



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

### **CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN EL CANTÓN SIGCHOS”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médica  
Veterinaria

**Autora:**  
Viteri Esquivel Nicole Giuliana

**Tutor:**  
Beltrán Romero Cristian Fernando

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2024**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Viteri Esquivel Nicole Giuliana, con cédula de ciudadanía No. 1719985382, declaro ser la autora del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN EL CANTÓN SIGCHOS”**, siendo Doctor Mg. Cristian Fernando Beltrán Romero tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 16 de agosto del 2024

Nicole Giuliana Viteri Esquivel  
C.C: 1719985382  
**ESTUDIANTE**

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **VITERI ESQUIVEL NICOLE GIULIANNA**, identificada con cédula de ciudadanía **1719985382** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN EL CANTON SIGCHOS”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: mayo 2020 – septiembre 2020

Finalización de la carrera: abril – agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: Mvz. Cristian Fernando Beltrán Romero, Mg.

Tema: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN EL CANTON SIGCHOS”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 16 días del mes de agosto del 2024.

Nicole Giuliana Viteri Esquivel

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

**LA CEDENTE**

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA L ECHE EN EL CANTÓN SIGCHOS”**, de Viteri Esquivel Nicole Giuliana, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 16 de agosto del 2024

MVZ. Cristian Fernando Beltrán Romero, Mg.  
C.C: 0501942940  
**DOCENTE TUTOR**

## **AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Viteri Esquivel Nicole Giuliana, con el título del Proyecto de Investigación: “**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE DEL CANTÓN SIGCHOS**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 16 de agosto del 2024

Mvz. Alison Cristina Simancas Racines, Mg.

C.C: 0503001000

**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**

Mvz. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr .

C.C: 1722547278

**LECTOR 2 (MIEMBRO)**

Dr. Rafael Alfonso Garzon Jarrin, PhD .

CC: 0501097224

**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido importantes en la realización de mi tesis.*

*En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fuerza y sabiduría, para poder culminar con mis estudios.*

*Agradezco a todos los docentes que me enseñaron durante toda la carrera, para ser una buena futura profesional.*

*Nicole Giuliana Viteri Esquivel*

## **DEDICATORIA**

*Dedico mi tesis con todo mi cariño y gratitud a las personas que han sido un pilar fundamental en mi vida y durante mis estudios.*

*A mis padres, Klever y Melania, por su amor incondicional, su apoyo constante y por haberme enseñado el valor del esfuerzo y la perseverancia. Su confianza en mí ha sido mi mayor motivación.*

*A mi ma, Mercedes, por su afecto y su respaldo en cada etapa de este camino. Su presencia y apoyo han sido invaluable.*

*A mis abuelitos, Fidel, Claudina y Melania, por sus sabias palabras y por los valores que me han sido transmitidos.*

*A mi abuelito, Eduardo, el cual me apoyaba cuando más lo necesitaba y me daba ánimos de seguir luchando a pesar de todo. Se que desde el cielo me cuidas como lo hacías junto a mí.*

*A mis hermanos, Ismael y Emilio, por apoyarme cuando más lo necesitaba.*

*Agradezco a todos mis tíos y tías, que siempre me apoyaron para que de lo mejor de mí*

*A todos ustedes, mis más profundo agradecimiento y amor.*

***Nicole Giuliana Viteri Esquivel***

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE DEL CANTÓN SIGCHOS”.

