

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE
SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA



**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA LECHE COMERCIALIZADA
EN EL MUNICIPIO DE TOMINA**

TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN BROMATOLOGÍA

MIRIAM MICAELA ALVARADO MENDOZA

**SUCRE - BOLIVIA
2024**

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo como requisito previo a la obtención del Diploma en Bromatología de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Miriam Micaela Alvarado Mendoza

Sucre, octubre de 2024

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta esta etapa de mi vida, disfrutar de salud para lograr mis objetivos, por darme fortaleza y guiarme en mi recorrido para terminar el presente trabajo.

Dedico de manera muy especial a mi madre Isabel Mendoza Tolavi por estar siempre a mi lado, jamás dejarme sola ni dejarme vencer, por motivarme en los estudios, por toda su confianza que depositaron en mi persona.

A mis hermanos Roberto Silvestre, Cesar Mendoza, Cristel Mendoza por estar siempre apoyándome, por sus consejos y por todo su cariño.

Al Ing. Ademar Quispe Mariscal por su constante apoyo y enseñanza en la elaboración de mi monografía.

A todos ustedes con mucho amor y cariño les dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de este trabajo.

Dedico este trabajo a las personas más importantes en mi vida y a las que me han dado fuerza y motivación para nunca rendirme.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento:

A Dios por permitirme culminar mi carrera y fortalecerme todos los días, por permitirme construir y cumplir mis sueños.

A mi madre y hermanos por brindarme un hogar cálido y enseñarme que la perseverancia y esfuerzo son el camino para lograr los objetivos. Por darme su apoyo en el transcurso de mi vida y de mis estudios, por su apoyo constante, por no permitir que me rinda y por todo ese amor que me brindan.

A la Universidad Mayor, Real y Pontificada de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Facultad de Ciencias y Tecnología, a la carrera de Técnico Superior de Industria de alimentos, a sus autoridades y a todos los docentes quienes aportaron y me transmitieron sus conocimientos y experiencias.

A los docentes del diplomado en Bromatología por transmitir sus conocimientos y experiencias hacia mi persona.

RESUMEN

La producción de leche de calidad higiénica como todo sistema productivo, resulta sumamente complejo; más aún que otros ya que el producto a manejar es extremadamente delicado afectándose mucho por la manipulación. Por esto, un factor fundamental que influye sobre el valor de aceptación universal de la leche y por ende en los beneficios económicos de los productores lecheros, es su calidad higiénica y composicional. En este contexto, el desafío para quienes trabajan en el sector lechero no solo es producir mayor cantidad de leche sino también de buena calidad.

El presente trabajo realizó el Estudio de la Calidad de Leche en el municipio de Tomina, del departamento de Chuquisaca. Efectuando un análisis mediante pruebas de laboratorio en donde se evaluaron la calidad microbiológica (coliformes totales); fisicoquímica (acidez Titulable, densidad y pH) del producto.

Todas las variables fisicoquímicas se encuentran dentro de los límites permisibles según la NB 33013 para leche cruda, y poseen una calidad composicional elevada para la transformación y rendimientos industriales. Sin embargo, este potencial se pone en riesgo por malas prácticas de higiene nivel ordeño y de los hábitos de uso de la infraestructura en lechería.

Finalmente, este proyecto recomienda implementar un Manual Técnico de Buenas Prácticas de Manipulación en el proceso de producción y Control de Calidad de la leche en el municipio, elaborado; de acuerdo al contexto de las condiciones de producción de leche en el Municipio de Tomina, que tiene una calidad composicional aceptable y que a su vez esta calidad se ve deteriorada por la baja calidad higiénica que posee.

ÍNDICE DE CONTENIDO

página

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	2
1.4 METODOLOGÍA.....	3
1.4.1 Tipo De Investigación.....	3
1.4.2 Método experimental.....	3
1.4.3 Método bibliográfico	3
1.4.3.1 <i>Análisis Documental</i>	3
1.4.5 Descripción de Muestreo	3
1.4.6 Determinación de la Acidez Titulable - Método Volumétrico	5

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL	8
2.1.1 Bases Teóricas	8
2.1.2 Definición de la leche	8
2.1.3. Características de la leche.....	8
2.1.4. Propiedades fisicoquímicas	8
2.1.4.1. <i>Acidez</i>	8
2.1.4.2. <i>Materia grasa</i>	9
2.1.4.3. <i>pH</i>	9
2.1.4.4. <i>Densidad</i>	9

2.1.4.5. Sólidos no grasos	9
2.1.5. Propiedades organolépticas	9
2.1.5.1. Color	9
2.1.5.2. Olor	10
2.1.5.3. Sabor	10
2.1.6. Composición de la leche	10
2.1.6.1. El agua	11
2.1.6.2. La lactosa	11
2.1.6.3. Grasa	11
2.1.6.4. Proteínas	11
2.1.6.5. Sales minerales	12
2.1.6.6. Vitaminas	12
2.1.6.7. Enzimas	12
2.2 MARCO CONTEXTUAL	13
3.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO	15
3.1.1 Leche vacuno	15
3.2 CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DE LOS PARAMETROS	15
3.2.1 Características Físico - Químicos:	15
3.2.2 Características Microbiológicas:	15
3.3 PROCESO DE ENSAYO	16
3.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ENSAYO	16
3.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO POR ETAPAS	17
3.5.1 Toma de muestras	17
3.5.2 Procedimiento operativo	17
3.5.2.1 Técnicas de muestreo	17
3.5.2.2 Recipientes para las muestras	17
3.6 ANALISIS FÍSICO-QUIMICO	18
3.6.1 Determinación de la acidez titulable	18
3.6.1.1 Método – Volumétrico	18
3.6.1.2 Procedimiento	18

3.6.2 Determinación del pH.....	18
3.6.2.1 Método Potenciométrico.....	18
3.6.2.2 Procedimiento:	18
3.6.3 Determinación de la densidad de la leche.....	18
3.6.3.1 Método gravimétrico	18
3.6.3.1 Procedimiento:	18
3.7 ANALISIS MICROBIOLÓGICO	19
3.7.2 Lavado de material	19
3.7.3 Preparación de material	19
3.7.4 Esterilización de material	19
3.7.5 Preparación de medios de cultivo para determinar Coliformes totales	20
3.7.4.1 Parámetros de ensayo de Coliformes Totales y Fecales (Termotolerantes).....	20
3.7.4.2 Para obtener el NMP, procedimos de la manera siguiente:	21
3.8 CONTROL DE CALIDAD	21
3.8.2 Materias primas	23
3.8.3 Producto final.....	24
3.8.3.1 Coliformes totales.....	24
3.9 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y REFERENCIAS	26
3.9.1 TABLA GENERAL	26
3.9.2 Interpretación de resultados	26
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
CONCLUSIONES	27
RECOMENDACIONES.....	28
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Composición química de la leche	10
TABLA 2: Parámetros microbiológicos en leche cruda	22
TABLA 4. Resultados obtenidos de ph de la leche fresca que se expende en los mercados del municipio de Tomina.	23
TABLA 5. Resultados obtenidos de la densidad de la leche fresca que se expende en el municipio de Tomina.	24
TABLA 6. Coliformes totales en leche fresca que se expende en mercado del municipio de tomina.	24
TABLA 7. Resultados obtenidos de los parámetros físico-químicos y coliformes totales de la leche fresca que se expende en los mercados del municipio de tomina.	26

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Determinación de acidez titulable	5
FIGURA 2: Determinación del ph.....	6
FIGURA 2: Geografía del municipio de tomina	13
GRAFICO 1. Coliformes totales en leche que se expende en mercado del municipio de tomina	25

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El municipio de Tomina cuenta con una diversidad de valles, que ha permitido que en toda su extensión se instalen centros de cría de ganado lechero. La leche viene a ser un alimento de primera necesidad en la dieta alimenticia del hombre, puesto que es una fuente abundante de calcio, vitaminas, minerales, carbohidratos y grasas la cual puede ser consumida directamente o también mediante la elaboración de diferentes productos lácteos. La tecnología lechera estudia los distintos métodos para obtener un producto en estado de máxima pureza, operaciones necesarias para transformarla dando como resultado diferentes productos lácteos de calidad, los cuales se han adaptado a los gustos y necesidades del mercado.

