para los valores que se estudiaron, ya que cuando el valor es menor a 0,05

Solo podemos ver una variación mínima en los parámetros de densidad y acidez titulable. En el caso de sólidos totales, pH y grasa se puede observar valores más altos, próximos al 1 pero que aun así no representan una alta variación, se puede concluir que los valores tienen tendencias

similares tanto en La Paz como en El Alto.

Tabla 8

Resultados de las pruebas fisicoquímicas por lugar de muestreo

Propiedades fisicoquímicas	Lugar de muestreo	n	Media	Desviación estándar
Sólidos Totales (g/100g)	Senkata	4	9,278	0,604
	La Ceja	2	9,52	0,382
	Puente Vita	2	9,038	0,032
	Plaza Kennedy	2	9,212	0,286
pH (20°C)	Senkata	4	7,272	0,108
	La Ceja	2	7,344	0,03
	Puente Vita	2	7,07	0,431
	Plaza Kennedy	2	7,443	0,081
Densidad (g/ml)	Senkata	4	0,611	0,002
	La Ceja	2	0,607	0
	Puente Vita	2	0,611	0,002
	Plaza Kennedy	2	0,614	0,001
Acidez Titulable	Senkata	4	0,362	0,051
	La Ceja	2	0,484	0,014
	Puente Vita	2	0,421	0,024
	Plaza Kennedy	2	0,538	0,047
Grasa (g/100g)	Senkata	4	0,235	0,144
	La Ceja	2	0,09	0,042
	Puente Vita	2	0,145	0,12
	Plaza Kennedy	2	0,195	0,219

La dispersión con relación al promedio de los resultados por parámetro cuenta con una mínima variación, lo que nos indica que hay una normalidad en los datos analizados. El lugar de muestreo nos muestra que ninguna variación supera el valor de 0,6 indicando que la leche de los

animales muestreados tiene una cantidad similar entre ellos.

4.1.1. Densidad

Los resultados hallado pueden llegar a variar por la composición química, la temperatura de medición, la temperatura de almacenamiento, el tiempo transcurrido desde el ordeño, el ordeño fraccionado, la centrifugación y otras operaciones tecnológicas. (Castón, S.F.)

Tabla 9

Resultados de densidad en 20 muestras de leche de burra.

Ciudad	Lugar de muestreo	Muestra	P 1	P 2	X	Valores de referencia Densidad
El Alto	Senkata	SS1	1,05	1,026	1,038	1,028 -
		SS2	1,033	1,033	1,033	1,034
		SS3	1	1,078	1,039	
		SS4	1,039	1,046	1,0425	
	Multifuncional de la ceja	F1	1,03	1,03	1,03	
		F2	1,001	1,055	1,028	
La Paz	Plaza Kennedy	V1	1,034	1,034	1,034	
		V2	1,022	1,056	1,039	
	Puente Vita	V3	1,033	1,047	1,04	
		V4	1,087	1,001	1,044	
					1,03675	

Nota, P = densidad; Para los códigos de muestra (ver anexo A)

Los resultados se encuentran expresados en g/ml.

Podemos observar que según el rango de referencia de IBNORCA (NB:230, 1999), que es para leche de vaca, la media de la densidad del total de las leches analizadas supera con una diferencia de 0.02 al máximo valor de referencia dado, esto podría deberse a que la proporción de proteína, lactosa y sustancias minerales de la leche de burra es mayor en comparación. según se

describe en (Nielsen, 1986) . En la Tabla 9 podemos observar un valor máximo de 1.087 g/ml para la primera muestra del código V4, este dato puede deberse al tiempo transcurrido tras hacer el laboratorio o a la alimentación o edad de la burra.

Según (Quiles, 1994)La densidad varía en función de la cantidad de materia seca y de la proporción de grasa además menciona que factores como la temperatura, la raza, la fase de la curva de lactación y la época del año, pueden influir en la densidad de la leche.

Lo que demostraría una alteración en cuanto al valor de referencia de la vaca, en las burras la alimentación tiene correlación con la grasa y con la materia seca en la leche, esta es diferente en comparación.

Tabla 10

Estadística descriptiva de la densidad (g/ml) en leche de burra.

Estadística Descriptiva	P (g/ml)
Media	1,0366
Error típico	3,0767639
Mediana	1,0385
Moda	1,039
Desviación estándar	0,0051251
Varianza de la muestra	2,63E-05
Rango	0,016
Mínimo	1,028
Máximo	1,044
Nivel de confianza (90,0%)	0,0026658

Nota, P = densidad

La densidad cuenta con una media de 1.0366 g/mL, la desviación estándar representa la cantidad de variación entre las muestras, que evidencia una cantidad mínima a casi nula. Podemos afirmar que 1,04 g/mL es la densidad de la leche de burra según el presente estudio, que de acuerdo con el valor de referencia en vaca dado en IBNORCA de 1,028 -1,034 g/ml. la leche de burra es mas densa que la leche de vaca.

Tabla 11

Análisis de Varianza de la Densidad

		Suma de	GL	Media	F	Sig.
		cuadrados		cuadrática		
DENSIDAD (g/ml)	Entre grupos	0	3	0	6,042	0,03
	Dentro de grupos	0	6	0		
	Total	0	9			

El valor asociado para esta prueba estadística es ($p < 0.05$) observando una diferencia significativa (0,03) que sugiere que al menos una de las medias de los grupos es significativamente diferente de las otras. Al ser un valor significativo se realiza comparación de medias por la prueba Duncan.

Tabla 12

Prueba de Duncan de la variable Densidad

Punto de venta	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
La Ceja	2	0,6065	
Puente Vita	2	0,6105	0,6105
Senkata	4		0,611
Plaza Kennedy	2		0,614
Sig.		0,053	0,089

En la presente tabla 12, se puede ver que la prueba Duncan nos ha separado en 2 grupos uno que reúne a la ceja y a puente Vita y otro reúne a la Ceja y puente Vita y otro que uno puente vita Senkata y plaza Kennedy, y un punto medio que se encuentra presente en ambos grupos que es el

punto de recolección del puente de la vida. esta prueba nos permite ver que no existe diferencia las muestras de Senkata y Plaza Kennedy tampoco puente vida, estos 3 son significativamente iguales, pero a su vez estos 3 son significativamente diferentes a los 2 primeros, la Ceja y puente Vita; puente Vita es igual si está en el grupo 1 o grupo 2.

4.1.2. *Solidos Totales*

Tabla 13

Resultados de acidez titulable en 20 muestras de leche de burra.

Ciudad	Lugar de muestreo	Muestra	ST 1	ST2	X	Valores de referencia ST		
El Alto	Senkata	SS1	8	9,92	8,96	11,2		
		SS2	10,22	8,3	9,26			
		SS3	9,58	11,08	10,33			
		SS4	9,34	8	8,67			
La Paz	Multifuncional de la ceja	F1	10,8	8,2	9,5			
		F2	9,16	10	9,58			
	Plaza Kennedy	V1	9,5	8,56	9,03			
		V2	9,72	8,52	9,12			
	Puente Vita	V3	9,65	10,01	9,83			
		V4	9,32	8,72	9,02			
							9,33	

Notas, ST = Solidos totales, los datos están expresados en g/100 g

Se obtuvo como resultado una media de 9,33 g/100g, en la Tabla 13, teniendo como valor mínimo en la media de 8.67 para la muestra SS4. esta diferencia si bien no significativa puede deberse al tipo de alimentación y cantidad de agua que esta consume o la cantidad de leche que produjo previo a la colecta.

Los valores encontrados en sólidos totales tanto en La Paz (9,25 g/100g) como en El Alto (9,38

g/100g) muestran estar por debajo de la norma indicada por IBNORCA (11,2 g/100g) lo que indicaría según la teoría de (Meyer, 2023) que indica que la cantidad en gramos de sólidos totales de la leche representa el porcentaje de grasa, lactosa, proteínas y minerales de la leche según la raza. Además, la literatura indica según (Campabadal, 1999) que el factor que más influencia el porcentaje de sólidos totales en la leche, es el porcentaje de grasa, al ser el componente más variable que tiene la leche.

Esta diferencia en relación con la leche de vaca puede deberse a la cantidad de lactosa y proteínas que contiene la leche de burra. Y si comparamos con valores obtenidos en otros estudios en la leche de burra, como podemos observar en la tabla 37 donde la media de todos los valores presentados por los autores es de 9,85 g/100g que en comparación a la media del estudio actual 9,33 g/100g podría decirse que es considerablemente similar y parecida a pesar de la época de colecta de leche o de la alimentación de las burras.

Tabla 14

Estadística descriptiva de los sólidos totales en leche de burra.

Estadística Descriptiva	Sólidos Totales (g/100g)
Media	9,33
Error típico	3,2110147
Mediana	9,19
Moda	-
Desviación estándar	0,4886489
Varianza de la muestra	0,2387778
Rango	1,66
Mínimo	8,67
Máximo	10,33
Nivel de confianza (90,0%)	0,25417

Nota, en el caso de los sólidos totales no aplica la moda.

Los resultados de Sólidos totales cuentan con una media de 9,33 g/100 g, la desviación estándar representa una variación entre las muestras de 0,2. Podemos afirmar que la media es el valor de los sólidos totales de la burra del presente estudio.

Tabla 15

Análisis de Varianza de Sólidos Totales

		Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Sólidos totales (g/100g)	Entre grupos	0,24	3	0,08	0,362	0,783
	Dentro de grupos	1,323	6	0,22		
	Total	1,562	9			

Notas, siendo que no es significativa la diferencia, esta no precisa prueba Duncan

El valor asociado para esta prueba estadística es ($p < 0.05$) observando que no existe una diferencia significativa (0,783) que sugiere que los sólidos totales entre los puntos de venta no existen diferencia. El valor p alto indica que las diferencias podrían ser resultado del azar.

4.1.3. Acidez titulable

Tabla 16

Resultados de acidez titulable en 20 muestras de leche de burra.

Ciudad	Lugar de muestreo	Muestra	AT 1 (%)	AT2(%)	X	Valores de referencia AT
El Alto	Senkata	SS1	0,3322	0,3386	0,3354	0,13 -0,18
		SS2	0,2933	0,3143	0,3038	
		SS3	0,42	0,38	0,4	
		SS4	0,3772	0,441	0,4091	
La Paz	Multifuncional de la ceja	F1	0,4229	0,5247	0,4738	
		F2	0,422	0,5656	0,4938	
	Plaza Kennedy	V1	0,4341	0,4423	0,4382	
		V2	0,389	0,419	0,404	
	Puente Vita	V3	0,5258	0,6174	0,5716	
		V4	0,4986	0,511	0,5048	
					0,4334	

Nota, AT: Acidez titulable; %: porcentaje de ácido láctico

El valor límite de acidez titulable en leche de vaca según IBNORCA es de 0,13 – 0,18 % y podemos observar que la media total de las muestras es de 0,43% superando el límite que indica que la cantidad de ácido láctico en la leche de burra en comparación es mayor. Según la teoría (Torres De Freitas et al., 2009) nos indica que la acidez titulable refleja de manera directa el grado de contaminación bacteriana que posee la leche. Lo que podremos corroborar con los resultados de valores microbiológicos. Que indicaron que a nivel microbiológico la leche de burra es de buena calidad y sin contaminación fuera del límite, por lo que podemos atribuir que el límite sobrepasado en los resultados hallados, se debe al tiempo transcurrido tras hacer los laboratorios fisicoquímicos ya que (Dubach, 2004) indica que el ácido láctico es producido cuando los microbios del medio ambiente consumen la lactosa presente en la leche, esto ocurre con el paso del tiempo y el entorno posterior al ordeño.