**Autora:**

Viteri Esquivel Nicole Giuliana

#### RESUMEN

El presente trabajo investigativo fue realizado en el sector norte del cantón Sigchos provincia de Cotopaxi, el cual enfrenta una problemática en la calidad de la leche que es producida en la región. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la calidad de la leche en el sector norte del cantón Sigchos, considerando parámetros como densidad, acidez, contenido de grasa, sólidos no grasos, proteína, lactosa, pH, conductividad, valor de congelación y agua añadida. El sector de La Y presentó la densidad más alta (1,030), mientras que Triunfo Grande tuvo la más baja (1,021), valor que no cumple con los estándares INEN. Las diferencias en densidad pueden atribuirse a la variación en la composición de sólidos y grasa en la leche, influenciada por factores como temperatura y almacenamiento. En lo referente al contenido de grasa, no se encontraron diferencias significativas entre los sectores, aunque Jatunloma (4,8%) y Triunfo Chico (4,29%) superaron los estándares internacionales. El análisis de sólidos no grasos mostró que Triunfo Grande (9,08%) y La Y (8,98%) cumplen con la normativa INEN, mientras que Colestambo (7,7%) quedó por debajo del estándar mínimo. El estudio de la proteína reveló que Jatunloma (3,54%) y Triunfo Grande (3,43%) están cerca del promedio esperado (3,5%), mientras que Colestambo (2,29%) presentó un valor bajo, posiblemente influenciado por la dieta y la suplementación proteica. En cuanto a la conductividad y el pH, no se encontraron diferencias significativas, aunque sectores como La Y y Triunfo Chico presentaron valores altos, sugiriendo problemas de salud animal o prácticas de manejo inadecuadas. En conclusión, la calidad de la leche en el cantón Sigchos varía según el sector, con diferencias en densidad, acidez y contenido de grasa.

**Palabras clave:** Densidad, Acidez, Mastitis.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

**THEME: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE DEL CANTÓN SIGCHOS”.**

**Author:**

Viteri Esquivel Nicole Giuliana

### ABSTRACT

The current research project was carried out in the northern sector of the Sigchos town, province of Cotopaxi, which faces a problem in the quality of the milk that is produced in the region. The main objective of this research was to evaluate the quality of milk in the northern sector of the Sigchos town, considering parameters such as: density, acidity, fat content, non-fat solids, protein, lactose, pH, conductivity, freezing value and added water. The La Y sector showed the highest density (1,030), while Triunfo Grande had the lowest (1,021), a value that does not comply with INEN standards. Differences in density can be attributed to variation in the composition of solids and fat in milk, influenced by factors such as temperature and storage. Regarding fat content, no significant differences were found between the sectors, although Jatunloma (4.8%) and Triunfo Chico (4.29%) exceeded international standards. The analysis of non-fatty solids showed that Triunfo Grande (9.08%) and La Y (8.98%) comply with the INEN regulations, while Colestambo (7.7%) fell below the minimum standard. The protein study revealed that Jatunloma (3.54%) and Triunfo Grande (3.43%) are close to the expected average (3.5%), while Colestambo (2.29%) showed a low value, possibly influenced by diet and protein supplementation. Regarding conductivity and pH, no significant differences were found, although sectors such as: La Y and Triunfo Chico presented high values, suggesting animal health problems or inadequate management practices. In conclusion, the quality of milk in the Sigchos town varies according to the sector, with differences in density, acidity and fat content.

**Keywords:** Density, Acidity, Mastitis

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DECICATORIA .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
1.INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2.JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3.BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
<b>3.1 Beneficiarios directos</b> .....	3
<b>3.2 Beneficiarios indirectos</b> .....	3
4.EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....	3
5. OBJETIVOS:.....	4
<b>5.1General</b> .....	4
<b>5.2Específicos</b> .....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
7.1. Leche .....	6
<b>7.1.1 Historia de la leche</b> .....	6
<b>7.2. Sector lácteo y consumo de leche de vaca a nivel mundial</b> .....	6

7.2.1 Sector lácteo en el Ecuador .....	7
7.3. Definición de Leche .....	7
7.4. Usos de la leche .....	7
7.5. Composición de la leche .....	8
7.5.1. Composición física- química de la leche .....	8
7.5.2. Composición química de la leche .....	8
7.5.2.1. Proteínas .....	9
7.5.2.2. Componente graso .....	10
7.5.2.3. Elementos minerales .....	10
7.5.2.4 Vitaminas .....	11
7.5.2.5 Acidez Titulable .....	11
7.6. Propiedades físicas .....	11
7.7. Propiedades organolépticas .....	13
7.8. Calidad de la leche .....	14
7.8.1. Indicadores de Calidad .....	14
7.8.2. Calidad Higiénica .....	14
7.8.3 Factores que alteran la calidad química de la leche cruda .....	15
7.8.4. Enfermedades .....	15
7.8.4.1. Células Somáticas .....	16
7.8.4.2. Función de las Células Somáticas .....	16
7.8.4.3. Recuento de células Somáticas .....	16
7.8.4.4. Reducción de la producción de la leche .....	17
7.8.4.5 Motivo de un recuento de Células Somáticas elevado .....	17
Mastitis .....	17
Fase de lactancia .....	17
Lesiones en la glándula mamaria .....	17
Variaciones fisiológicas .....	18