No puede negarse que la calidad de la leche ha cobrado una importancia considerable en los últimos años. Tanto es así, que hay una relación directa del precio de la leche con su composición químico-bromatológica, así como con su calidad higiénica. Este doble criterio de pago es tanto más importante en la actualidad por cuanto se han incrementado las ventas de productos lácteos transformados, cuyo rendimiento depende en gran manera de la composición de la leche, sin olvidarnos de corregir su carga microbiana que está determinada por las condiciones higiénicas del equipo de ordeño y de los locales implicados en esta tarea de expendio. Las exigencias en la calidad se deben a las implicaciones de índole sanitaria, nutritiva y tecnológica que representa la actividad metabólica de las bacterias en la leche. La contaminación bacteriana, además de alterar las propiedades fisicoquímicas de la leche, constituye un gran riesgo para la salud humana por la posible presencia de patógenos o sus correspondientes toxinas. Con la presente monografía se determinará la carga microbiológica y conocer su composición nutricional de leche fresca (cruda) expendida en piso que adquieren los ciudadanos en los diferentes mercados del municipio de Tomina.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Analizar parámetro microbiológico de la leche comercializada en el Municipio de Tomina

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la carga microbiana de la leche fresca que se expenden en el mercado agropecuario de Tomina.
- Determinar los principales parámetros fisicoquímicos (pH, densidad, prueba de alcohol)
- Relacionar los resultados con parámetros establecidos según la norma **NB33013**.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Justificación técnica

La presente investigación realizada es con la finalidad de conocer si existe Coliformes totales en la leche cruda del municipio de Tomina y sus características bromatológicas, así como también saber cuáles son los factores que influyen en la calidad de la leche que se expande en los mercados del municipio de Tomina.

Se pretende identificar el manejo de la producción, lechera del municipio y mejorar el manejo correcto aplicando buenas prácticas de manufacturas.

Justificación económica

La producción de leche en el municipio de Tomina representa 70% de su ingreso económico por lo tanto el trabajo contribuirá a ofrecer un producto que cumpla con mínimas condiciones de higiene y buenas prácticas de manufactura.

Justificación social

El consumo de leche en la población de Tomina tiene gran aceptación por los pobladores porque constituye un 80% de la dieta en desayunos y otros como recetas de alimentos procesados. (Pérez, 2022), se pretende aportar al consumo inocuo y se pueda mejorar calidad y la tecnificación de la producción lechera del municipio.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Tipo De Investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada porque está orientada a utilizar los conocimientos teóricos dentro del estudio y vamos a hacer la aplicación de conocimientos ya existentes en la realidad objetiva. (Martinez Montes & Solano de la Cruz, 2022).

1.4.2 Método experimental

El método del presente estudio es la búsqueda de métodos adecuados que faciliten la recopilación y el análisis de la información pertinente para el estudio. Este estudio utilizó un enfoque cuali-cuantitativo va que intenta comprender la calidad del alimento que consume cada individuo en el hogar a través de análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Además de asegurar la implementación del Manual de Procesos Higiénicos de Producción de Leche Cruda, se obtendrán materias primas de alta calidad para su industrialización. (Rendón Chicaiza, 2017).

1.4.3 Método bibliográfico

1.4.3.1 Análisis Documental

Revisión bibliográfica en libros, artículos científicos, revistas para el marco referencial de la investigación. Con el objetivo de recolectar la mayor información que respaldara la investigación. (Rendón Chicaiza, 2017).

1.4.4 Técnicas de recolección de datos

Comprenden todos los métodos aplicados en los ensayos que se aplican en búsqueda de datos en función a los procedimientos que se describen en el documento.

1.4.5 Descripción de Muestreo

Para realizar el presente trabajo de investigación, se tomó en cuenta el mercado agropecuario de Tomina, el mercado posee 3 vendedores. El trabajo de investigación se realizó con la finalidad

de determinar su análisis bromatológico y la cuantificación de microorganismos tales como bacterias coliformes totales y fecales de la leche que se expande de 3 comercializadores de leche distintos del municipio de Tomina.

Se procedió a tomar 2 muestras de los recipientes de expendio de leche fresca (cruda) en piso del mercado agropecuario del municipio de Tomina. Este procedimiento se realizó por tres veces haciendo un total de 6 muestras.

La recepción de la leche se realizó en bolsas plásticas estériles (de primer uso).

Se marcó con un código de identificación a las muestras y luego se anotó en su respectiva ficha de datos.

Las muestras fueron trasladadas a los laboratorios en un cooler con hielo, para que se mantenga a una temperatura baja de 0°C a 4°C y así retardar la multiplicación de los microorganismos de las muestras de leche cruda en piso.

Una vez llegado a los laboratorios de "CIAA", se dividió las muestras en dos partes iguales en frascos de vidrio estériles de 500 ml; un frasco con la muestra se quedó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Tecnología y la otra mitad se llevó al Laboratorio del instituto técnico de alimentos ITA en Sucre.

Todo este procedimiento se repitió cada 15 días durante el tiempo que duró el trabajo de investigación.

1.4.6 Determinación de la Acidez Titulable - Método Volumétrico

Figura 1: Determinación de Acidez Titulable



Fuente: Elaboración propia

La leche fresca, en estado normal, no contiene prácticamente ácido láctico. Al determinarse la Acidez Total (Acidez Titulable), el gasto de álcali es debido al CO_2 disuelto, fosfatos ácidos, proteínas (principalmente caseína) y citratos ácidos contenidos en la leche. El ácido láctico producido, se debe fundamentalmente a la acción de los microorganismos del tipo de los estreptococos lácticos sobre la lactosa. La leche normal y fresca tiene una acidez Titulable equivalente de 15 a 18 mL de NaOH 0,1 N (0,15-0,18 % ácido láctico).

1.4.7 Determinación de pH-Método-Potenciométrico

Figura 2: Determinación del pH



Fuente: Elaboración propia.

La medición Potenciométrica con el "pH-metro" es la más precisa; el equipo determina la diferencia de potencial entre un electrodo de vidrio y un electrodo estándar de calomel, que forman parte de un electrodo de combinación, y se calibran con soluciones amortiguadoras preparadas o comerciales de pH-metro preciso y conocido. Para la leche y sus derivados lácteos se emplea:

Solución Buffer M/15: pH = 7,0; para la zona neutra

Solución Buffer M/20: pH = 4.0; para la zona ácida

El pH normal de la leche fresca de vaca es de 6,66 como consecuencia de la presencia de caseína y de los aniones fosfórico y cítrico principalmente. Valores superiores generalmente se observan en leches con mastitis, valores inferiores indican presencia de calostro o descomposición bacteriana.

1.4.8 Análisis Microbiológico

La leche cruda fue recogida del mercado de uno de los productores del municipio en el cual se determinaron Bacterias aerobias mesófilas totales de acuerdo a la Norma Boliviana.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Bases Teóricas

“El control microbiológico de leche y productos lácteos métodos recomendados” señala que para la numeración de microorganismos aerobios mesófilas viables hay un método que se basa en la presunción de que cada célula bacteriana puede crecer en un medio de cultivo sólido formando colonias. Además, menciona que el número de bacterias aerobias mesófilas encontrado en los alimentos es uno de los indicadores microbianos de calidad de los mismos (este índice no es válido para alimentos fermentados: queso, leches fermentadas, yogurt, mantequilla). (María Ratto , 2004)

2.1.2 Definición de la leche

La leche es un líquido limpio y fresco, producto higiénico, obtenido de la segregación de las glándulas mamarias de vacas sanas, exento de calostro y sustancia neutralizantes, conservantes y libres de inhibidores. Sin ningún tipo de adición y extracción. (Manzano, 2017).