Tabla 17

Estadística descriptiva de la acidez titulable en leche de burra.

Estadística Descriptiva	Acidez Titulable
Media	0,43345
Error Típico	1,9146662
Mediana	0,42365
Moda	-
Desviación Estándar	0,0806027
Varianza De La Muestra	0,0064968
Rango	0,2678
Mínimo	0,3038
Máximo	0,5716
Nivel De Confianza (90,0%)	0,0419253

Nota, -: no aplica la moda.

Los resultados obtenidos de acidez titulable cuentan con una media de 0,43 % AL, la desviación estándar representa una variación entre las muestras de 0,08 que al no ser elevada nos demuestra una fidelidad en los datos obtenidos. Podemos afirmar que la media es el valor de la

acidez titulable en la leche de burra.

Tabla 18

Análisis de Varianza de Acidez titulable

		Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Acidez titulable	Entre grupos	0,048	3	0,016	8,855	0,013
	Dentro de grupos	0,011	6	0,002		
	Total	0,058	9			

El valor asociado para esta prueba estadística es ($p < 0.05$) observando una diferencia significativa (0,013) que sugiere que al menos una de las medias de los grupos es significativamente diferente de las otras. Al ser un valor significativo se realiza comparación de medias por la prueba Duncan.

Tabla 19

Prueba de Duncan de la variable Acidez titulable

Punto de venta	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Senkata	4	0,3621		
Puente Vita	2	0,4211	0,4211	
La Ceja	2		0,4838	0,4838
Plaza Kennedy	2			0,5382
Sig.		0,187	0,165	0,219

En la presente tabla 19, se puede ver que la prueba Duncan nos ha separado en 3 grupos uno que reúne a Senkata y puente Vita en el grupo 1; a puente Vita y la Ceja los reúne en el 2do grupo siendo que puente vita puede estar tanto en el 1 como en el 2; La Ceja y Plaza Kennedy en el grupo 3 compartiendo grupo con el 2 la Ceja.

4.1.4. pH

Tabla 20

Resultados de pH en 20 muestras de leche de burra.

Ciudad	Lugar de muestreo	Muestra	pH 1	pH 2	X	Valores de referencia Densidad
El Alto	Senkata	SS1	7,48	7	7,24	6,60 - 6,80
		SS2	7,39	7,44	7,415	
		SS3	7,14	7,17	7,155	
		SS4	7,05	7,505	7,2775	
	Multifuncional de la ceja	F1	7,43	7,3	7,365	
		F2	7,48	7,165	7,3225	
La Paz	Plaza Kennedy	V1	7,38	7,37	7,375	
		V2	6,03	7,5	6,765	
	Puente Vita	V3	7,39	7,38	7,385	
		V4	7,16	7,84	7,5	
					7,28	

Nota, el pH dentro del rango de 6 se considera ligeramente ácido.

El pH registrado en el presente estudio demuestra una media (7,28) superior al límite impuesto por IBNORCA (6,80) con un valor más inclinado a Neutro en leche de burra en comparación a la leche de vaca.

La teoría indica según (Alais, 2003) que el pH representa la acidez actual (concentración de H⁺ libres/ iones hidrogeno libres) de la leche, la leche de vaca recién ordeñada y sana es ligeramente ácida, con un pH comprendido de 6,52.

Según (Molina F. , 2009) la caseína presente en la leche que contiene en su molécula ácido fosfórico, que cuando el pH se encuentra alrededor de 6,6 la caseína se encuentra como caseinato de calcio, que por la acción de adición de ácido o por acidificación natural, el ácido remueve el calcio y el fosfato del caseinato de calcio transformándolo en caseína. Cuando el pH desciende a

5,2 la caseína se coagula y es menos soluble en su punto isoeléctrico.

El análisis estadístico descriptivo en la Tabla 20, nos muestra que la media total es de 7,28 a una temperatura de 20 °C, y la literatura nos permite entender que la diferencia entre una y otra aparte de la especie del animal es el tiempo de exposición natural que lleva al realizarse los laboratorios de cada muestra, lo que permite que una leche se acidifique. La leche de burra fue examinada físico químicamente pasadas las 24 horas de toma de muestra lo que permitió que se acidifique y llegar a ser mas acido que la leche de vaca.

Tabla 21

Estadística descriptiva de la pH en leche de burra.

Estadística Descriptiva	PH (20°C)
Media	7,193
Error Típico	3,0520012
Mediana	7,385
Moda	7,48
Desviación Estándar	0,4359421
Varianza De La Muestra	0,1900456
Rango	1,45
Mínimo	6,03
Máximo	7,48
Nivel De Confianza (90,0%)	0,2267546

con una variación estándar de las muestras arriba de 0, los valores son más altos de la media.

El pH cuenta con una media de 7,193, la desviación estándar representa la cantidad de variación entre las muestras, que evidencia una cantidad mínima a casi nula. Podemos afirmar que 7 es el valor de pH de la leche de burras según el presente estudio.

Tabla 22

Análisis de Varianza del pH

	n	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
pH (20°C)	Entre grupos	0,149	3	0,05	1,306	0,356
	Dentro de grupos	0,229	6	0,038		
	Total	0,378	9			

Notas, siendo que no es significativa la diferencia, esta no precisa prueba Duncan

El valor asociado para esta prueba estadística es ($p < 0.05$) observando que no existe una diferencia significativa (0,356) que sugiere que el pH entre los puntos de venta no existen diferencia. El valor p alto indica que las diferencias podrían ser resultado del azar.

4.1.5. Grasa

Tabla 23

Resultados de grasa en 10 muestras de leche de burra.

Ciudad	Lugar de muestreo	Muestra	Grasa	Valores de referencia grasa	
El Alto	Senkata	SS1	0,18	3	
		SS2	0,38		
		SS3	0,32		
		SS4	0,06		
La Paz	Multifuncional de la ceja	F1	0,06		
		F2	0,12		
	Plaza Kennedy	V1	0,06		
		V2	0,23		
Puente Vita	V3	0,35			
	V4	0,04			
			0,18		

Nota, la segunda repetición de las muestras colectadas fueron evaluadas.

Los resultados obtenidos por SELADIS del parámetro Grasa en la leche tienen un mínimo de 0.04 g/100g en V4 y un máximo de 0.38 g/100g en SS2 que deja un promedio de 0.18 g/100g en la leche de burra. El valor establecido como referencia para IBNORCA es de 3 g/100g de grasa, esto en leche de vaca. Podemos observar que la diferencia entre uno y otro es bastante notable y la razón puede deberse a como en la literatura nos indica según (PDLA, 2003) que la grasa de la leche bovina es un componente variable y afectado por las condiciones del medio como la alimentación (niveles de fibra), cambios en la dieta y otros.

Además (Allore et al., 1997) indican que la estación del año tiene un efecto significativo en la composición de leche, particularmente de grasa. Estas aseveraciones coinciden con la temporada de lluvias, en la que se observó mayor contenido de grasa en la leche, probablemente debido a la alimentación rica en forrajes verdes, ya sea en condiciones de pastoreo o praderas de corte, ensilados, ofrecidos como forraje verde.

Siendo que el presente estudio se realizó entre octubre y noviembre épocas consideradas templadas o de lluvias en Bolivia en la que la alimentación de los semovientes debería ser enriquecida observamos un bajo porcentaje graso en la leche, aun comparándolo con la literatura internacional donde en la tabla 37 podemos observar una mínima de 0,4 y una máxima de 1,05 indicando que el problema puede deberse al tipo de alimentación carente que tienen las burras tanto de El Alto como de La Paz.

(Martínez & Gómez, 2013) describe que el porcentaje de grasa en la leche puede variar debido a factores como la raza, la gestación, lactancia, tipo de alimentación, ordeño, estado sanitario, estación del año, temperatura, edad del animal, tipo de ordeño y mantenimiento entre otros, por lo que encontrar un solo factor que este relacionado al porque el porcentaje de la leche de las burras en el presente estudio es muy variable y difícil de encontrar una sola razón.

Tabla 24

Estadística descriptiva de la grasa en leche de burra.

Estadística Descriptiva	Grasa (g/100g)
Media	0,18
Error Típico	3,1025208
Mediana	0,15
Moda	0,06
Desviación Estándar	0,1322456
Varianza De La Muestra	0,0174889
Rango	0,34
Mínimo	0,04
Máximo	0,38
Nivel De Confianza (90,0%)	0,0687873

En la siguiente Tabla 24 se pueden ver los datos de estadística descriptiva donde se encuentra una media de 0,18 g/100g, los valores son más bajos que la media. una desviación que nos indica que los datos no se encuentran tan dispersados

Tabla 25

Análisis de Varianza de la Grasa

		Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Grasa	Entre grupos	0,031	3	0,01	0,494	0,699
(g/100g)	Dentro de grupos	0,126	6	0,021		
	Total	0,157	9			

Notas, siendo que no es significativa la diferencia, esta no precisa prueba Duncan

El valor asociado para esta prueba estadística es ($p < 0.05$) observando que no existe una diferencia significativa (0,699) que sugiere la grasa entre los puntos de venta no existen diferencia. El valor p alto indica que las diferencias podrían ser resultado del azar.

4.1.6. *Propiedades organolépticas*

Este análisis se incluye por normativa IBNORCA (NB-33013, 2013) que indica que la leche no debe poseer olores ni sabores ajenos. El análisis se realizó a simple vista y en el momento de la toma de la muestra. Debido a que las características organolépticas son de carácter cualitativo, no se realizó un estudio netamente estadístico, pero si se tomó en cuenta; ya que se puede ver *in situ* la calidad de la leche en lo que respecta a color, aspecto, olor y sabor. Los resultados fueron los siguientes:

De las 20 muestras de leche, todas cumplen con los requisitos propuestos por IBNORCA.

- Aspecto : Líquido homogéneo.
- Color : blanco claro.
- Olor : varía considerablemente al de la leche de vaca, pero en consideración al tipo de alimentación y sistema digestivo que presenta la leche de burra, es comprensible, ya que en las 20 muestras se apreciaba el mismo olor.
- Sabor : Lácteo, poco dulce.
- Textura : Es de consistencia líquida.