<b>Frecuencia de ordeño</b> .....	18
<b>Estrés</b> .....	18
<b>Numero de vacas o cuartos afectados</b> .....	18
Métodos para realizar conteo de Células Somáticas .....	18
<b>Observación de la glándula mamaria y palpación</b> .....	18
<b>Pruebas biológicas</b> .....	18
<b>California Mastitis Test (CMT)</b> .....	18
7.9 Métodos y equipos para el análisis de leche cruda .....	19
<b>7.9.1 Ekomilk</b> .....	19
<b>7.9.2. Lactodensímetro</b> .....	19
<b>7.9.3 Prueba de estabilidad de la leche</b> .....	20
7.10 Procedimientos de Muestreo .....	20
<b>7.10.1 Toma de muestra de leche cruda</b> .....	20
8. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS: .....	21
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	21
<b>-Cuantitativo</b> .....	21
<b>-Cualitativo</b> .....	21
<b>9.2.- Área de investigación</b> .....	21
9.4 Instrumentos de la investigación .....	23
9.4.1.- Fase de campo .....	23
9.4.2.- Fase de laboratorio .....	25
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	26
11. IMPACTOS .....	37
12. CONCLUSIONES.....	38
13. RECOMENDACIONES .....	39
14. Bibliografía.....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras 1Densidad por sectores.....	26
Gráfico 2Contenido de Grasa en la leche comparación entre sectores.....	27
Gráfico 3Solidos no grasos comparación entre sectores .....	28
Gráfico 4Proteína comparación entre sectores .....	29
Gráfico 5Lactosa de la leche comparación entre sectores .....	30
Gráfico 6Conductividad de la leche comparación entre sectores .....	31
Gráfico 7pH de la leche comparación entre sectores .....	32
Gráfico 8Valor de congelación de la leche comparación entre sectores .....	33
Gráfico 9Agua añadida en la leche comparación entre sectores .....	34
Gráfico 10Mastitis en la leche comparación entre sectores .....	35
Gráfico 11. Acidez en la leche comparación entre sectores .....	36

## **1.INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del Proyecto:**

Evaluación de la calidad de la leche en el cantón Sigchos

**Fecha de inicio:** 23 de octubre 2023

**Fecha de finalización:** 26 de julio de 2024

**Lugar de ejecución:**

Sector norte, Cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi sector norte

**Facultad que auspicia:**

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:**

Carrera de medicina Veterinaria

**Proyecto de vinculación:**

Salud y bienestar animal del proyecto de vinculación de la provincia de Cotopaxi

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor:** MVZ. Cristian Fernando Beltrán Romero, Mg

**Autor:** Viteri Esquivel Nicole Giuliana

**Área de Conocimiento:** Ciencias de la vida

**Línea de investigación:** Producción y biotecnología animal

**Sub líneas de investigación de la Carrera:** Producción animal y nutrición

## **2.JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) del Ecuador, la producción diaria de leche cruda del país en 2020 fue aproximadamente 6,15 millones de litros; esta es una actividad importante para una población de aproximadamente 1,2 millones. Además, la industria láctea representa aproximadamente el 4% del producto interno bruto (PIB) de los productos agrícolas, lo que refleja su capacidad económica y exportadora. Según datos del IRS, la industria láctea creció un 10,92% interanual en septiembre de 2021 (1).