2.1.3. Características de la leche

La leche de vaca deberá presentar aspectos normales, estará limpia y libre de calostro, preservadores, antibióticos, colorantes, materias extrañas, sabores u olores extraños.

La leche se obtendrá de vacas acreditadas como sanas es decir libre de toda enfermedad infecciosa tales como tuberculosis, brucelosis y mastitis. A partir del momento de obtención de la leche se la somete a filtración y enfriamiento.

2.1.4. Propiedades fisicoquímicas

2.1.4.1. Acidez

La acidez es probablemente uno de los parámetros más importantes, el cual controla la calidad en el proceso de la leche. La leche actúa como “Buffer”, que es un sistema químico que resiste los cambios en la concentración de los iones de hidrógeno bajo condiciones internas y externas.

Uno de los análisis comunes de la leche fresca y de los productos fermentados, es la acidez titulable, la cual mide la cantidad de álcali necesario para llevar el pH 8.4 (empleando fenolftaleína como indicador). El resultado es tradicionalmente expresado por una cantidad equivalente de ácido láctico.

2.1.4.2. *Materia grasa*

Las grasas son compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno, con predominio de hidrógeno y que se incluyen en un grupo más general (lípidos). La grasa de la leche está compuesta sobre todo por grasas neutras (triglicéridos) con algunos lipoides (fosfolípidos, carotenoides, tocoferoles, aldehídos, etc.), aunque en pequeña proporción, tienen una gran influencia en la elaboración de productos lácteos, ya que contribuyen a su aroma y color. La grasa encuentra en la leche en una suspensión de pequeños glóbulos de dimensiones variables de 0.1 a más de 20 micras. (Madrid, , 1990).

2.1.4.3. *pH*

El pH nos indica la concentración real de iones hidrógeno e hidroxilos presentes en la leche y por consecuencia la actividad bacteriana del mismo, la leche tiene un pH cercano a la neutralidad (6.6. y 6.8), en general tiene una actividad que tiende a acidificarse, por consecuencia de las proteínas y los aniones fosfórico y cítrico.

La diferencia entre el pH y la escala Dornic es que el pH nos indica la acidez real existente en ese momento, mientras que la indicación de acidez Dornic, se ha transformado en ácido láctico, el pH y la acidez Dornic coinciden.

2.1.4.4. *Densidad*

La densidad de la leche es la cantidad de sólidos suspendidos por cada litro de leche (peso de la leche).

2.1.4.5. *Sólidos no grasos*

Sólidos no grasos se refiere a la cantidad de proteínas, azúcar y minerales contenidos en la leche.

2.1.5. *Propiedades organolépticas*

La calidad de la leche se define por sus aspectos químicos, microbiológicos y organolépticos (color, sabor, olor, aspecto), así como por su valor nutritivo.

2.1.5.1. *Color*

La leche fresca es de color blanco a porcelana, presenta una cierta coloración crema cuando es muy rica en grasa, debida en parte al caróteno en la grasa de la leche de vaca. La leche descremada o muy pobre en contenido graso presenta un blanco con ligero tono azulado. La

intensidad de color se debe al mayor o menor contenido de grasa, caseína (proteína de la leche), carótenos (colorantes que se encuentran en la hierba verde).

2.1.5.2. Olor

Cuando la leche es fresca casi no tiene un olor característico, pero adquiere con mucha facilidad el aroma de los recipientes en los que se le guarda; una pequeña acidificación ya le da un olor especial al igual que ciertos contaminantes.

2.1.5.3. Sabor

La leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce, dado por su contenido de lactosa. Por contacto, puede adquirir fácilmente el sabor de hierbas. 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. (Desconocido, 2016)

2.1.6. Composición de la leche

El interés por conocer los constituyentes de la leche en que está en un alimento de primera necesidad, para determinar su valor nutritivo es necesario conocer la clase de nutrientes y la cantidad en que se encuentren en ella.

Tabla 1: Composición química de la leche

Componente	Porcentaje
Agua	87,0
Lactosa	4,8
Grasa	4,0
Proteína	3,5
Sales minerales	0,7
TOTAL	100

Fuente: Control e higiene de alimentos “Larrañaga Coll Juan”

2.1.6.1. El agua

La leche registra un promedio de agua del 80-87%. En ella se contienen las vitaminas hidrosolubles, la lactosa y algunas sales minerales. En esta agua se encuentran los otros componentes en diferentes formas de solución.

Las sales y la lactosa se encuentran disueltas en el agua, formando una solución verdadera. A este nivel se disuelven los componentes de la leche solubles en agua, entre los que se incluyen vitaminas tales como complejo B y C.

2.1.6.2. La lactosa

La lactosa (azúcar de la leche) es la fuente principal de carbohidratos de la leche, le confiere su sabor dulce característico. Está formada por glucosa y galactosa.

La lactosa tiene fuertes enlaces, además de estar unidos a los triglicéridos y demás lípidos. Esto crea enlaces lo suficientemente fuerte para resistir cambios de temperatura hasta 100°C (que es cuando comienza a evaporar).

Por la acción de bacterias lácticas, la lactosa fermenta dando ácido láctico:



Lactosa Ácido láctico

La lactosa está compuesta de glucosa y galactosa. Las bacterias lácticas pueden transformar la lactosa en ácido láctico.

2.1.6.3. Grasa

La grasa de la leche se presenta en forma de emulsión y está compuesta principalmente por triglicéridos como: Ácido butírico, capríónico, láurico, palmítico, esteárico y oleico entre otros.

La leche con alto contenido de grasa es cremosa y suave y produce una mayor cantidad de mantequilla y queso, contienen más vitaminas liposolubles tales como A, D y E, además de constituir una buena fuente de energía.

2.1.6.4. Proteínas

Desde el punto de vista nutricional de la leche representa una invaluable fuente de proteínas de alta calidad por estar compuestas por la mayoría de aminoácidos esenciales. Estas están

constituidas principalmente por la caseína Lactoalbumina y Lactoglobulina, constituyen el 3-4% de la leche, cabe destacar la caseína que constituye el 80% de toda la proteína de la leche.

2.1.6.5. Sales minerales

La leche es una fuente excelente para la mayoría de los minerales requeridos para el crecimiento de lactante. La digestibilidad del calcio y fósforo es generalmente alta, en parte debido a que se encuentran asociados con la caseína de la leche. La leche contiene importantes minerales como el calcio y fósforo que son esenciales para el crecimiento y fortalecimiento de los huesos. También se encuentran en pequeñas cantidades el hierro, yodo, potasio, cloro, magnesio, zinc.

Pero de entre todos ellos destaca el calcio por su alto contenido, hasta el punto que confiere a la leche en la principal fuente de este mineral imprescindible para la vida.

2.1.6.6. Vitaminas

Las vitaminas de la leche están agrupadas en liposolubles e hidrosolubles:

- Las vitaminas liposolubles son: Vitamina A, la vitamina D, la vitamina E y la vitamina K. ▪
- Las vitaminas hidrosolubles son: Vitaminas de complejo B y la vitamina C.

Las vitaminas de la leche son susceptibles a destruirse por diversos factores de tratamientos térmicos, acción de la luz, oxidaciones, etc.

Algunas de las vitaminas de la leche presentan una propiedad altamente favorable para la industria; tal es el poder antioxidante que exhibe a la vitamina A, procarótenos, vitamina C y vitamina E o tocoferoles. Este poder antioxidante contribuye a proteger la grasa de la leche oxidante.