- Opacidad : Considerablemente menor a la de leche de vaca.

Las propiedades organolépticas nos indican que la leche producida dentro de la zona de estudio no presenta ninguna diferencia entre las mismas, lo que aparentaría un buen manejo de parte de los productores.

4.2. Determinación de los valores microbiológicos

La importancia que representa la inocuidad alimentaria de la leche de consumo humano, se evalúa conforme los parámetros microbiológicos, ya establecidos en la leche cruda, que en su mayoría son alterados por los siguiente factores: la salud de la glándula mamaria (ubre), las buenas prácticas de higiene, aplicadas por el personal en el proceso de la obtención de leche y las buenas prácticas de manufactura incluyendo también las buenas prácticas agrícolas en la alimentación animal, según (SENASAG, 2011)

El informe de resultados microbiológicos fue emitido por el laboratorio clínico de investigación y capacitación de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia (ver Anexos C, D, E).

Tabla 26

Resultados de las pruebas microbiológicas por ciudad de origen

Estadísticas de grupo					
Propiedades microbiológicas	Punto de venta (ciudad)	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Aerobios Mesófilos	El Alto	6	110,916	110,14	44,964
	La Paz	4	66,375	53,583	26,791
Coliformes Totales	El Alto	6	7,916	10,97	4,478
	La Paz	4	41,125	59,599	29,799
<i>Staphylococcus Aureus</i>	El Alto	6	3,583	4,271	1,743
	La Paz	4	0,125	0,25	0,125

Los factores microbiológicos estudiados son iguales en ambas ciudades, no existe una diferencia significativa entre La Paz y El Alto, entiendo que los valores p altos indican que las diferencias observadas podrían atribuirse al azar y no a diferencias reales entre las ciudades.

Tabla 27

Resultados de las pruebas microbiológicas por lugar de muestreo

Propiedades microbiológicas	Lugar de muestreo	n	Media	Desviación estándar
AEROBIOS MESOFILOS	Senkata	4	161,625	99,422
	La Ceja	2	9,5	12,021
	Vita	2	63	73,539
	P. Kennedy	2	69,75	56,215
COLIFORMES TOTALES	Senkata	4	7,125	13,585
	La Ceja	2	9,5	6,364
	Vita	2	64,5	89,803
	P. Kennedy	2	17,75	20,153
STAPHYLOCOCCUS AUREUS	Senkata	4	4,875	4,802
	La Ceja	2	1	1,414
	Vita	2	0	0
	P. Kennedy	2	0,25	0,354

4.2.1. Mesófilos Aerobias Viabiles

Tabla 28

Resultados de Mesófilas aerobias viabiles en 20 muestras de leche de burra.

Ciudad	Lugar de muestreo	Muestra	MAV1	MAV2	X	Valor de referencia
El Alto	Senkata	SS1	5	250	128	$<4 * 10^8$
		SS2	95	370	233	UFC/ml

		SS3	40	33	37
		SS4	210	290	250
	Multifuncional de la	F1	32	4	18
	ceja	F2	1	1	1
La Paz	Plaza Kennedy	V1	13	9	11
		V2	120	110	115
	Puente Vita	V3	22	38	30
		V4	89	130	110
					93

Notas, MAV = Mesófilas aerobias viables, los valores hallados son expresados en UFC/ml

La media aproximada de MAV halladas en el presente estudio es de 93 UFC/ml con mínimas de 1 UFC/ml y un valor máximo de 370 UFC/ml y el límite impuesto por IBNORCA para una leche de buena calidad es de $<4 * 10^8$ UFC/ml, considerándose aun el valor más alto hallado de muy alta calidad, considerando esta leche higiénica.

La teoría indica según (Pascual & Caleron, 2000) que el recuento de microorganismos aerobios mesófilos refleja la calidad sanitaria de los productos analizados indicando además de las condiciones higiénicas de la materia prima, la forma como fueron manipulados durante su ordeño o colecta en el caso de la leche de burra es óptimo considerado de calidad sanitaria.

(Moreno et al., 2007) describió que en las estaciones lluviosas los recuentos de aerobios mesófilos, coliformes y células somáticas aumentan debido a que las vacas se exponen a contaminación ambiental (barro, estiércol, etc.) cuya multiplicación depende principalmente de la temperatura y la existencia de otros microorganismos competitivos. La presencia de estas bacterias refleja un pobre manejo higiénico de la rutina de ordeño y exposición de la leche a material fecal; la contaminación puede ser debida a un ordeño sucio, o cuando bacterias Coliformes comienzan a multiplicarse en el sistema de ordeño,

La leche colectada directamente del ordeño no cuenta con un proceso normalizado para su venta, pero observamos que el primer chorro antes de colectar al envase a la venta es desechado. y además cuidan de que las burras tengan un espacio seco y controlado para que las ubres no se contaminen, este proceso si bien precario, es funcional y adecuado para vender leche de óptima calidad en cuanto a la salubridad e higiene, demostrado por los resultados en la leche con baja cantidad de MAV en comparación al valor máximo permitido como referencia en leche de vaca.

Otra literatura como es (Calderon et al., 2006) presentan que las bacterias aerobias

mesófilas se desarrollan a temperatura ambiente y corporal, y se asocian con agentes etiológicos de la mastitis o la flora normal de la piel. En tal sentido, el recuento de microorganismos mesofílicos determina las condiciones de higiene de la leche.

Al ser asociada la MAV con la mastitis, podemos indicar también la ausencia de ella en la leche de burra estudiada, la calificación de muy buena leche por su estado sanitario dada por (SENASAG, 2011) es de < 100.000 UFC/ml, valor que no se acerca por mucho a la media hallada en el estudio.

Tabla 29

Estadística descriptiva de Mesófilas aerobias viables hallados en 20 muestras de leche de burra.

Estadística Descriptiva	Aerobios Mesófilos
Media	93
Error Típico	2,9588428
Mediana	73
Moda	-
Desviación estándar	90,694787
Varianza de la muestra	8225,5444
Rango	249
Mínimo	1
Máximo	250
Nivel de confianza (90,0%)	47,174747

La Tabla presente demuestra que la media total de los resultados es de 93 UFC/ml, los valores son más bajos que la media. y una desviación estándar de 90,69 lo que nos indica que la diferencia o variación de un valor y otro es muy alto. esto se puede deber a que los animales eran de diferentes ubicación y dueños por ende el manejo y alimentación varía entre uno y el resto.

Tabla 30

Análisis de Varianza de Mesófilos aerobios viables

		Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Mesófilos aerobios viables	Entre grupos	35663,088	3	11887,696	1,859	0,237
	Dentro de grupos	38366,813	6	6394,469		
	Total	74029,9	9			

Notas, siendo que no es significativa la diferencia, esta no precisa prueba Duncan

El valor asociado para esta prueba estadística es ($p < 0.05$) observando que no existe una diferencia significativa (0,237) que sugiere que los MAV entre los puntos de venta no existen diferencia. El valor p alto indica que las diferencias podrían ser resultado del azar.

El valor t es 0.742 y el valor p es 0.48. que se encuentran en el Anexo W, indica que no hay una diferencia significativa en los recuentos de aerobios mesófilos entre las muestras de El Alto y La Paz. La diferencia de medias es 44.546.

4.2.2. Coliformes totales

Tabla 31

Resultados de Coliformes totales en 20 muestras de leche de burra.

Ciudad	Lugar de muestreo	Muestra	Coliforme s 1	Coliforme s 2	X	Valor de referencia
El Alto	Senkata	SS1	0	1	1	< 100
		SS2	50	5	28	UFC/ml
		SS3	0	1	1	
		SS4	0	0	0	
La Paz	Multifuncional de la ceja	F1	28	0	14	
		F2	8	2	5	
	Plaza Kennedy	V1	1	1	1	
		V2	6	250	128	
La Paz	Puente Vita	V3	7	0	4	
		V4	3	61	32	
					21	

Notas, Los valores hallados son expresados en UFC/ml

El recuento de coliformes totales en el presente estudio resulto de una media total de 21 UFC/ml con una mínima de 0 UFC/ml y un valor máximo de 250 UFC/ml donde el valor de referencia según (SENASAG, 2011) es < 100 UFC/ml donde todos excepto uno cumpliría el límite, el caso de V2 de la plaza Kennedy en la ciudad de La Paz en su segunda muestra se identifica como el animal que sobrepasa el límite.

Al consultar la literatura según (Moreno et al., 2007) el pelo del animal puede transportar bacterias de aguas estancadas, en especial Coliformes debido a la presencia de estiércol; por lo tanto, interpretamos que la presencia de Coliformes es un indicador del grado de contaminación fecal, llegan sucias a las salas de ordeño y el momento de colecta de leche, se contamina también la leche. Lo que pudo pasar con V2 es lo siguiente; ya que al momento de coleccionar la muestra no tomábamos ninguna acción que cambie o mejore la manipulación del animal o el ordeño de leche para rescatar y estudiar la leche tal cual llega al consumidor, y si bien en la primera muestra de V2

el conteo de coliformes es mucho menor con un valor de 6 UFC/ml, llegamos a la conclusión que el manejo y manipulación así como el animal necesita un control al momento del ordeño, cuidar de que el pelo no este en contacto con las ubres o que estén limpias estas de aguas o estiércol.

Tabla 32

Estadística descriptiva de Coliforme totales hallados en 20 muestras de leche de burra.

Estadística Descriptiva	Coliformes Totales
Media	21,2
Error Típico	3,0097173
Mediana	4,25
Moda	-
Desviación Estándar	39,305923
Varianza De La Muestra	1544,9556
Rango	128
Mínimo	0
Máximo	128
Nivel De Confianza (90,0%)	20,444912

Nota, en el caso de coliforme no aplica la moda.

Con relación al recuento de coliformes fecales totales, se presenta un valor promedio de 21.200 (UFC/ mL) y un intervalo entre 0 y 250 UFC/mL.

Donde podemos observar que la muestra V2 en su segunda muestra representa el valor más alto, esto debido a una contaminación en su manejo a la hora de ordeñar y también se resalta que la muestra SS4 la primera tanto como la segunda muestra, no presenta ningún tipo de UFC/mL.

Con un valor t de -1.371 y un valor p de 0.207, tampoco se encuentra una diferencia significativa en los coliformes totales entre las muestras de ambas ciudades. La diferencia de medias es -33.208. Anexo W

Según (SENASAG, 2011) al recuento de coliformes fecales totales, se los considera como

indicadores de la higiene prestada en las prácticas de recolección de leche, estos microorganismos están presentes en el estiércol y en el medio ambiente. Su presencia en la leche se puede deber a un deficiente lavado de pezones o cuando se caen las unidades de ordeño al piso y estas absorben bosta y suciedad del piso, por lo que la presencia de estas bacterias en las muestras de leche nos va a indicar la falta de higiene.