La evaluación de la calidad de la leche en el cantón Sigchos, específicamente en el sector norte, es de gran relevancia por su alta producción y baja calidad del producto, por diversas razones que abarcan aspectos sanitarios, económicos y sociales, del sector, la producción de leche es un pilar fundamental en la economía.

Por lo cual es necesario mejorar la calidad de la leche mediante esta investigación para tomar medidas de ordeño, almacenamiento y transporte, que puede aumentar su valor en el mercado, debido a su calidad buena lo que beneficia directamente a los productores locales y consumidores, contribuyendo al desarrollo económico de la región.

La evaluación de la calidad de la leche proporciona la oportunidad de identificar y promover buenas prácticas en la producción láctea, incluyendo aspectos como la higiene en la manipulación, el bienestar animal y la gestión ambiental. Esto contribuye a la sostenibilidad de la industria y ayuda a minimizar impactos negativos en el entorno.

Además, la realización de la evaluación de calidad de la leche puede servir como una herramienta educativa. Sensibilizar a los productores, trabajadores del sector y consumidores de la importancia de la calidad de la leche puede mejorar la toma de decisiones y fomentar una mayor responsabilidad en toda la cadena de producción.

En resumen, la evaluación de la calidad de la leche en el cantón Sigchos, especialmente en su sector norte, se justifica no solo por razones de salud pública y cumplimiento normativo, sino también por su impacto positivo en el desarrollo económico local, la sostenibilidad agrícola y la conciencia comunitaria.

### **3.BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

#### **3.1 Beneficiarios directos**

Los beneficiarios directos dentro de la investigación son los productores de leche del cantón Sigchos del sector norte.

#### **3.2 Beneficiarios indirectos**

Los beneficiarios indirectos de la investigación serán las microempresas del cantón Sigchos y también las empresas que se encuentran en la provincia de Cotopaxi. De igual forma serán los consumidores de productos lácteos.

### **4.EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:**

El cantón Sigchos en la provincia de Cotopaxi, Ecuador, enfrenta una problemática significativa en cuanto a la calidad de la leche que es producida en la región. Aunque la producción de leche es una fuente importante de ingresos y alimento para la comunidad, se ha notado una falta de información específica sobre la calidad de esta. Dicha brecha de información se ve afectada a los productores como también a los consumidores, de igual manera a las autoridades responsables de la regulación y control de la seguridad alimentaria.

A pesar la existencia de estudios generales sobre la calidad de la leche en el país, so se han realizado investigaciones detalladas y específicas sobre la leche en el cantón Sigchos.

La inexistencia de datos precisos y actualizados sobre parámetros cruciales como la composición nutricional, la contaminación microbiológica, y otros indicadores de calidad, es un limitante de la capacidad de tomar decisiones basadas en evidencia. Dicha falta de información es un impedimento de la implementación de estrategias eficaces para mejorar la calidad de la leche y el garantizar la seguridad alimentaria en la región.

Como bien se sabe la salud del ganado es uno de las causas mas importantes que afectan de forma directa a las propiedades de la leche. El índice de enfermedades como la mastitis, problemas nutricionales y deficiencias en el manejo sanitario son variables que afectan a la calidad de la leche, aumentando la presencia de contaminantes microbiológicos y lo que también afectan en su composición nutricional.

Sin una evaluación específica de la salud del ganado, no es posible identificar ni abordar estas problemáticas de manera efectiva.

La falta de una evaluación detallada sobre la salud animal y su relación con la calidad de la leche dificulta la implementación de medidas de control adecuadas. Sin datos precisos sobre el

estado sanitario del ganado, es difícil diseñar e implementar intervenciones efectivas para la mejora de la calidad de la leche y garantizar la salud pública.

La calidad de la leche influye directamente en la capacidad de los productores para desarrollar y expandir la industria láctea. Los problemas de salud animal afectan en la calidad de la leche pueden limitar la producción de derivados lácteos, restringiendo las oportunidades de crecimiento y expansión en el mercado.

## **5. OBJETIVOS:**

### **5.1 General**

Evaluar la calidad de la leche de los pequeños productores en el sector norte del cantón Sigchos-Cotopaxi.