2.1.6.7. Enzimas

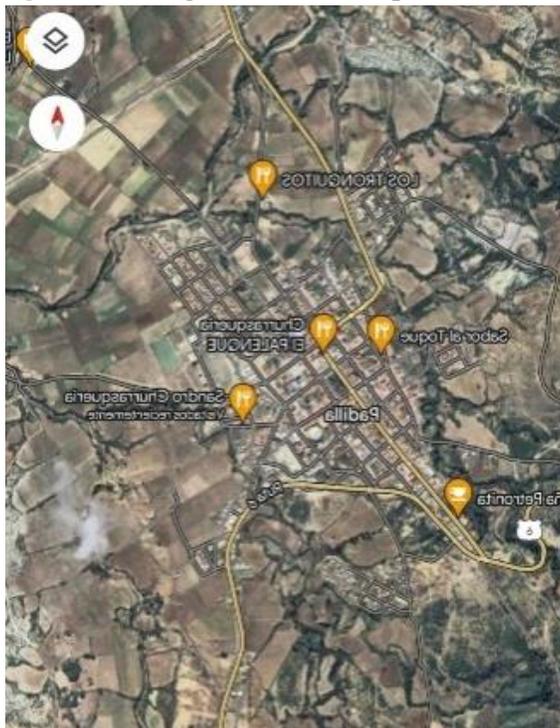
Son sustancias químicas secretadas por las células que estimulan reacciones químicas sin formar parte del compuesto resultante; también se les conoce como catalizadores orgánicos o bioquímicos, son específicos y su actividad depende del pH y temperatura.

Las enzimas juegan un papel importante en la industria láctea ya que algunas de ellas son responsables de la degradación del producto como por ejemplo la lipasa, que ocasiona la rancidez; otras ayudan a controlar el calentamiento de la leche en la zona de pasteurización,

como la fosfatasa; algunas tienen acción bactericida y protegen la leche inmediatamente después del ordeño, tal como la lactoperoxidasa y la lisozima. (Ruiz, , 2016).

2.2 MARCO CONTEXTUAL

Figura 2: Geografía del municipio de Tomina



Fuente: Google maps

El municipio de Tomina limita al norte con la provincia de Belisario Boeto y parte de la provincia Zudáñez, al sur con las provincias Azurduy y Hernando Siles, al este con la provincia Luis Calvo y parte de la provincia Hernando Siles, al Oeste con la provincia Zudáñez y parte de la provincia Azurduy. En términos de municipios, limita al norte con el municipio de Mojocoya, al sur con el municipio de Sopachuy y Alcalá, al este con el municipio de Villa Serrano y Padilla, al oeste con el municipio de Zudáñez

La extensión del municipio de Tomina tiene una superficie de 725 Km², este dato representa un espacio territorial del 18,36 % sobre el total de superficie de la Provincia Tomina que posee

3.947 Km². La superficie está formada por colinas, serranías, laderas, pie de montes, terrazas, ríos y quebradas.

La provincia de Tomina es una provincia al sur de Bolivia, ubicada en la parte central del departamento de Chuquisaca y que tiene como capital a la localidad de Padilla. Cuenta con una población de 35.556.

CAPÍTULO III
DESARROLLO

3.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO

3.1.1 Leche vacuno

Según (Magareños , 2000), la leche cruda es el producto de las secreciones glandulares de vacas que gozan de buena salud y alimentación; las mismas que tienen temporadas de reposo, están libres de calostro y cumplen con las normativas técnicas de calidad desde el punto de vista fisicoquímico y microbiológico.

Desde el punto de vista biológico, "la leche es un producto estéril que cumple con los requerimientos nutritivos del lactante de la especie homóloga sin ningún tipo de contaminación física o química" (Corbellini, , 2018).A esto se añade, que la leche se constituye en el alimento más completo que consume el ser humano a cualquier edad.

3.2 CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DE LOS PARAMETROS

3.2.1 Características Físico - Químicos:

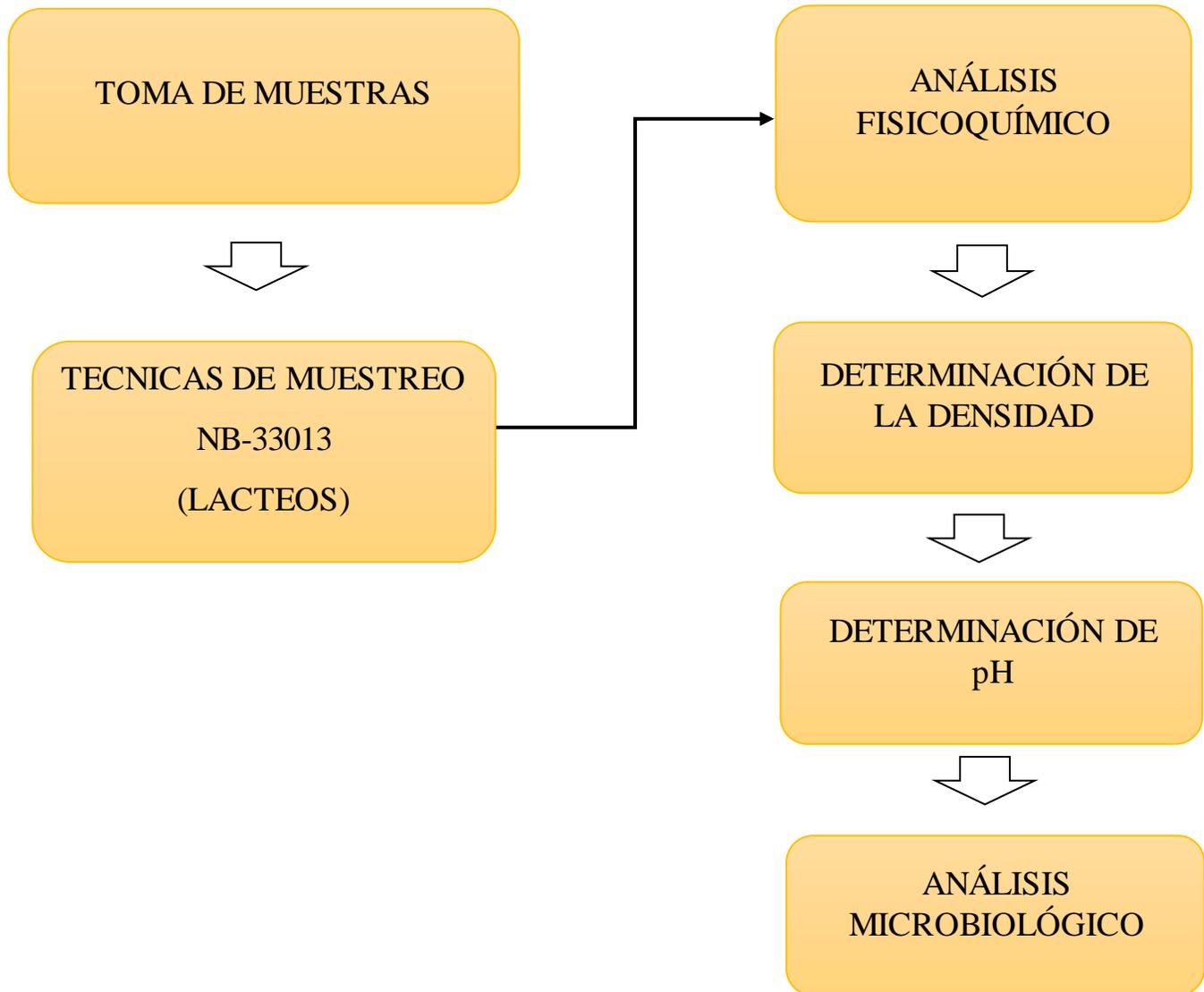
- a) Debe poseer un pH mínimo de 6,6 a 6,8
- b) Debe poseer una acidez mínima de 0,15 a 0,18.
- c) Densidad a 15 ° C, mínima de 1,028 a 1,034.
- d) Prueba del alcohol no coagulable.