Tabla 33

Análisis de Varianza de *Coliforme totales*

		Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Coliformes totales	Entre grupos	4839,787	3	1613,262	1,068	0,43
	Dentro de grupos	9064,813	6	1510,802		
	Total	13904,6	9			

Notas, siendo que no es significativa la diferencia, esta no precisa prueba Duncan

Valor F = 1.068, Valor p = 0.43.

No se observaron diferencias significativas en los recuentos de coliformes totales entre los puntos de venta. El valor p alto indica que las diferencias podrían ser resultado del azar.

En la desinfección antes del ordeño reduce la presencia de microorganismos ambientales debido a que los productos desinfectantes utilizados disminuyen los conteos bacterianos de Coliformes en la leche cruda.

contaminando la glándula mamaria por los microorganismos provenientes de las manos del ordeñador, máquina de ordeño y/o desplazamiento por malas prácticas de lavado y secado (Cottrino & Gaviria, 2001)

4.2.3. *Staphylococcus aureus*

Tabla 34

Resultados de Staphylococcus aureus en 20 muestras de leche de burra.

Ciudad	Lugar de muestreo	Muestra	S. <i>aureus</i> 1	S. <i>aureus</i> 1	X	Valor de referencia	
El Alto	Senkata	SS1	0	0	0	< 50	
		SS2	0	3	2	UFC/ml	
		SS3	18	0	9		
		SS4	16	2	9		
La Paz	Multifuncional de la ceja Plaza Kennedy	F1	4	0	2		
		F2	0	0	0		
		V1	0	0	0		
		V2	0	0	0		
La Paz	Puente Vita	V3	0	0	0		
		V4	0	1	1		
						2	

Nota, los datos están expresados en UFC/mL

En los resultados obtenidos de la leche de burra en la Tabla 34, podemos observar la presencia de estafilococos en 5 de 10 muestras, estas tienen una media de 2 UFC/mL con un valor mínimos de 0 y como valor máximo el de la primera muestra de SS3 con 18 UFC/mL, a pesar de esto el hecho de que se encuentren, representa una posibilidad de presentarse una infección en dichos animales. Aun así, el valor máximo permitido según (SENASAG, 2011) es de < 50 UFC/ml para ser considerada como muy buena leche para el consumidor, lo que nos permite decir que la leche de burra estudiada en el presente estudio es de muy buena calidad y que la presencia de estafilos, en algunas muestras se puede deber según (Moreno et al., 2007) a que la formación de colonias crecientes en la leche se debe a que, en los canales de los pezones, puede estar presente lesiones o heridas, que infectan la glándula mamaria y se transmite por medio de las pezoneras y manos del ordeñador a la leche. Lo que en nuestras muestras puede ser un descuido en la

manipulación u ordeño.

Además (Obregon & Zambrano, 2017) infieren que los utensilios, equipos, animales y ordeñador influyen en la contaminación de la leche y que el proceso de ordeño cuando hay ausencia de higiene, sumado a la multiplicación que sufren las bacterias debido a que la leche es un excelente medio de cultivo para la mayoría de los microorganismos atribuyen una elevación en la formación de colonias de *Staphylococcus aureus*

La leche estudiada aun el valor mas alto de presencia de *Staphylococcus aureus*, es considerada según la normativa de muy buena calidad sanitaria e higiénica, y podemos expresar que las burras están sanas, ya que este microorganismo se encuentra asociado además con la mastitis.

Tabla 35

Estadística descriptiva de Staphylococcus aureus hallados en 20 muestras de leche de burra.

Estadística Descriptiva	<i>Staphylococcus Aureus</i>
Media	2,2
Error Típico	2,9406158
Mediana	0,25
Moda	0
Desviación Estándar	3,6530049
Varianza De La Muestra	13,344444
Rango	9
Mínimo	0
Máximo	9
Nivel De Confianza (90,0%)	1,9001046

Nota, la presente tabla arroja valores de 0, que si aplican a la prueba estadística.

La desviación estándar indica una dispersión en los datos lo que puede deberse a que varios dieron 0 y una máxima de 18 elevo la dispersión entre colonias contadas.

Tabla 36Análisis de Varianza de *Staphylococcus aureus*

		Suma de	GL	Media	F	Sig.
		cuadrados		cuadrática		
<i>Staphylococcus</i>	Entre grupos	48,788	3	16,263	1,368	0,339
<i>aureus</i>	Dentro de	71,313	6	11,885		
	grupos					
	Total	120,1	9			

Notas, siendo que no es significativa la diferencia, esta no precisa prueba Duncan

El valor asociado para esta prueba estadística es ($p < 0.05$) observando que no existe una diferencia significativa (0,339) que sugiere que las colonias de *Staphylococcus aureus* entre los puntos de venta no existen diferencia. El valor p alto indica que las diferencias podrían ser resultado del azar.

Aquí, el valor t es 1.585 y el valor p es 0.152, lo que sugiere que no hay una diferencia significativa en la presencia de *Staphylococcus aureus* entre las muestras de las dos ciudades. La diferencia de medias es 3.458 (Anexo W).

4.3. Comparación de los valores obtenidos de la leche de burra con bibliografía internacional.

Tabla 37

Valores de referencia de análisis fisicoquímico y microbiológico del presente estudio y la bibliografía internacional.

Análisis	Resultados obtenidos en el presente estudio (x)	(Perez, 2020)	(Salimei & Fantuz, 2012)	(Gomez-Ruiz et al., 2011)	(Lespinard, et al., 2022)	(Losinno & Bragulat, 2019)	
Físico químico	Densidad (g/mL)	1,0366	-	-	-	-	
	Solidos totales (g/100g)	9,33	-	9,53	10,25	10,25	9,38
	Acidez titulable	0,43345	-	-	-	-	-
	pH	7,193	-	-	7,2	-	7,1
	Grasas (g/100 g)	0,18	-	0,76	1,05	1,05	0,4
Microbiológicos	Mesófilas aerobias viables (UFC/ mL)	93,1	-	-	-	-	-
	Coliformes totales (UFC/ mL)	21,2	-	-	-	-	-
	<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/ mL)	2,2	4	-	-	-	-

Nota, -: no medido, los valores hallados por los diferentes autores son de leche de burra.

La presente Tabla 37 se observan los valores de referencia hallados en el presente trabajo de investigación realizado en la ciudad de La Paz y El Alto de análisis fisicoquímico y microbiológico.

Y los rangos de referencia de los sólidos totales, grasa, pH y *Staphylococcus aureus* obtenidos por Perez, (2020), Salimei (2012), Gomez-Ruiz(2011), Lespinard (2022) y Losinno (2019)

Al ser tomado en cuenta podemos observar una diferencia ligera pero considerable en sólidos totales expresado en g/ 100 g, grasa expresada en g/100g y pH; la diferencia podría deberse a la ubicación al tipo de alimentación o al manejo del animal, pero en promedio se puede considerar que el valor de estos, en comparación de los datos obtenidos en la presente investigación y la bibliografía internacional es de 9.748 g/100g, 0.688 g/100g, 7.16 respectivamente.

5. CONCLUSIONES

Basada en los resultados tanto fisicoquímicos como microbiológicos se puede concluir que la leche burra en comparación a la leche de vaca de uso común representa un valor biológico resaltante que puede aportar otro tipo de beneficios al consumidor ya que varios parámetros analizados en esta tesis fueron significativos como es en el caso de las pruebas físico químicas y organoléptica, que demostraron que Solidos totales, pH, densidad, y el porcentaje de grasa varían completamente al de la leche de vaca, en la grasa se observa que la leche de burra contiene un promedio de 0,18% al de la vaca de uso común con un 3% que corresponde una significativa diferencia. Y que al comparar con la literatura podemos observar un porcentaje igual bajo, que nos indicaría que los burros deben ser mejor alimentados para mejorar también su rendimiento lechero.

Así también en los parámetros microbiológicos podemos observar que de los 3 parámetros utilizados el de bacterias mesófilas aerobias no cuenta con una significancia diferencia ya que la muestra de leche de burra presento un valor de 93.100UFC/mL que según la tabla N° 38 resulta bajo lo que le da una categoría de muy buena para su consumo, así como la de la vaca con 35.6 UFC/mL. Para el caso del recuento de coliformes totales la normativa boliviana regida por (SENASAG, 2011) indica que una leche de buena calidad debe tener < 100 coliformes/ml de leche según y nuestras muestra tiene un valor de 21.200 coliformes/ml que evidentemente es menor a lo que le da una vez más la virtud de leche de buena calidad que además en comparación de la leche de vaca que cuenta con una media de 8.30 coliformes /ml nos resulta en una diferencia sin significancia en comparación.

El parámetro donde si encontramos diferencia significativa es en el de estafilococos aureus con un valor de 2.200 UFC/mL en el caso de la leche de burra y 104.500 UFC/mL en la leche de vaca. Por lo que según la norma declarada en la tabla N° 38 la leche de vaca es considerada como muy buena para el consumo no así la leche de vaca que su rango delimita en ser solamente bueno para el consumo, aun así, esta tiene mucho que ver con las buenas prácticas tanto de manejo como de salud del animal, por lo que el valor variaría dependiendo el animal o hatu ganadero.

Tabla 38*Parámetros establecidos para determinar la calidad de la leche.*

Parámetro	Calificación		Regular	Bueno	Muy bueno
	Malo	Muy Alto	Alto	Moderado	Bajo
	Nivel				
Mesofílicas Aerobias (BMA) UFC/MI		600.000 a 1.200.000	301.000 a 599.000	101.000 a 300.000	< 100.000
Staphylococcus Aureus (UFC/MI)		> 250	151 a 250	51 a 150	< 50
Coliformes totales (UFC/g)		-	-	-	< 100

Nota, la presente tabla es propiedad de (SENASAG, 2011)

-: no aplica

6. RECOMENDACIONES

Dentro de toda la investigación la gran limitante para estudiar más parámetros fue el costo tanto de la leche como del laboratorio certificado que realice dichas pruebas, por lo que varios parámetros importantes no fueron posibles en la presente investigación. Por lo que se recomienda hacer análisis de proteínas para determinar el porcentaje de aminoácidos que esta contiene en el total de sus sólidos, para profundizar los componentes específicos que van a resaltar en la leche de vaca.