### **5.2 Específicos**

- Evaluar la densidad y acidez de la leche mediante el uso de lactodensímetro y alcohol.
- Identificar la presencia de mastitis en la leche por medio de california mastitis test (CMT).
- Analizar los parámetros de contenido de grasa, sólidos no grasos, proteína, lactosa, conductividad de la leche, pH, valor de congelación, agua agregada.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

<b>OBJETIVO 1</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>Evaluar la densidad y acidez de la leche mediante el uso de lactodensímetro y alcohol.</b>	-Medición de la densidad de la leche.	-Utilización de lactodensímetro para medir la densidad de la leche.	-Obtención de la densidad de la leche, lo que permite inferir su calidad, posible adulteración y características fisicoquímicas.
<b>OBJETIVO 2</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>Identificar la presencia de mastitis en la leche por medio de california mastitis test (CMT).</b>	-Realizar el test de Mastitis (CMT).	-Obtención de muestras de leche de cada tanque. -Colocar la leche en las cavidades de la paleta.	- Identificar de los tanques de leche afectados por mastitis subclínica.
<b>OBJETIVO 3</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>Analizar los parámetros de contenido de grasa solidos no grasos, proteína, lactosa, conductividad de la leche, pH, valor de congelación, agua agregada.</b>	-Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de la leche.	-Utilización del analizador Ekomilk	-Obtención de datos precisos sobre la composición de la leche, lo cual es esencial para evaluar su calidad nutricional, detectar adulteraciones y asegurar que cumple con los estándares de producción.

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **7.1. Leche**

#### **7.1.1 Historia de la leche**

La evidencia más antigua del consumo de leche se remonta a hace unos 9.000 años, cuando se encontró mantequilla en antiguos fragmentos de cerámica de mica encontrados cerca de lo que hoy es el Mar de Mármara en Turquía. En sociedades primitivas como la de Çatalhöyük, que es el modelo de la Turquía moderna, la leche formaba parte de la nutrición. En uno de los cuencos del Neolítico tardíamente examinados en la zona se encontró que contenía productos lácteos mezclados con residuos de semillas como cebada. La leche parece haber sido el alimento principal de los antiguos pastores que vivían en rebaños de ovejas, cabras y ganado vacuno. Los científicos que estudiaron placas antiguas descubrieron que la gente bebía leche de cabra hace 6.000 años en el este de África, donde el pastoreo era realmente bueno. Desde sus orígenes en la actual Turquía, la producción lechera y el pastoreo se extendieron al Cáucaso y luego a Europa. Uno de los signos más antiguos de elaboración de queso se remonta al año 1000 a. C. en el centro de Polonia. Fue encontrado en una pieza de cerámica con forma de tamiz que data del milenio antes de Cristo. Hace unos 3.000 años, en la Edad del Bronce, la gente alimentaba a los bebés con leche. Investigadores de la Universidad de Bristol en el Reino Unido analizaron expresiones de animales y huesos encontrados en la tumba de un niño alemán y encontraron evidencia de ganado lechero (2).

#### **7.2. Sector lácteo y consumo de leche de vaca a nivel mundial**

Se sabe que la leche y los productos lácteos juegan un papel importante en la alimentación porque brindan nutrientes esenciales a lo largo de la vida y, en algunos casos, previenen enfermedades. Los hábitos y volúmenes de consumo de productos lácteos varían significativamente según la ubicación geográfica y las tradiciones culturales. La Unión Europea, Nueva Zelanda y los Estados Unidos son históricamente los países con los mayores consumidores per cápita de productos lácteos. Sin embargo, Asia es donde se consumen los mayores volúmenes de productos lácteos en términos absolutos, lo que equivale a casi el 50% del total de productos lácteos consumidos. El consumo mundial de lácteos sigue aumentando. Se sabe que la leche y los productos lácteos juegan un papel importante en la alimentación humana porque brindan nutrientes esenciales a lo largo de la vida y, en algunos casos, previenen enfermedades. Los hábitos y volúmenes de consumo de productos lácteos varían significativamente según la ubicación geográfica y las tradiciones culturales. La Unión

Europea, Nueva Zelanda y los Estados Unidos son históricamente los países con los mayores consumidores per cápita de productos lácteos. Sin embargo, Asia es donde se consumen los mayores volúmenes de productos lácteos en términos absolutos, lo que equivale a casi el 50% del total de productos lácteos consumidos. El consumo mundial de lácteos sigue aumentando (3).