3.2.2 Características Microbiológicas:

- a) Coliformes 1000 UFC/mL como máximo.

3.3 PROCESO DE ENSAYO

3.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ENSAYO



Fuente: elaboración propia

3.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO POR ETAPAS

3.5.1 Toma de muestras

La Toma de muestras se realizó de acuerdo a las especificaciones de la NB -199.

3.5.2 Procedimiento operativo

3.5.2.1 Técnicas de muestreo

El muestreo se realiza de forma tal, que se obtengan muestras representativas del producto. Para ello, previa extracción de las muestras, estas deben ser perfectamente mezcladas y homogenizadas. Para la toma de muestras contenida en recipientes pequeños (Contenedores de leche: Tachos para el almacenamiento de capacidad promedio 50 L.), se emplea un agitador (émbolo o cuchara, capacidad mínima de 85 mL), con las dimensiones apropiadas y cuya longitud se debe ajustar a la profundidad del recipiente.

La agitación y mezcla de la leche contenida en recipientes grandes (Tanques de Refrigeración de capacidad promedio: 1200 L), se lleva a cabo mediante la agitación mecánica durante el tiempo necesario (5 min), para que dos muestras tomadas en dos diferentes puntos del tanque den la misma composición. Las muestras también pueden tomarse a través de la válvula de salida del tanque dejando entre cada toma un intervalo razonable de tiempo (5 min.).

3.5.2.2 Recipientes para las muestras

Los recipientes para muestras y los dispositivos de cierre deben estar fabricados con materiales adecuados para proteger la muestra, sin causarle a esta ninguna modificación que influya en los resultados de los análisis o exámenes posteriores.

Las muestras son tomadas inmediatamente después de la agitación en recipientes aséptico (plástico de polipropileno, provistos de un sistema de cierre apropiado). El volumen de muestra (300 mililitros), está en función al requerimiento para los posteriores análisis sensorial, fisicoquímico y microbiológico, la capacidad de los recipientes para las muestras es tal que prácticamente debe llenarse con la muestra y de esta manera permita mezclar bien el contenido antes del análisis, evitando el batido durante el transporte.

3.6 ANALISIS FÍSICO-QUIMICO

3.6.1 Determinación de la acidez titulable

3.6.1.1 Método – Volumétrico

Acidez titulable equivalente de 15 a 18 ml de NaOH 0,1 N (0.15 – 0.18 % Ácido Láctico).

3.6.1.2 Procedimiento

Medir 9 ml de la muestra preparada y vaciar en un vaso de precipitado, añadir 5 gotas de solución de fenolftaleína, titular con Hidróxido de Sodio NaOH 0,1 N, hasta un cambio de coloración rosado, leer en la bureta el volumen de solución empleada.

3.6.2 Determinación del pH

3.6.2.1 Método Potenciometrico

Esta determinación lo realizamos con el potenciómetro (pH – metro)

3.6.2.2 Procedimiento:

- Se homogenizo la muestra.
- Se vertió 10 ml de la muestra en un vaso de precipitación.
- Se introdujo el electrodo cuidadosamente a la muestra y directamente en el potenciómetro se dio la lectura.

3.6.3 Determinación de la densidad de la leche

3.6.3.1 Método gravimétrico

Esta determinación se realizó por el método del Lactodensímetro (15°C) de Quevenne que se sumergió al contenido de solidos disueltos en la leche.

3.6.3.1 Procedimiento:

- Se homogenizo la muestra se vertió 250 ml de leche por la pared de la probeta de 250 ml.
- Se tomó la temperatura de la leche.
- Se introdujo el Lactodensímetro hasta descender y estabilizar por completo.
- Realizamos la lectura en la escala graduada.

- Se procedió a la corrección de la densidad tomando en cuenta si la temperatura de la leche está por encima o debajo de los 15°C con el factor de corrección 0.0002.

3.7 ANALISIS MICROBIOLOGICO

3.7.1 Bioseguridad

Se considera que los materiales y los reactivos que se utilizaran donde estas deben estar previamente con tratamientos que garantice los resultados en los análisis a continuación se describen los procedimientos:

Utilizar barreras de protección, cofia, mandil barbijo y guantes desechables sin dejar de lado el lavado de manos y demás técnicas.

3.7.2 Lavado de material

Todo el material a ser utilizado debe ser lavado con detergente neutro, enjuagado con agua corriente por 7 veces y con agua destilada por dos. Realizar el control del lavado con gotas de fenolftaleína para verificar a verificar la ausencia de residuos de detergente. Llevar a la estufa de desecación para que el material elimine el agua de enjuague.

3.7.3 Preparación de material

El material lavado preparar de la siguiente manera:

- Matraces Erlenmeyer con tapón de algodón y gasa cubiertos con capuchón de papel madera y sujeto con pita cordel.
- Cajas Petri envueltas en papel madera.
- Pipetas envueltas en papel madera o en sobres de cartulina y papel madera.
- Tubos de ensayo con tapón de algodón

3.7.4 Esterilización de material

Todo el material debidamente preparado colocar en la autoclave y esterilizar a 121°C (15 libras de presión), por 30 minutos. Transcurrido el tiempo, llevar a la estufa de desecación hasta la eliminación de restos de agua.

3.7.5 Preparación de medios de cultivo para determinar Coliformes totales

Todos los medios de cultivo que se utilizan deben ser preparados siguiendo las especificaciones del envase. Una vez preparados y distribuidos adecuadamente identificados, estos deben ser esterilizados a 121°C (15 libras de presión), por 30 minutos.

3.7.4.1 Parámetros de ensayo de Coliformes Totales y Fecales (Termotolerantes)

Procedimiento:

- Se determinó por la técnica o método del número más probable (NMP)
- Recuento de Coliformes totales.
- Preparamos las muestras de leche de acuerdo al procedimiento recomendado por el NMP.
- Pipeteamos 1mL de cada dilución decimal de la muestra a cada uno de tres tubos de Caldo Lauril Sulfato Triptosa.
- Incubamos los tubos a 35–37 °C por 24 y 48 horas.
- Después de 24 horas, se anotó los tubos que mostraron producción de gas.
- Reincubamos los tubos que no mostraron producción de gas en las 24 horas adicionales.
- Después de 48 horas, procedimos a anotar los tubos que mostraron producción de gas.
- Efectuamos pruebas para la determinación de coliformes, seleccionamos los tubos gas-positivos y continuamos con el procedimiento descrito en el método 1 en la siguiente sección de Determinación de Bacterias Coliformes de Origen Fecal.
- Luego seleccionamos las diluciones más elevadas en la que los tres tubos son positivos para la producción de gas y las siguientes dos diluciones más altas.
- Confirmamos que los tubos de Caldo Lauril Sulfato Triptosa seleccionados en el tubo 6 son positivos para bacterias Coliformes, transferimos con un asa de cada tubo a tubos conteniendo CLVBB o por aislamiento en placas con Agar Eosina Azul de Metileno o Agar Endo. Incubamos los tubos confirmatorios durante 24 y 48 horas a 35–37 °C y anotamos la formación de gas. La formación de gas confirmó la presencia de bacterias coliformes. Observamos las colonias típicas de coliformes en los medios sólidos confirmatorios después de 24 y 48 horas a 35–37 °C. La formación de colonias negras

o con centro negro o la formación de colonias mucosas rosada- naranja en Agar Eosina Azul de Metileno confirmó la presencia de coliformes.