Además, se debería someter a la leche de burra a estudios más elaborados como son el de Inmunoglobulina A, que se tendría la hipótesis que esta es la que podría ser más elevada en relación con la de la leche de vaca, ya que es esta la que tiene propiedades que podrían elevar la defensas ante la presencia de enfermedades pulmonares en el consumidor, o no.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Academia Balderix. (S.F.). *Probabilidad y Estadística*. Obtenido de <https://www.probabilidadyestadistica.net/>:
www.probabilidadyestadistica.net/coeficiente-de-asimetria
- Alais, C. (2003). *Ciencia de la leche, principios de tecnica lechera*. Barcelona, ESPAÑA: Editorial Reverte S.A.
- Allore, H., Oltenacu, P., & Erbs, H. (1997). Effects of season herd size, and geographic region on the composition an quality of milk in the Northeast. *J. Dairy Sci*, 3040-3049.
- Andrade, J. (2012). Verdad o mito sobre los efectos curativos de la leche de burra negra en el departamento de Potosi. *DIALNET, CIENCIAS DE LA SALUD*, 95-999.
- Artica, L. (2014). Métodos para el análisis fisicoquímico de la leche y derivados lacteos. peru.
- Avila, S. (2007). Comparacion del estado de la salud de la ubre y la calidad sanitaria de leche de vacas ordeñadas manual o mecanicamenteMECANICAMENTE. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO*.
- Bact, B. C. (2007). Calidad higienica y sanitaria de la leche cruda. En M. O. Angel, *Buenas practicas de produccion primaria de leche* (págs. 115-122). Antioquia: Biogenesis.
- Baltazar, A. B. (2022). *Evaluacion de la carne de burro (Equus africanus asinus) para su comercializacion en los mercados de la ciuda de El Alto y la calidad de La Paz - Bolivia*. La Paz: UMSA.
- Barbosa, J. C. (2003). O gado asinino em Trás-os-Montes. Contribuição para o conhecimento da sua importância socio-económica. *Bragança: Acta do V*, 23 - 24.

- Basaez, L. (2009). ¿Que es el pH?: Formas de medirlo. Chile: Facultad de ciencias quimicasACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.
- Brock, T. D., & Madigon, M. (1997). *Biología de los microorganismosIOLOGIA DE LOS MICROORGANISMOS*. Mexico: ED. Limusa.
- Bustamante, A. C. (2014). *Diseño de modelos estandarizados de hidrolisis de lactosa como sustrato para fermentacion lactica*. Cuenca: Facultad de ciencia y tecnologia.
- Cabrera, M. (SEPTIEMBRE de 2005). *Turipana*. Obtenido de turipana.com.
- Calderon, A., Garcia, F., & Martinez, G. (2006). Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Revista MVZ Cordoba 11*, 725-737.
- Campabadal, C. (1999). Factores que afectan el contenido de solidos de la leche. *Nutricion animal tropical*, 67-92.
- Castón, J. P. (S.F.). Higiene, inspeccion y control de la calidad de la leche. En J. P. Castón, *Higiene, inspeccion y control de la calidad de la leche*.
- Castro, C. N. (1998). *Consideraciones sobre la calidad de la leche*. Bogota.
- Chany, S. (31 de Marzo de 2014). La leche de burra, manjar de lujo. *La Opinion, el correo de Zamora*.
- Chevallier. (2010). *Diccionario de las alteraciones y falsificaciones de las sustancias alimenticias, medicamentosas y comerciales con la indicacion de los medios de reconocerlas*.
- Colavita, G., Amadoro, C., Rossi, F. F., & Salimei, E. (2016). Hygienic characteristics and microbiological hazard identification in horse and donkey raw milk. *Dipartimento di Medicina e Scienze per la Salute, Università degli Studi del Molise*, 51(1) 21-29.
- Cotrino, V., & Gaviria, B. (2001). Rutina de ordeño , mastitis y calidad de la leche . *Consejo nacional de calidad de la leche y prevencion a la mastitis Bogota* .

- Davis, J. M. (1977). La función fiscal de los programas de subsidios para alimentos. *Staff PapersInternational Monetary Fund*.
- Diez, S. A. (2020). Variacion de la acidez y el pH de la leche al fabricar yogur. *Merdies, Asociacion investigacio en secundaria.*, 77-85.
- Dubach, J. (2004). *El ABC para la queseria rural de Los Andes*. Ecuador: Proyecto queserías rurales del Ecuador.
- EaBolivia. (2022). *EaBolivia*. Obtenido de <https://www.eabolivia.com/>.
- Early, R. (1998). *Tecnología de los productos lácteos*. Zaragoza: Acibia.
- FAO. (1998). Analisis microbiologico. *Organizacion de las naciones unidas para la agriculturay la alimentacion*, 3-20.
- FAO. (2018). *FAO*. Obtenido de Organizacion de las naciones unidas para la alimentacion y la agricultura.
- FAO. (2023). <https://www.fao.org/>. Obtenido de Organizacion de las naciones unidas para la alimentacion y la agricultura.: <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion-de-la-leche/es/>
- Fausto C. Moreno Vasquez, Martinez, G. R., Mancera, V. M., Avila, L. E., & Vargas, M. R. (2007). *Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá)*. Boyaca: Revista de Medicina Veterinaria.
- FEDELPAZ. (2006). *fedelpaz.8m.net*. Obtenido de <http://fedelpaz.8m.net/noticias.html>: <http://fedelpaz.8m.net/noticias.html>
- French, J. (1999). *Manual Profesional del Burro*. Londres: Sidmouth: Whittet Books.
- Gabriela Castro Castillo, F. E. (2013). Caracterización de la microbiota nativa del queso Oaxaca tradicional en tres fases de elaboración. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 107.

- García Martínez, E. (S.F.). Determinación del contenido en grasa de la leche por el método Gerber. *ETSIAMN. Universitat Politècnica de València*.
- Geronimo, C., & Perez, I. (2021). *Determinacion de solidos totales y materia grasa en leche evaporada de mayor consumo en Lima metropolitana*. Lima Peru: Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Roosvelt.
- Gómez, D. A., & Mejía, O. B. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Línea de investigación: Biotecnología Pecuaria, Semillero de Investigación SISMO*, 38-42.
- Gómez-Ruiz, J. A. (2011). LECHE DE BURRA. COMPOSICION NUTRICIONAL Y BIOACTIVIDAD. *ALIMENTACION, NUTRICION Y SALUD INSTITUTO DANONE*, 10-15.
- Gomez-Ruiz, J. A., Bidasolo, I. B., & Ramos, M. (2011). Leche de burra. Composición nutricional y bioactividad. *Academia Accelerating the world's research.*, 10-15.
- Gonzales, M. V. (2012). *Estudio del punto crioscopico de leche cruda bovina, en dos pisos altitudinales y dos epocas del año, Ecuador*. Ecuador: SE.
- Google maps. (s.f.). *Google maps*. Obtenido de Google earth.
- Guerra, V. (Septiembre de 2011). *Engormix*. Obtenido de engormix.com: http://www.engormix.com/ganaderia_leche_sanidad_tratamiento_mastitis_s_list_prod_GDL-165-236.htm
- Haroldo, M. (2001). *Producción Higiénica de la Leche Cruda*. Chile.
- IBNORCA NB 33013. (2013). *Productos lácteos - Leche cruda y fresca - Requisitos*. LA PAZ: IBNORCA.
- Instituto nacional de estadística. (2014). *Bolivia: Estimaciones y proyecciones de población por años calendario, según departamento, 2018, 2020, 2025 Y 2030. En Bolivia cuenta con mas de 11 millones de habitantes a 2018*.

- J.C. Chirgwin, P. d. (2000). *El burro como animal de trabajo; manual de capacitacion*. Roma: estudio FAO produccion y sanidad animal.
- Jordana, Ferrando, Casas, & Loarca. (2012). Diversidad y relaciones geneticas entre poblaciones asnales iberoamericanas. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 2-3.
- Kingdon, J. (1997). *The Kingdon field guide to African mammals*. Londres, Inglaterra.: Academic Press.
- La Razon. (14 de 03 de 2016). La obsesión con la 'altura'. *LA RAZON*, pág. 1.
- Larrañaga, L. (1999). Microbiología y bromatología de los alimentos. *MAC GRAW HIL*, 350.
- Lespinard, A. R., Emiliano E. Badin, M. M., & Gill, T. R. (2022). *Características nutricionales y terapeuticas de la leche de burra*. Santa Maria: Luis Losinno.
- Losinno, L., & Bragulat, A. F. (2019). Leche de burra en casos de alergia a la leche de vaca en humanos. Un desafío para Argentina. *Revista Científica FAV-UNRC Ab Intus*, 81-99.
- Luquet, F. M. (1993). *Leche y productos lacteos: Vaca, oveja, cabra. Tomo 2: Los productos lacteos: Transformacion y tecnologia*. Zaragoza.
- M.Brousett, Torres, A., Chambi, A., Mamani, B., & Gutiérrez, H. (2015). Calidad fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región de Puno-Perú. *Scie Agro*, 165-176.
- Madrid, A. (1996). *Curso de indrias lacteas*. Madrid: Editorial mundo prensa.
- Martinez, M., & Gomez, C. (2013). Calidad composicional e higienica de la leche cruda recibida en industrias lacteas de Sucre, Colombia. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 11*, 93-100.
- Merck. (1979). *Manual de Merck*.

- Meyer, A. F. (01 de 03 de 2023). *contexto ganadero*. Obtenido de QUE FACTORES INCIDEN EN EL TOTAL DE LOS SOLIDOS TOTALES EN LA LECHE: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/que-factores-incidenten-en-el-total-de-solidos-totales-en-la-leche>
- Ministerio de agricultura. (2005). *Aspectos Nutricionales y Tecnologicos de la Leche*. Lima, Perú.
- Molina, F. (2009). *Determinacion de la leche cruda (acidez, densidad, grasa, reductasa , solidos totales), aplicando un programa de capacitacion en 4 comunidades de la parroquia Pitang, canton Quito*. Riobamba, Ecuador: Escuela superior politecnica de Chimborazo.
- Molina, F. I. (2009). *Determinación de la calidad de la leche cruda (acidez, densidad, grasa, reductasa, solidos totales), aplicando un programa de capacitación en 4 comunidades de la Parroquia Pintag, Canton Quito*. Riobamba, ECUADOR: Escuela de ingeniería Zootécnica ESCUELA DE INGENIERIA ZOOTECNICA.
- Montero, A. S. (2011). Factores que influyen el porcentaje de sólidos totales de la Leche. *ECAG Informa*(56), 4. Recuperado el 29 de Mayo de 2018, de http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Publicaciones/articulo_ecag_solidos_revista_56.pdf
- Moreno, F., Rodriguez, G., Mendez, V., Osuna, L., & Vargas, M. (2007). Analisis microbiologico y su relacion con la calidad higienica y sanitaria de la leche producida en la region de Alto de Chicamocha. *Revista de Medicina Veterinaria* , 61-83.
- NB 32003. (2005). *Ensayos microbiologicos - Recuento total de bacterias mesofilas aerobias viables*. Ilnorca.
- NB/ISO707, I. (2022). LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS - DIRECTRICES PARA LA TOMA DE MUESTRAS. *IBNORCA*, 6.