### **7.2.1 Sector lácteo en el Ecuador**

En 2021, había 72 empresas que operaban en el sector ganadero, creando 752 puestos de trabajo. La mayor concentración de empresas está en Pichincha (40 %), Azuay (13 %) y Guayas (11 %). En el sector manufacturero hay 109 empresas, principalmente en Guayas (32 %) y Pichincha (28 %). En 2021, la producción de leche en Ecuador fue de 5.699.046 litros. La provincia de Pichincha concentró el 18% de la producción nacional, seguida de Azuay con el 14%. La provincia de Cotopaxi produjo 599.506 litros, es decir, el 11% de la producción nacional. De esta producción, el 75% se destinó a la venta en forma líquida; este año, la producción de leche disminuyó en un 7% respecto al 2020. En febrero de 2023, el precio de la leche era de 0,41 USD por litro, un 5% superior al de febrero de 2021. El sector de transformación de productos lácteos registró un Valor Agregado Bruto de 238,07 millones de dólares en 2022, lo que corresponde al 0,34% del Producto Interior Bruto (PIB) total (4).

### **7.3. Definición de Leche**

#### **Leche de vaca**

Es un líquido blanco y opaco que se produce cuando una vaca lechera sana es ordeñada en buenas condiciones físicas y sin estrés. Es el producto segregado por las glándulas mamarias de las hembras mamíferas y se utiliza para alimentar a las crías durante los primeros meses de vida. Esta es una mezcla compleja compuesta de grasas, proteína, lactosa, minerales, vitaminas y entre otros componentes menor solución (5).

### **7.4. Usos de la leche**

En Ecuador, la producción e industrialización de la leche y sus derivados genera alrededor de 1400 millones de dólares al año, lo que representa el 1% del PIB y el 4% del sector. Además, esta industria genera empleo a más de un millón de familias que se dedican a esta actividad. De los 5,5 millones de litros de leche cruda que es producida al día en el país, alrededor de dos millones se utilizan en la industria formal para un buen procesamiento, lo que representa cerca del 46% de la producción diaria del país. El producto que resta se vende en el mercado informal para evitar pérdidas, pero no se asegura de su calidad e inocuidad (6).

## **7.5. Composición de la leche**

La leche de vaca sigue siendo un componente esencial de la dieta de los humanos. La fracción proteica, que incluye caseína, proteínas del suero y proteínas de la membrana lipídica, y la fracción lipídica, que incluye como principal a los ácidos grasos saturados monoinsaturados y poliinsaturados, son sus principales componentes nutricionales. Se ha observado que la concentración de grasa y la composición de ácidos grasos en la leche varían entre las especies y dentro de una misma especie. La grasa de la leche la podemos encontrar en forma de microesferas en una emulsión de grasa y agua. El contenido de grasa de la leche oscila entre el 3,5 a 4,7% en la leche de vaca Holstein, y la relación grasa/proteína es de 1,05 a 1,18 (7).