- En forma similar, los coliformes formaron colonias rojas rodeadas de halo rojo en Agar Endo.
- Anotamos el número de tubos confirmados de cada dilución como bacterias coliformes positivo.

3.7.4.2 Para obtener el NMP, procedimos de la manera siguiente:

- Determinamos para cada una de las tres diluciones seleccionadas, el número de tubos que dieron un resultado confirmatorio de coliformes. Nos referimos la tabla del NMP y anotamos el NMP basándonos en los niveles de dilución de la muestra y el número de tubos positivos confirmados de cada dilución seccionada.
- Recuento de Coliformes fecales (Termotolerantes):
De los tubos gas positivos (10-2, 10-3, 10-4) del Caldo Lauril se inoculo tres asas en 20 tubos con campanas que contenía el Caldo EC, estos tubos se llevaron a incubar a baño María a una temperatura de $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ por 48 horas, luego de haber pasado las 48 horas se observó los tubos en busca de producción de gas, en dichos tubos no se produjo gas, determinándose que no hay contenido de coliformes fecales.

3.8 CONTROL DE CALIDAD

3.8.1 Criterios de calidad según normativa del (SENASAG) para la inocuidad alimentaria

Parámetros microbiológicos en leche cruda y productos lácteos: De gran implicancia para la inocuidad alimentaria del producto. Los Parámetros microbiológicos en leche cruda y en productos lácteos, se influyen, entre otros, por los siguientes factores: la salud de la glándula mamaria (ubre), las buenas prácticas de higiene (limpieza) aplicadas por el personal en el proceso de obtención de leche y las buenas prácticas de manufactura en las plantas lecheras para productos lácteos y derivados, las buenas prácticas agrícolas aplicadas en la alimentación animal.

Los cuadros 3 y 4 nos muestran estos parámetros, además de la interpretación de su presencia:

Tabla 2: Parámetros microbiológicos en Leche Cruda

MICROORGANISMOS	Leche Fresca		SIGNIFICADO
	Unidad	Especificación	
Cuenta total de Bacterias Mesofílicas Aerobias (BMA)	UFC/ml	Clase 1 < 100.000 Clase 2 101.000 a 300.000 Clase 3 301.000 a 599.000 Clase 4 600.000 a 1.200.000	Posibilita la valoración de la calidad higiénico sanitaria de la leche y se relaciona directamente con los siguientes factores: <ul style="list-style-type: none"> • La calidad del agua en el predio lechero, • La higiene en el ordeño, • El aseo personal del ordeñador, • Lavado e higienización de los equipos y utensilios que están en contacto con la leche, • El enfriamiento de la leche
Conteo de células Somáticas	CCS/ml	Clase 1 < 400.000 Clase 2 401.000 a 500.000 Clase 3 501.000 a 749.000 Clase 4 750.000 a 1.000.000	Expresa el grado de inflamación de la glándula mamaria; debida a la mastitis clínica, y fundamentalmente las provocadas por la mastitis de tipo sub clínica (en promedio, por cada caso clínico, existen de 20 a 40 sub clínicos). Las alteraciones producidas por las mastitis se manifiestan por: <ul style="list-style-type: none"> • Problemas tecnológicos por cambios en la composición de la leche (reducción de calcio, fósforo, proteína y grasa, e incrementos de cloro y sodio) • Reducen la calidad y la cantidad de la leche. • La aplicación de antibióticos para su tratamiento es una preocupación industrial, por cuanto ponen en riesgo la salud pública. • Disminución de la capacidad de coagulación de las proteínas. • Defectos en las características sensoriales del producto terminado • Son reservorios de organismos que conducen a infecciones de otras vacas.
Recuento de bacterias termodúricas	UFC/ml	Leche de buena calidad 200 UFC/ml	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadoras de la higiene del equipo de ordeño (pezoneras, mangueras, codos y uniones de goma viejas), el ambiente, ubres sucias y mal higienizadas. • Este grupo de bacterias se obtiene luego de someter la leche a una temperatura de 63°C durante 30 minutos en el laboratorio, es decir, resisten la pasterización.

Fuente: NMX-F-700-COFOCALEC-2004.

3.8.2 Materias primas

Tabla 3 Acides titulable

LUGAR DE VENTA Mercado Agropecuario	Acides titulable	LIMITE %	NB 33013
(M1) Fausta Calvimontes	0.14	0.13-0.18	
(M2) Bonifacio Mendoza	0.15	0.13-0.18	

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la acides titulable de la (M1) tiene la diferencia de 0.4% en relación al máximo permisible, con respecto a la (M2) tiene una diferencia de 0.3% con relación al máximo permisible. Por lo tanto, ambas muestras se encuentran dentro de los parámetros establecidos de la norma.

Tabla 4. Resultados obtenidos de pH de la leche fresca que se expende en los mercados del municipio de Tomina.

LUGAR DE VENTA Mercado Agropecuario	pH	LIMITE	NB 33013
(M1) Fausta Calvimontes	6.7	6.6-6.8	
(M2) Bonifacio Mendoza	6.8	6.6-6.8	

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la interpretación que la (M1) tiene la diferencia de 0.1 en relación al máximo permisible, con respecto a la (M2) tiene una diferencia de 0 con relación al máximo permisible. Por lo tanto, ambas muestras se encuentran dentro de los parámetros establecidos de la norma.

Tabla 5. Resultados obtenidos de la densidad de la leche fresca que se expende en el municipio de Tomina.

LUGAR DE VENTA Mercado Agropecuario	DENSIDAD	LIMITE Rango	NB
(M1) Fausta Calvimontes	1.029	1.028-1.034	NB 230
(M2) Bonifacio Mendoza	1.028	1.028-1.034	NB 230

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la interpretación que la (M1) tiene en densidad la diferencia de 0.5 en relación al máximo permisible, con respecto a la (M2) tiene una diferencia de 0,6 con relación al máximo permisible. Por lo tanto, ambas muestras se encuentran dentro de los parámetros establecidos de la norma

3.8.3 Producto final

3.8.3.1 Coliformes totales

Tabla 6. Coliformes totales en leche fresca que se expende en mercado del municipio de Tomina.

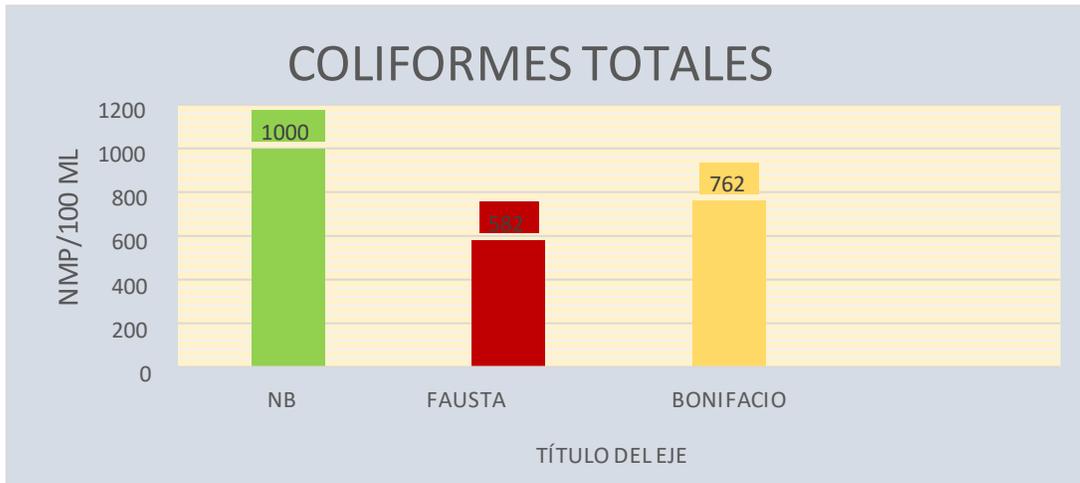
LUGAR DE VENTA Mercado Agropecuario	COLIFORMES TOTALES NMP/100ml	LIMITE	NB
Fausta Calvimontes	582	1000	SENASAG
Bonifacio Mendoza	762	1000	SENASAG

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5 se observa los promedios de Coliformes totales de la leche siendo de 432, 598 UFC/ ml. Lo que nos indica que los valores de Coliformes totales de los diferentes Mercados son heterogéneos.