- NB:230. (1999). PRODUCTOS LACTEOS - LECHE - DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA. En *IBNORCA* (pág. 8).
- NB:231-1. (1998). PRODUCTOS LACTEOS - PARTE 1: DETERMINACION DE SOLIDOS TOTALES.
- NB:32005. (2002). ENSAYO MICROBIOLOGICOS - RECuento DE BACTERIAS COLIFORMES. En *IBNORCA*.
- NB-228. (1998). *Productos lacteos- Determinacion de contenido graso en leche por los metodos Gerber y Rose-Gottlieb*. *IBNORCA*.
- NB273, I. (2004). Instituto boliviano de normalización y calidad alimenticia. En I. b. alimenticia, *IBNORCA*.
- NB-299, I. (2022). PRODUCTOS LACTEOS - DETERMINACION DE LA ACIDEZ TITULABLE. *IBNORCA*.
- NB-32004, I. (2002). ENSAYOS MICROBIOLOGICOS - STAPHYLOCOCCUS AUREUS. *IBNORCA*.
- NB-33013, I. (2013). Productos lácteos - Leche cruda y fresca - Requisitos. *IBNORCA*.
- Negri, L. V. (2005). El pH y la acidez de la leche, manual de referencias tecnicas para la leche de calidad. *INTA*.
- Nescafe. (s.f.). *nescafe.com*. Obtenido de <https://www.nescafe.com/es/make-your-world/el-mundo/consejos-sostenibilidad>
- Nielsen, I. (1986). . *Guía Práctica para Técnicos en Quesería. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería de FAO para América Latina*. Ambato, Ecuador: Centro de Adiestramiento Lechero del Instituto Técnico Agropecuario de la Sierra.
- Nina, M. E. (2005). *EVALUACION COMPARATIVA DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN DIEZ MODULOS Y DOS PISOS ECOLOGICOS DE LA PROVINCIA MURLLO*. LA PAZ: FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UMSA.

- Norma, 277. (2000). *Comisión Venezolana de Normas Industriales*.
- Nowak, R. (1991). *Walker's mammals of the world*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Obregon, D., & Zambrano, Z. (2017). *Evaluación microbiológica (aerobios mesófilos, Bacillus cereus y Staphylococcus aureus) y químicotoxicológica de metales pesados (pb, hg) en leche para consumo humano en el distrito de Puente Piedra - Lima*. Lima, Peru: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Pascual, M., & Caleron, V. (2000). Microbiología alimentaria. En *Metodología analítica para alimentos y bebidas II* (págs. 3-15). Madrid: Dias de Santos SA.
- PDLA. (2003). *Manual de Autoinstrucción. Higiene de ordeño y calidad de la leche. 2ed.* LA PAZ: PROGRAMA DE DESARROLLO LECHERO DEL ALTIPLANO.
- Perez, S. D. (2020). *Identificación de presencia de Staphylococcus y antibióticos mediante cultivos bacterianos y tiras reactivas en leche cruda de burra, comercializada en el sur de Quito*. Quito: Facultad de ciencias de la salud.
- Quiles, S. A. (1994). *La leche de cabra*. Murcia, España: Secretariado de publicaciones.
- Quispe, J. G. (2010). *ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LECHE EN LOS CENTROS DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE PUCARANI*. LA PAZ: UMSA CARREA QUIMICA INDUSTRIAL.
- QUISPE, S. C. (1998). MANEJO DEL GANADO LECHERO. *PDLA*, 127.
- Revilla, A. (1982). *Tecnología de la leche procesamiento, manufactura y análisis*. Costa Rica: Instituto de cooperación para la agricultura.
- Ricardi, F. Q. (2011). Medidas de tendencia central y dispersión. *Departamento de educación en ciencias de la salud*.
- Salimei, E., & Fantuz, F. (2012). Equid milk human consumption. *International Dairy Journal*, 130-142.

- Sampson, H. A. (2004). Update on food allergy. *Current reviews of allergy and clinical immunology*, 113.
- Sanjuan, F. J. (1 de agosto de 2020). Curtosis. *Economipedio*.
- SENA. (1987). *CARACTERISTICAS FISICAS DE LA LECHE*. BOGOTA: CENTRO AGROPECUARIO DE LA SABANA.
- SENASAG. (2011). *REGLAMENTO PARA LA INSPECCIÓN Y CERTIFICACION SANITARIA DE LA LECHE Y LOS PRODUCTOS LACTEOS*. TRINIDAD: PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE LA INOCUIDAD DE LACTEOS Y DERIVADOS.
- SENASAG. (2011). *REGLAMENTO PARA LA INSPECCIÓN Y CERTIFICACION SANITARIA DE LA LECHE Y LOS PRODUCTOS LACTEOS*. (S. N. SENASAG, Ed.) TRINIDAD, BOLIVIA: UNIDAD NACION DE INOCUIDAD ALIMENTARIA.
- SINGH, H., McCARTHY, O. J., & LUCEY, J. A. (1997). PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF MILK, ADVANCED DAIRY CHEMISTRY. *Lactose, water, salts and vitamins*.
- Thompson, A. M. (2009). *Milk Proteins from Expression to*. Estados Unidos: Elsevier.
- Torres De Freitas, Ameysa, Durán, Zandra, & Rodríguez, Carmen. (2009). Acidez titulable como control de calidad para la leche humana. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*.
- Vásquez, K. K. (2017). *Caracterización Físicoquímica y Organoléptica de leche entera ultrapasteurizada (UHT) procesadas en las empresas lácteas establecidas en Nicaragua. Laboratorio de Físicoquímica de Lácteos Centroamericanos, Enero - Mayo 2017*. NICARAGUA.
- Vega, J. V., & Aguilar, B. P. (2022). Determinacion de la densidad relativa de la leche que sera destinada para la elaboracion de helados de paleta. *CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL*, 38-44.

Vega, J. V., & Aguilar, B. P. (2022). *Manual de funcionamiento, mantenimiento y aplicacion pedadodica de equipos (pH metro multiparametrico benchtop pH y del lactodensimetro) en el laboratorio de investigacion en lacteos de la carrera de agroindustria de la universidad tecnica de Cotopaxi*. Latacunga: Universidad tecnica de Cotopaxi.

Vincenzetti, S. (2008). Caracterización de las fracciones proteicas de la leche de burra. *FOOD CHEMISTRY*, 640-649.

Weatherspark. (s.f.). *weatherspark*. Obtenido de es.weatherspark.com.

8. ANEXOS

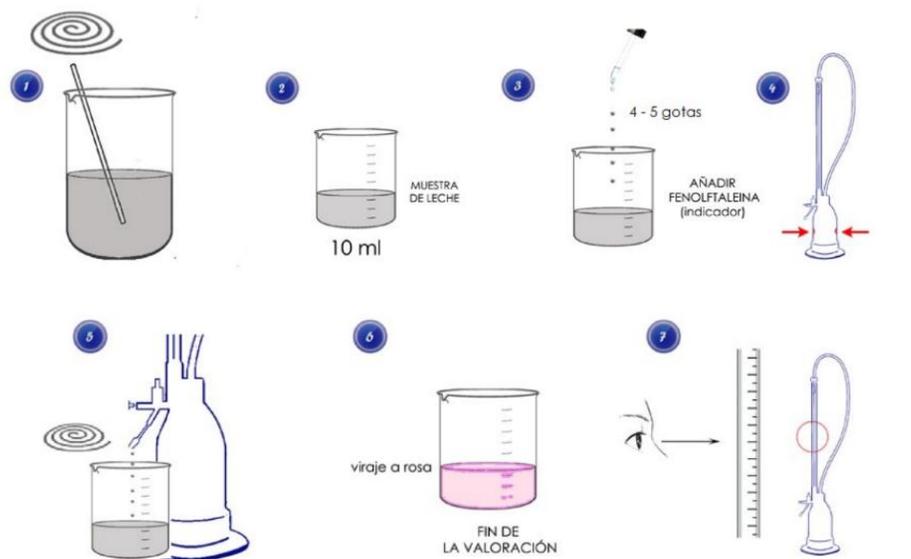
Anexo A.

Códigos, nombres y ubicación de las muestras 10 muestras a 2 repeticiones de leche de burra.

Código	Nombre	Ubicación	1° Muestra	2° Muestra
SS1	Choca	Senkata		
SS2	Caballo			
SS3	Gordita 1			
SS4	Gordita 2			
F1	Mojino 1	Ceja	24/10/2022	
F2	Mojino 2			
V1	Blanca	Puente Vita		
V2	Negrita			
V3	Pancha	Plaza Kennedy		8/11/2022
V4	Lolita			

Anexo B.

Esquema de la determinación de acidez titulable.



Anexo C.

Informe de ensayo de laboratorio de microbiología, 1º repetición.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
 FACULTAD DE AGRONOMÍA
 PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
 IIAREN
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO

CÓDIGO DE LABORATORIO: M 2022/016

NOMBRE DEL SOLICITANTE/PROPIETARIO:	Carola Gaby Alcazar Gonzales
PRODUCTO:	LECHE DE BURRA
CANTIDAD APROXIMADA DE MUESTRA:	50 mL de leche de burra
MUESTREADOR:	Carola Gaby Alcazar Gonzales
FECHA DE MUESTREO:	2022-10-24 HORA: 07:00
FECHA DE REMISIÓN:	2022-10-24 HORA: 11:00
FECHA DE EMISIÓN:	2022-12-01

ANALISIS MICROBIOLÓGICO:

PROCEDENCIA DE MUESTRA	CÓDIGO	PARÁMETRO		
		AEROBIOS MESÓFILOS (NR:NB 33009) (NT:NB32003)	COLIFORMES TOTALES (NR:NB 33009) (NT:NB 32005)	<i>Staphylococcus aureus</i> (NR:NB 33009) (NT:NB 32004)
SENKATA	SS1	<10 UFC/mL	SD	SD
SENKATA	SS2	95 UFC/mL	50 UFC/mL	SD
SENKATA	SS3	40 UFC/mL	SD	18 UFC/mL
SENKATA	SS4	2,1 x 10 ² UFC/mL	SD	16 UFC/mL
CEJA	F1	32 UFC/mL	28 UFC/mL	4 UFC/mL
CEJA	F2	1 UFC/mL	8 UFC/mL	SD
PUENTE VITA	V1	13 UFC/mL	1 UFC/mL	SD
PUENTE VITA	V2	1,2 x10 ² UFC/mL	6 UFC/mL	SD
PUENTE VITA	V3	22 UFC/mL	7 UFC/mL	SD
PUENTE VITA	V4	89 UFC/mL	3 UFC/mL	SD

Nota:

1. Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada
2. NB 33009: Productos lácteos –Queso fresco- Requisitos
3. NT (NORMA TÉCNICA)
4. NR (NORMA DE REFERENCIA) ; 5. SD = Sin desarrollo



(Signature)
ANALISTA
 Lic. Esp. Marcelina Condori Ticona
 DOCENTE INVESTIGADOR
 LABORATORIO CLINICO PMVZ

Anexo D. Informe de ensayo de laboratorio de microbiología, 2º repetición.



PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
IIAREN
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO

CÓDIGO DE LABORATORIO: M 2022/017

NOMBRE DEL SOLICITANTE/PROPIETARIO: Carola Gaby Alcazar Gonzales
PRODUCTO: LECHE DE BURRA
CANTIDAD APROXIMADA DE MUESTRA: 50 mL de leche de burra

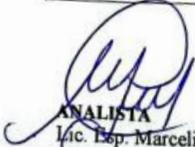
MUESTREADOR: Carola Gaby Alcazar Gonzales
FECHA DE MUESTREO: 2022-11-7 **HORA:** 07:00
FECHA DE REMISIÓN: 2022-11-7 **HORA:** 11:00
FECHA DE EMISIÓN: 2022-12-01

ANALISIS MICROBIOLÓGICO:

PROCEDENCIA DE MUESTRA	CÓDIGO	PARÁMETRO		
		AEROBIOS MESÓFILOS (NR:NB 33009) (NT:NB32003)	COLIFORMES FECALES (NR:NB 33009) (NT:NB 32005)	<i>Staphylococcus aureus</i> (NR:NB 33009) (NT:NB 32004)
SENKATA	SS1	2,5 x 10 ² UFC/mL	1 UFC/mL	SD
SENKATA	SS2	3,7 x 10 ² UFC/mL	5 UFC/mL	3 UFC/mL
SENKATA	SS3	33 UFC/mL	1 UFC/mL	SD
SENKATA	SS4	2,9 x 10 ² UFC/mL	SD	2 UFC/mL
CEJA	F1	4 UFC/mL	SD	SD
CEJA	F2	1 UFC/mL	2 UFC/mL	SD
PUENTE VITA	V1	9 UFC/mL	1 UFC/mL	SD

Nota:

5. Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada
6. NB 33009: Productos lácteos –Queso fresco- Requisitos
7. NT (NORMA TÉCNICA)
8. NR (NORMA DE REFERENCIA)
9. SD = Sin desarrollo



ANALISTA
Lic. Esp. Marcelina Condori Ticona
DOCENTE INVESTIGADOR
LABORATORIO CLINICO PMVZ



Anexo E. Informe de ensayo de laboratorio de microbiología 2º repetición



PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
 IIAREN
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO

CÓDIGO DE LABORATORIO: M 2022/018

NOMBRE DEL SOLICITANTE/PROPIETARIO:
PRODUCTO:
CANTIDAD APROXIMADA DE MUESTRA:

Carola Gaby Alcazar Gonzales
 LECHE DE BURRA
 50 mL de leche de burra

MUESTREADOR:
FECHA DE MUESTREO:
FECHA DE REMISIÓN:
FECHA DE EMISIÓN:

Carola Gaby Alcazar Gonzales
 2022 -11-8 **HORA:** 07:00
 2022-11-8 **HORA:** 11:00
 2022 - 12- 01

ANALISIS MICROBIOLÓGICO:

PROCEDENCIA DE MUESTRA	CÓDIGO	PARÁMETRO		
		AERÓBIOS MESÓFILOS (NR:NB 33009) (NT:NB32003)	COLIFORMES FECALES (NR:NB 33009) (NT:NB 32005)	<i>Staphylococcus aureus</i> (NR:NB 33009) (NT:NB 32004)
PUENTE VITA	V2	1,1 x10 ² UFC/mL	2,5 x 10 ² UFC/mL	SD
PUENTE VITA	V3	38 UFC/mL	SD	SD
PUENTE VITA	V4	1,3X10 ² UFC/mL	61 UFC/mL	1 UFC/mL

Nota:

1. Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada
2. NB 33009: Productos lácteos -Queso fresco- Requisitos
3. NT (NORMA TÉCNICA)
4. NR (NORMA DE REFERENCIA)
5. SD = Sin desarrollo



(Handwritten signature)

ANALISTA
 Lic. Esp. Marcelina Condori Ticona
DOCENTE INVESTIGADOR
 LABORATORIO CLINICO PMVZ

Anexo F. Informe de resultados laboratorio de bromatología SS1, en pruebas fisicoquímicas.

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
SALUD (SELADIS)
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
Resolución Ministerial No.017 7 Decreto Supremo No. 25729

	INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	CODIGO: 10425	
Informe N°:	172 /2022		
Producto:	LECHE DE BURRA Código : SS1		
Marca:	S/D	Razón Social	GABY ALCAZAR
Procedencia	SENKATA, EL ALTO		
Muestreado	GABY ALCAZAR	FECHA:	2022/11/07 HORA : 08:00
Fecha de recepción muestra:	2022/11/08	Fecha de emisión de resultados:	2022/11/21
Fecha de inicio de ensayos:	2022/11/09		

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	VALOR REFERENCIAL	METODO DE ENSAYO
SOLIDOS TOTALES	g /100g	8,96.-	SVR	GRAVIMETRÍA
PH (20°C)	--	7,48	SVR	POTENCIOMETRIA
DENSIDAD	g/ml	1,038.-	SVR	GRAVIMETRÍA
GRASA	g /100g	0,18.-	SVR	BARSHALL

NSD: No Se Detecta / SVR: Sin Valor de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica /<LD menor al límite de detección (<0.01 mg/L),* Valores referenciales del agua potable NB-512

Analista: Limachi Nelly


Dra. María O. Torrez T.
Bioquímica-Farmacéutica
Jefe de Laboratorio de Bromatología



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Anexo G. Informe de resultados laboratorio de bromatología SS2 en pruebas fisicoquímicas.

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
SALUD (SELADIS)
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
Resolución Ministerial No.017 7 Decreto Supremo No. 25729

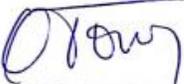
	INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	CODIGO: 10425	
Informe N°:	169 /2022		
Producto:	LECHE DE BURRA		Código : SS2
Marca:	S/D	Razón Social	GABY ALCAZAR
Procedencia	SENKATA, EL ALTO		
Muestreado	GABY ALCAZAR	FECHA:	2022/11/07 HORA : 08:00
Fecha de recepción muestra:	2022/11/08	Fecha de emisión de resultados:	2022/11/21
Fecha de inicio de ensayos:	2022/11/09		

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	VALOR REFERENCIAL	METODO DE ENSAYO
SOLIDOS TOTALES	g /100g	9,26.-	SVR	GRAVIMETRÍA
PH (20°C)	--	7,39	SVR	POTENCIOMETRIA
DENSIDAD	g/ml	1,033.-	SVR	GRAVIMETRÍA
GRASA	g /100g	0,38.-	SVR	BARSHALL

NSD: No Se Detecta / SVR: Sin Valor de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica /<LD menor al límite de detección (<0.01 mg/L). * Valores referenciales del agua potable NB-512

Analista: Limachi Nelly


Dra. Maria O. Torrez T.
Bioquímica-Farmacéutica
Jefe de Laboratorio de Bromatología



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Anexo H. Informe de resultados laboratorio de bromatología SS3 en pruebas fisicoquímicas.

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
SALUD (SELADIS)
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
Resolución Ministerial No.017 7 Decreto Supremo No. 25729

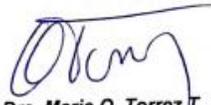
	INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	CODIGO: 10424	
Informe N°:	178 /2022		
Producto:	LECHE DE BURRA	Código :SS3	
Marca:	S/D	Razón Social	GABY ALCAZAR
Procedencia	SENKATA, EL ALTO		
Muestreado	GABY ALCAZAR	FECHA:	2022/11/07 HORA : 08:00
Fecha de recepción muestra:	2022/11/08	Fecha de emisión de resultados:	2022/11/21
Fecha de inicio de ensayos:	2022/11/09		

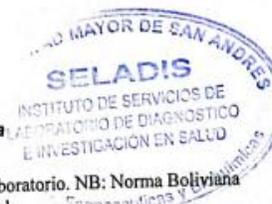
RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	VALOR REFERENCIAL	METODO DE ENSAYO
SOLIDOS TOTALES	g /100g	10,33.-	SVR	GRAVIMETRÍA
PH (20°C)	--	7,14.-	SVR	POTENCIOMETRIA
DENSIDAD	g/ml	1,039.-	SVR	GRAVIMETRÍA
GRASA	g /100g	0,32.-	SVR	BARSHALL

NSD: No Se Detecta / SVR: Sin Valor de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica /<LD menor al límite de detección (<0.01 mg/L), * Valores referenciales del agua potable NB-512

Analista: Limachi Nelly


Dra. Maria O. Torrez T.
Bioquímica-Farmacéutica
Jefe de Laboratorio de Bromatología



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Anexo I. Informe de resultados laboratorio de bromatología SS4 en pruebas fisicoquímicas.

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
SALUD (SELADIS)
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
Resolución Ministerial No.017 7 Decreto Supremo No. 25729

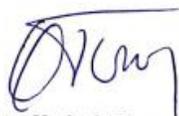
	INFORME DE RESULTADOS	CODIGO: 10424	
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA			
Informe N°:	174 /2022		
Producto:	LECHE DE BURRA		Código: SS4
Marca:	S/D	Razón Social	GABY ALCAZAR
Procedencia	SENKATA, EL ALTO		
Muestreado	GABY ALCAZAR		FECHA: 2022/11/07 HORA : 08:30
Fecha de recepción muestra:	2022/11/08	Fecha de emisión de resultados:	2022/11/21
Fecha de inicio de ensayos:	2022/11/09		

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	VALOR REFERENCIAL	METODO DE ENSAYO
SOLIDOS TOTALES	g /100g	8,67.-	SVR	GRAVIMETRÍA
PH (20°C)	--	7,05.-	SVR	POTENCIOMETRIA
DENSIDAD	g/ml	1,041.-	SVR	GRAVIMETRÍA
GRASA	g /100g	0,06.-	SVR	BARSHALL

NSD: No Se Detecta / SVR: Sin Valor de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica /<LD menor al limite de detección (<0.01 mg/L),* Valores referenciales del agua potable NB-512

Analista: Limachi Nelly


Dra. Maria O. Torrez T.
Bioquímica-Farmacéutica
Jefe de Laboratorio de Bromatología



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio, NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Anexo J. Informe de resultados laboratorio de bromatología F1 en pruebas fisicoquímicas.

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
 SALUD (SELADIS)
 LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
 Resolución Ministerial No.017 7 Decreto Supremo No. 25729

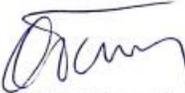
	INFORME DE RESULTADOS		CODIGO:		
	LABORATORIO DE BROMATOLOGIA		10425		
Informe N°:	173 /2022				
Producto:	LECHE DE BURRA		Código : F1		
Marca:	S/D	Razón Social	GABY ALCAZAR		
Procedencia	CEJA, EL ALTO				
Muestreado	GABY ALCAZAR		FECHA:	2022/11/07	HORA : 08:00
Fecha de recepción muestra:	2022/11/08	Fecha de emisión de resultados:	2022/11/21		
Fecha de inicio de ensayos:	2022/11/09				

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	VALOR REFERENCIAL	METODO DE ENSAYO
SOLIDOS TOTALES	g /100g	9,50.-	SVR	GRAVIMETRÍA
PH (20°C)	--	7,43	SVR	POTENCIOMETRIA
DENSIDAD	g/ml	1,030.-	SVR	GRAVIMETRÍA
GRASA	g /100g	0,06.-	SVR	BARSHALL

NSD: No Se Detecta / SVR: Sin Valor de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica /<LD menor al limite de detección (<0.01 mg/L). * Valores referenciales del agua potable NB-512

Analista: Limachi Nelly


Dra. Maria O. Torrez T.
 Bioquímica-Farmacéutica
 Jefe de Laboratorio de Bromatología



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Anexo K. Informe de resultados laboratorio de bromatología F2 en pruebas fisicoquímicas.