### **7.5.1. Composición física- química de la leche**

Biológicamente, la leche es una secreción de las hembras de los mamíferos para satisfacer la necesidad nutricional de los recién nacidos durante sus primeros meses de vida. El calostro, una solución cremosa de color amarillo y concentrada de grasas, vitaminas, proteínas y, especialmente, inmunoglobulinas y anticuerpos, es el primer fluido producido por la glándula mamaria. Las vacas que pastan sin supervisión médica producen alrededor de 3 litros de leche al día después de 2-3 días y durante 9-10 meses de lactancia, mientras que las vacas en condiciones óptimas producen hasta 25 litros de leche al día. La leche, que contiene más de cien sustancias en forma de solución, suspensión o emulsión, se sabe que es compleja y muy organizada. La lactosa, es el principal hidrato de carbono que se encuentra en la leche, las vitaminas hidrosolubles y diversas sales del suero están presentes en solución. Como dispersión coloidal, la caseína, una de las proteínas lácteas más abundantes, se dispersa en forma de una serie de partículas sólidas demasiado pequeñas para permanecer en suspensión y que se denominan micelas de caseína, proteínas del suero y fosfatos de calcio. Por último, los glóbulos grasos y otros lípidos se encuentran en forma de emulsiones. Muchos factores, incluida la raza, la edad, la fase de lactancia, la estación del año, la alimentación, el momento del ordeño, el tiempo entre el ordeño, las condiciones fisiológicas, si el animal está tranquilo o nervioso, su estado de salud y si ha recibido tratamiento, afectan la composición química de la leche. Mientras que la lactosa es el componente más común del extracto sólido, se sabe que el agua es uno de los componentes que más se encuentra en la leche (8).

### **7.5.2. Composición química de la leche**

La raza de la vaca, el estado de lactancia, la alimentación y la estación del año afectan mucho la composición de su leche. Sin embargo, algunas condiciones son extremadamente estables y pueden utilizarse para determinar si la composición de la leche está adulterada. La leche es un

producto muy duradero y sus propiedades pueden verse rápidamente alteradas por temperaturas extremas, acidez, pH o deterioro microbiano. La leche es una combinación estable de grasas, proteínas y otros sólidos en agua (9).

#### **7.5.2.1. Proteínas**

El contenido proteínico en la leche es del 3,5% y varía entre el 2,9% y el 3,9%. Las proteínas de la leche son una mezcla de muchas fracciones proteicas diferentes con distintos pesos moleculares. Las proteínas se dividen en dos grupos principales: las caseínas, que constituyen el 80%, y las proteínas del suero, que constituyen el 20%.

##### **-Caseína**

Es una de las proteínas más abundante y también la más característica de la leche, ya que no se encuentra en otros alimentos. Además de la albúmina y de la globulina, existen tres tipos de caseína ( $\alpha$ -,  $\beta$ - y Kapa-caseína). Su valor biológico de la caseína en los alimentos se debe a su contenido en aminoácidos esenciales, que son separados de la parte acuosa por las enzimas como la renina y las quimiocinas. El comportamiento de los diferentes tipos de caseína en la leche con diferentes tratamientos térmicos, diferentes valores de pH y diferentes concentraciones de sal que son responsables de las propiedades de los diferentes tipos de queso y formas lácteas.

##### **-La albúmina**

Proteína de la leche que sigue a la caseína y constituye aproximadamente el 0,5%. La caseína es relativamente estable cuando se expone al calor, mientras que la albúmina se desnaturaliza fácilmente cuando se calienta. Por lo tanto, la mayoría de las proteínas del suero se destruyen cuando se calientan a altas temperaturas.

##### **-Las globulinas**

Son proteínas de alto peso molecular que se preforman en la sangre. Algunas de ellas pueden formarse en las células del parénquima mamario. Las globulinas son la proteína más variable durante la lactancia, constituyendo entre el 9 y el 16% de la proteína total, que es la proporción que se encuentra en el calostro, descendiendo a varias milésimas de esta proporción al final de la lactancia (10).

### **7.5.2.2. Componente graso**

Las grasas lácteas, que representan aproximadamente el 3% de la leche, se producen principalmente en las células secretoras de la glándula mamaria. La capa de fosfolípidos rodea las microesferas y evita que la grasa se agrupe y se separe de la fracción acuosa. La luz, el oxígeno y las enzimas como la lipasa pueden alterar la grasa láctea. La hidrólisis oxidativa produce peróxidos, aldehídos, cetonas y ácidos grasos libres, que alteran el sabor y producen un gusto aceitoso o rancio. El contenido de grasa puede variar en función de factores como la raza y las prácticas de alimentación y permanece constante durante los diferentes períodos de lactancia. Por otro lado, puede haber una disminución del porcentaje solo en el calostro. El estado de salud de la ubre tiene un impacto y los procesos inflamatorios o infecciosos disminuyen significativamente (10).