El valor máximo de bacterias Coliformes totales es de 1000. Esto nos indica que las leches del Mercado Agropecuario son aptas para consumo humano.

Grafico 1. Coliformes Totales en leche que se expende en mercado del municipio de Tomina.



Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia que en relación a la gráfica los Coliformes totales en relación a la UFC/mL se encuentran bajo la norma en donde la M1 tiene una diferencia de 418 UFC/mL en relación al máximo permisible y la M2 tiene 238 UFC/mL UFC/mL menos que el máximo permisible.

3.9 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y REFERENCIAS

3.9.1 TABLA GENERAL

Tabla 7. Resultados obtenidos de los parámetros físico-químicos y coliformes totales de la leche fresca que se expende en los mercados del municipio de Tomina.

PARAMETROS	MUESTRAS	RESULTADOS	LIMITE PERMISIBLE MÍNIMO Y MÁXIMO	
pH	M1	6.7	6.6 -6.8	
	M2	6.8		
Prueba de alcohol	M1	Negativo	Negativo	
	M2	Negativo	Negativo	
Densidad	M1	1.029	1.028-1.034	
	M2	1.028		
Acides Titulable	M1	0.14	0.13-0.18	
	M2	0.15		
COLIFORMES TOTALES NMP/100ml	M1	582	Clase 1 < 100.000	SENASAG
			Clase 2 101.000 a 300.000	
			Clase 3 301.000 a 599.000	
			Clase 4 600.000 a 1.200.000	
	M2	762		

Fuente: Elaboración propia.

3.9.2 Interpretación de resultados

Los resultados obtenidos fueron comparados con los valores mínimos que recomienda la Norma Técnica Boliviana de Leche (NB 33013) y otros autores que han realizado investigaciones, así como autores de otros países que tiene investigaciones sobre el análisis bromatológico y microbiológico de la leche fresca. Considerando leche de buena calidad a la que tenga o supere los estándares mínimos que recomienda la Norma Boliviana y leche de mala calidad la que presenta valores inferiores a las que indica dicha Norma.

Por lo tanto, según la clasificación del sistema de control de inocuidad microbiana (SENASAG) la leche pertenece a la Clase 3 donde sugiere un límite permisible y un máximo como se ve en la tabla.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Se pudo cumplir con los objetivos planteados además complementar los conocimientos y fortalecer criterios bromatológicos que contemplan técnicas de análisis para garantizar el consumo, se logró controlar la leche fresca e idéntica los puntos de muestreo y técnicas de muestreo aplicando interpretaciones que reflejen la normativa Boliviana **NB 33013**, para el ensayo y **SENASAG** para la interpretación de la clasificación de la leche en donde se obtuvieron los siguientes resultados: en piso que se vende en el Mercado Agropecuario tiene en promedio una densidad de 1.029 g/ml y un pH de 6.7 lo que indica que se encuentra dentro de los estándares de la Norma Boliviana y de algunos autores citados.

La leche proveniente del Mercado Agropecuario contiene 980 NMP/ml de Coliformes Totales, por lo tanto, pertenece según (SENASAG) a la clase 3, así como también contiene un porcentaje bajo en las siguientes propiedades fisicoquímicas: proteína 3.1%, minerales 0.61%, lactosa 3.68% y un pH de 6.7%, considerándose una leche buena, apta para el consumo.

En las muestras de leche analizada de los dos comerciantes que venden leche en el municipio de Tomina no se encontró Coliformes fecales. Se logró cumplir los objetivos planteados en el presente trabajo en su totalidad.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar análisis de parámetros complementarios nutricionales.
- Recomendar a la Facultad de Ciencias y Tecnología en las carreras de técnicos superiores como Industria de la Alimentación y Química Industrial que se continúe haciendo trabajos de investigación sobre la calidad de la leche fresca que se expende en piso mediante análisis microbiológico y bromatológicos etc.
- Fomentar campañas de higiene, de control sanitario a los diferentes productores, vendedores y consumidores para contribuir a producir leche de buena calidad.
- Recomendar una inspección continua por parte de las autoridades de la Municipalidad Provincial de Tomina, en el control de la calidad de leche para el consumo humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Departamento de Planificación y Evaluación Institucional. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. (2021). *Directrices Específicas y Operativas de Formulación del POA. Cronograma de Formulación. Objetivos de Gestión Institucionales, Específicos, Catálogo Básico de Indicadores*. Obtenido de <https://usfx.bo/>

Dirección de Planificación. Ministerio de Economía y Finanzas Bolivia. (2020). *Formulación del POA*. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=i&rc=j&q=&src=s&source=web&cd=&ved=0CAIQw7AJahcKEwjoiZWz7-7_AhUAAAAAHQAAAAQAw&url=https%3A%2F%2Frepositorio.economiaymas.gov.bo%2Fdocumentos%2FDGPLA%2FTutorial%2520de%2520Formulaci%25C3%25B3n%2520del%2520POA_Transcrip

Facultad de Ciencias y Tecnología. (marzo de 2006). *Revista Informativa de la Facultad de Tecnología. 1*, 120. Sucre, Bolivia: Imprenta Editorial Tupac Katari.

Facultad de Ciencias y Tecnología. (03 de 2023). *Documentación Administrativa Facultad de Ciencias y Tecnología*. Sucre, Bolivia.

LARRAÑAGA. J.; CARVALLO, M0.; RODRIGUEZ. (1999). “Control e Higiene de los Alimentos”. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U. Madrid. España.

LUQUET M. F, BOMNJEAN-LINCZOWSKI Y., KEILLING J., (1991) “Leche y Productos Lácteos Vaca – Cabra – Oveja (La Leche de la mama a la Lechería) “. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España.

PEARSON’S COMPOSITION AND ANALYSIS OF FOODS, Ninth Edition (1999) COMPAÑIA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A. Mexico D: F.

INSTITUTO BOLIVIANO DE NORMALIZACION Y CALIDAD (2009) “Productos Lácteos- Leche cruda y fresca - Requisitos” NB – 33013

LERCHE M., Trad. ESAIN ESCOBAR J. (1969) “Inspección Veterinaria de la Leche” Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España

AMIOT J. Trad. ORIA ALMUDI R. (1991) “Ciencia y Tecnología de la Leche, Principios y aplicaciones”. Editorial Acribia S.A. Zaragoza España.

ALAI S Ch. Trad. LACASA GODINA A. (1971) “Ciencia de la Leche, Principios de Técnica Lechera”, Compañía Editorial Continental, S.A.

PRIMO YÚFERA CARRASCO Y DERRIÉN. E. (1980) “Productos para el Campo y Propiedades de los alimentos. TECNOLOGIA QUIMICA Y AGROINDUSTRIAL” Editorial Continental. S.A. Madrid España.

FENNEMA, O. R. (1992) “Química de los Alimentos” Ed. Acribia, Zaragoza,

SANTOS MORENO A. (1987) “Leche y sus Derivados” 1º Edición, Editorial Trillas, D.F.,

FAO. “COMITÉ CIENTIFICO PARA LA ALIMENTACION “(1992)

MADRID A., CENZANO I., Y VICENTE J.M. (1994) “Nuevo Manual de Industrias Alimenticias” Editorial: A. Madrid Vicente Ediciones, Madrid España.