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
SALUD (SELADIS)
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
Resolución Ministerial No.017 7 Decreto Supremo No. 25729

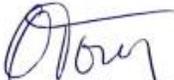
	INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	CODIGO: 10425	
Informe N°:	171 /2022		
Producto:	LECHE DE BURRA Código : F2		
Marca:	S/D	Razón Social	GABY ALCAZAR
Procedencia	CEJA, EL ALTO		
Muestreado	GABY ALCAZAR		FECHA: 2022/11/07 HORA : 09:00
Fecha de recepción muestra:	2022/11/08	Fecha de emisión de resultados:	2022/11/21
Fecha de inicio de ensayos:	2022/11/09		

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	VALOR REFERENCIAL	METODO DE ENSAYO
SOLIDOS TOTALES	g /100g	9,58.-	SVR	GRAVIMETRÍA
PH (20°C)	--	7,48.-	SVR	POTENCIOMETRIA
DENSIDAD	g/ml	1,028.-	SVR	GRAVIMETRÍA
GRASA	g /100g	0,12.-	SVR	BARSHALL

NSD: No Se Detecta / SVR: Sin Valor de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica /<LD menor al límite de detección (<0.01 mg/L),* Valores referenciales del agua potable NB-512

Analista: Limachi Nelly


Dra. María O. Torrez T.
Bioquímica-Farmacéutica
Jefe de Laboratorio de Bromatología



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Anexo L. Informe de resultados laboratorio de bromatología V1 en pruebas fisicoquímicas.

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
SALUD (SELADIS)
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
Resolución Ministerial No.017 7 Decreto Supremo No. 25729

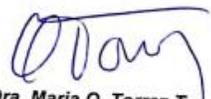
	INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	CODIGO: 10425	
Informe N°:	170 /2022		
Producto:	LECHE DE BURRA		Código : V1
Marca:	S/D	Razón Social	GABY ALCAZAR
Procedencia	VITA, LA PAZ		
Muestreado	GABY ALCAZAR		FECHA: 2022/11/08 HORA : 08:30
Fecha de recepción muestra:	2022/11/08	Fecha de emisión de resultados:	2022/11/21
Fecha de inicio de ensayos:	2022/11/09		

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	VALOR REFERENCIAL	METODO DE ENSAYO
SOLIDOS TOTALES	g /100g	9,03	SVR	GRAVIMETRÍA
PH (20°C)	--	7,38.-	SVR	POTENCIOMETRIA
DENSIDAD	g/ml	1,034.-	SVR	GRAVIMETRÍA
GRASA	g /100g	0,06.-	SVR	BARSHALL

NSD: No Se Detecta / SVR: Sin Valor de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica /<LD menor al límite de detección (<0.01 mg/L),* Valores referenciales del agua potable NB-512

Analista: Limachi Nelly


Dra. Maria O. Torrez T.
Bioquímica-Farmacéutica
Jefe de Laboratorio de Bromatología



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Anexo M. Informe de resultados laboratorio de bromatología V2 en pruebas fisicoquímicas.

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
SALUD (SELADIS)
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
Resolución Ministerial No.017 7 Decreto Supremo No. 25729

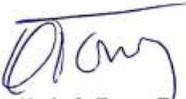
	INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	CODIGO: 10424	
Informe N°:	177 /2022		
Producto:	LECHE DE BURRA Código :V2		
Marca:	S/D	Razón Social	GABY ALCAZAR
Procedencia	VITA , LA PAZ		
Muestreado	GABY ALCAZAR		FECHA: 2022/11/08 HORA : 08:30
Fecha de recepción muestra:	2022/11/08	Fecha de emisión de resultados:	2022/11/21
Fecha de inicio de ensayos:	2022/11/09		

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	VALOR REFERENCIAL	METODO DE ENSAYO
SOLIDOS TOTALES	g /100g	9,12.-	SVR	GRAVIMETRÍA
PH (20°C)	--	6,03.-	SVR	POTENCIOMETRÍA
DENSIDAD	g/ml	1,039.-	SVR	GRAVIMETRÍA
GRASA	g /100g	0,23.-	SVR	BARSHALL

NSD: No Se Detecta / SVR: Sin Valor de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica /<LD menor al límite de detección (<0.01 mg/L),* Valores referenciales del agua potable NB-512

Analista: Limachi Nelly


Dra. Maria O. Torrez T
Bioquímica-Farmacéutica
Jefe de Laboratorio de Bromatología



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Anexo N. Informe de resultados laboratorio de bromatología V3 en pruebas fisicoquímicas.

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
SALUD (SELADIS)
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
Resolución Ministerial No.017 7 Decreto Supremo No. 25729

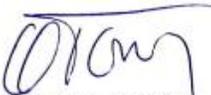
	INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	CODIGO: 10424	
Informe N°:	176 /2022		
Producto:	LECHE DE BURRA Código : V3		
Marca:	S/D	Razón Social	GABY ALCAZAR
Procedencia	VITA, LA PAZ		
Muestreado	GABY ALCAZAR	FECHA:	2022/11/08 HORA : 08:30
Fecha de recepción muestra:	2022/11/08	Fecha de emisión de resultados:	2022/11/21
Fecha de inicio de ensayos:	2022/11/09		

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	VALOR REFERENCIAL	METODO DE ENSAYO
SOLIDOS TOTALES	g /100g	9,83.-	SVR	GRAVIMETRÍA
PH (20°C)	--	7,39.-	SVR	POTENCIOMETRIA
DENSIDAD	g/ml	1,040.-	SVR	GRAVIMETRÍA
GRASA	g /100g	0,35.-	SVR	BARSHALL

NSD: No Se Detecta / SVR: Sin Valor de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica /<LD menor al límite de detección (<0.01 mg/L),* Valores referenciales del agua potable NB-512

Analista: Limachi Nelly


Dra. María O. Torrez T.
Bioquímica-Farmacéutica
Jefe de Laboratorio de Bromatología



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Anexo O. Informe de resultados laboratorio de bromatología V4 en pruebas fisicoquímicas.

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
 SALUD (SELADIS)
 LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
 Resolución Ministerial No.017 7 Decreto Supremo No. 25729

	INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	CODIGO: 10424	
Informe N°:	175 /2022		
Producto:	LECHE DE BURRA Código :V4		
Marca:	S/D	Razón Social	GABY ALCAZAR
Procedencia	VITA, LA PAZ		
Muestreado	GABY ALCAZAR	FECHA: 2022/11/08	HORA : 08:30
Fecha de recepción muestra:	2022/11/08	Fecha de emisión de resultados:	2022/11/21
Fecha de inicio de ensayos:	2022/11/09		

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	VALOR REFERENCIAL	METODO DE ENSAYO
SOLIDOS TOTALES	g /100g	9,02.-	SVR	GRAVIMETRÍA
PH (20°C)	--	7,16.-	SVR	POTENCIOMETRIA
DENSIDAD	g/ml	1,044.-	SVR	GRAVIMETRÍA
GRASA	g /100g	0,04.-	SVR	BARSHALL

NSD: No Se Detecta / SVR: Sin Valor de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica /<LD menor al límite de detección (<0.01 mg/L), * Valores referenciales del agua potable NB-512

Analista: Limachi Nelly


 Dra. Maria O. Torrez T.
 Bioquímica-Farmacéutica
 Jefe de Laboratorio de Bromatología



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Anexo P. Colecta de muestra zona Vita.



Anexo Q. Colecta de muestra Ceja.



Anexo R. Raza de burro, Mallorquina.



Anexo S. Frasco de vidrio neutro, cerrado herméticamente.



Nota, la imagen se consiguió de (Nescafe, s.f.)

Anexo T. Practica de laboratorio, pH.



Nota, La presente imagen marca el pH de la muestra de leche con el uso del phmetro.

Anexo U. Lista de nombre de muestra, codificación.

INSTITUCION/PROFESOR: COADJUTANTE
 NOMBRE DEL SOLICITANTE: La Paz PROVINCIA: M...
 DEPARTAMENTO: La Paz
 FECHA DE MUESTEO: 24/10/2022

PRUEBA SOLICITADA:

N°	Muestra	AREA MUESTREADA
1	SS1 choca	Senkata
2	SS2 caballo	Senkata
3	SS3 gordita 1	Senkata
4	SS4 Gordita 2	Senkata
5	F1 Mojino 1	Ceja
6	F2 Mojino 2	Ceja
7	V 1 Blanca	Puente veta
8	V 2 Negra	Puente veta
9	V 3 Pancha	Puente veta
10	V 4 Lolita	Puente veta

Anexo V. Análisis estadístico de los resultados fisicoquímicos de la leche en comparación a la leche de vaca.

Estadísticos (Análisis Físico Químico)						
Análisis	Leche de Burra			Leche de Vaca		
	n	Media	D.E.	n	Media	D.E.
Solidos totales (G/100g)	10	9,33	0,489	30	12,33	0,35
pH (20°C)	10	7,28	0,205	30	6,52	0,15
Densidad (g/mL)	10	1,037	0,005	30	1,031	0,001
Acidez Titulable	10	0,433	0,081	30	0,174	1,237
Grasa (g/100g)	10	0,18	0,132	30	3,74	0,55

Notas, los datos de leche de vaca fueron obtenidos de (Gabriela Castro Castillo, 2013)

Anexo W. Prueba de T para igualdad de medias.

Prueba de muestras independientes						
Variables de respuesta	Prueba de muestras independientes					
	t	GL	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Aerobios Mesófilos	0,742	8	0,48	44,541	-93,967	183,05
Coliformes Totales	-1,371	8	0,207	-33,208	-89,047	22,63
Staphylococcus Aureus	1,585	8	0,152	3,458	-1,572	8,489
Solidos totales (g/100g)	0,855	8	0,418	0,233	-0,396	0,863
pH (20°C)	0,283	8	0,784	0,039	-0,282	0,361
Densidad (g/ml)	-1,579	8	0,153	-0,002	-0,006	0,001
Acidez titulable	-1,604	8	0,147	-0,077	-0,187	0,033
Grasa (g/100g)	0,184	8	0,858	0,016	-0,191	0,225