“LACTOLOGIA INDUSTRIAL” (1975) Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España

FELLOWS PETER, (1994) “Tecnología del Procesado de los Alimentos; Principios y Prácticas”, Editorial Acribia S.A., Zaragoza España.

FRANCIS KEATING P., GAONA RODRÍGUEZ H. (1986). “Introducción a la Lactología”, Editorial Limus, S.A. de C.V., Mexico D.F.

PEREZ GAVILÁN J., J.P. (1995). “Bioquímica y Microbiología de la Leche “; Editorial Limusa S.A. de C.V., Grupo Noruega editores, Mexico D.F.

MOSSEL D.A.A., MORENO GARCIA B. (1992). “Microbiología de los Alimentos, Fundamentos ecológicos para garantizar y comprobar la inocuidad y la calidad de los Alimentos”, Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España.

PINTO M., HOUBRAKEN A. (1976) “Métodos de Análisis Químicos de Leche y Productos Lácteos”, Centro Regional de Capacitación en Lechería de FAO, Santiago, Chile.

THE NEW ZEALAND FARMER, “Manual para la Obtención de Leche de Calidad”, Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay.

KIRK R.S., SAWYER R. Y EGAN H. (1996). “Composición y Análisis de los Alimentos de Pearson”. Segunda Edición, Compañía Editorial continental, S.A. de C.V., México.

Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería para América Latina

PIL ANDINA S.A. (1997) “Calidad de la Leche “, Boletín Agropecuario, Departamento Agropecuario, La Paz , Bolivia, Boletín N°2.

PIL ANDINA S.A. (1997) “Manejo de la Leche “; Boletín Agropecuario, Departamento Agropecuario, La Paz , Bolivia, Boletín N°3.

JAMES N. MILLER, JANE C. MILLER, (2002) “Estadística y Quimiometría para química Analítica”, Pearson Educación, S.A. Madrid,

MURRAY R. SPIEGEL Ph.D. (1977) “Teoría y Problemas de probabilidad y estadística” MacGraw-Hill. Mexico S.A. 4ta Ed. De C.V.

MICHELE M. BURLEW. (2005), “SAS. GUIDE TO REPORT WRITING, Examples” 2da. Ed.

ANEXOS 1 La recepción de la leche se realizó en bolsas plásticas estériles (de primer uso).



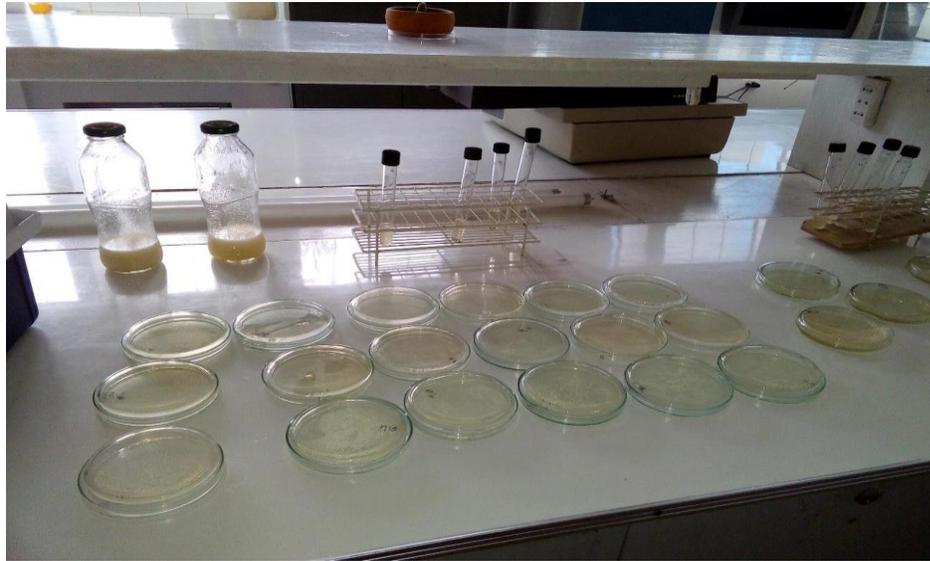
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2 Se marcó con un código de identificación a las muestras y luego se anotó en su respectiva ficha de datos.



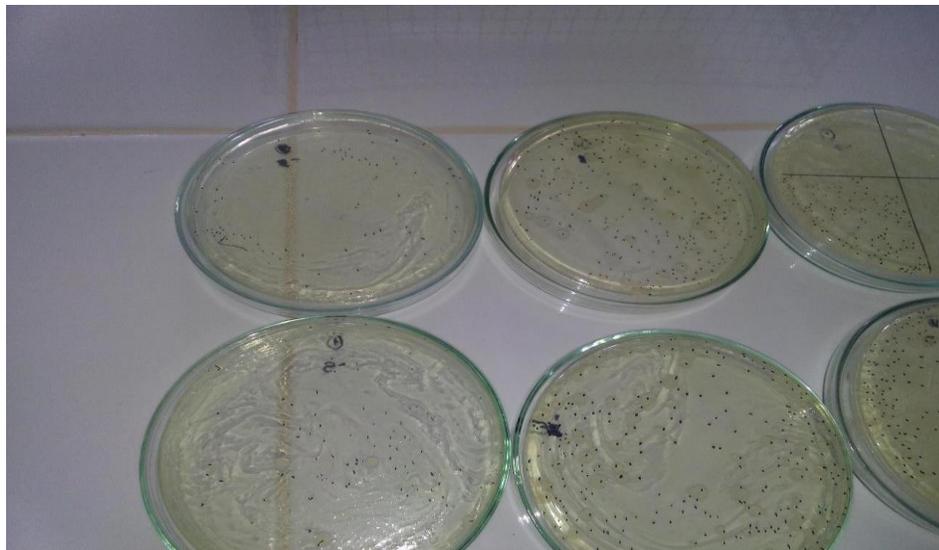
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3 Incubamos los tubos a 35—37 °C por 24 y 48 horas.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4 Verificación de desarrollo de colonias



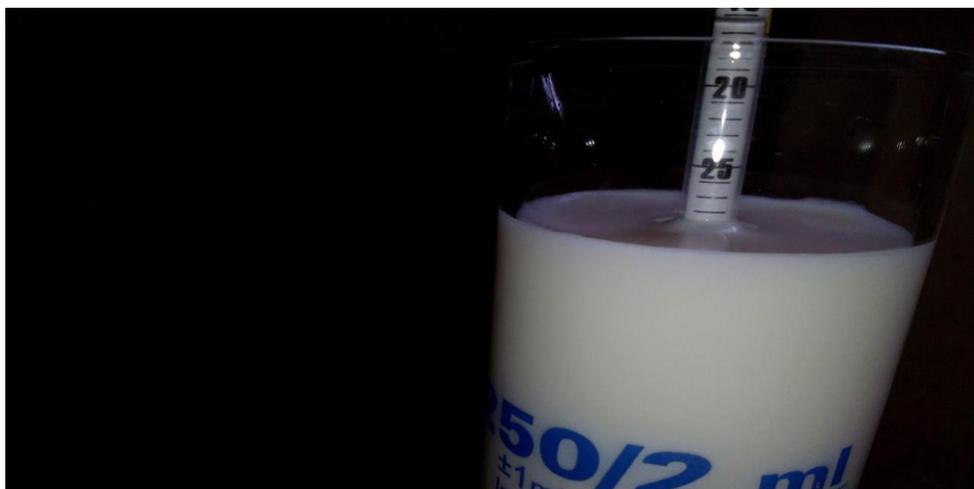
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5 Caldo nutritivo



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6 Se introdujo el Lactodensímetro hasta descender y estabilizar por completo.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7 Realizamos la lectura en la escala graduada.



Fuente: Elaboración propia.