### **7.5.2.3. Elementos minerales**

Se sabe que la leche de vaca contiene sodio, potasio, magnesio, fósforo, fluoruros y yodo. Se sabe que otras sustancias, como el aluminio, el molibdeno y la plata, están presentes en trazas. La membrana de los glóbulos lipídicos contiene concentraciones más altas de los siguientes elementos: zinc, calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo y manganeso. Algunos metales, particularmente los alcalinos y los halógenos, pueden encontrarse libremente en solución como iones. Sin embargo, la caseína contiene la mayor parte del calcio. La disociación iónica contiene solo un tercio del magnesio y del calcio. El citrato tiene una media de 2,3 g/litro, junto con el cloruro y el fosfato. El contenido de calcio y fósforo en la lactancia disminuye primero y luego vuelve a aumentar ligeramente. El contenido de potasio disminuye, mientras que el contenido de sodio aumenta. La época del año influyó en el contenido de calcio. Por otro lado, el contenido de magnesio es prácticamente constante. La cantidad de cobalto es crucial porque es esencial para la síntesis de la vitamina B12, que es vital tanto para los seres humanos como para los animales. La concentración de cobre en la leche de las vacas que pastan en llanuras ácidas es más baja, oscilando significativamente entre 0 y 89 mg/litro. La leche en cobre es más baja durante la estación seca que durante la estación lluviosa. La concentración de elementos minerales suele verse alterada por trastornos excretorios, enfermedades metabólicas y otras afecciones médicas. Un bajo nivel de calcio, lo que resulta en una pérdida de las propiedades de coagulación de la leche, suele ser el primer signo de un trastorno excretor (10).

#### **7.5.2.4 Vitaminas**

La leche contiene vitaminas como C, B12, B2, B1, A, K, D, E, carotenos, biotina y ácido fólico, cuyas concentraciones varían significativamente. El calostro es muy rico en vitaminas, lo que contiene de 5 a 7 veces más vitaminas C y de 3 a 5 veces más vitaminas D, B2 y E que la leche en su estado normal. Esto también está influenciado por la época del año y la alimentación. Este último factor tiene un impacto particular en los carotenos y la vitamina A debido a la ingestión abundante de carotenos debido a que la base de la alimentación son forrajes frescos (10).

#### **7.5.2.5 Acidez Titulable**

La acidez titulable de la leche se refiere tanto a la acidez natural como a la desarrollada y se define como la cantidad de hidróxido de sodio necesaria para neutralizar los grupos ácidos. Esta acidez se puede representar en varias unidades, como el porcentaje de ácido láctico (%La), los grados Soxhlet Henkel, los grados Dornic. Cada una de estas unidades corresponde a un proceso de titulación de productos lácteos específico. Los grados Soxhlet Henkel: se utilizan con frecuencia en Europa Central y se obtienen titulando 100 mL de leche con una solución de 0.25 de NaOH y utilizando fenolftaleína como indicador (11).

### **7.6. Propiedades físicas**

La leche de vaca tiene varias propiedades físicas, las cuales le hacen un alimento único y esencial en muchas dietas. Algunas de las propiedades físicas son:

#### Densidad

La densidad en la leche de vaca por lo general varía entre 1.028 y 1.035 g/cm<sup>3</sup> a 15° C. La medición se puede ver influenciada por varios factores, incluyendo la raza de la vaca, su alimentación, y el contenido de grasa y sólidos no grasos en la leche (12).

Algunos de los factores que pueden afectar a la densidad:

#### -Contenido de grasa

La grasa es menos densa que el agua, por lo que una mayor cantidad de grasa reduce la densidad de la leche (13).

#### -Sólidos no grasos

Se ven incluidos proteínas, lactosa y minerales. Un mayor contenido de sólidos no grasos va a incrementar la densidad (13).

#### -Temperatura

La densidad de la leche se encuentra disminuida ligeramente con el aumento de la temperatura (14).

-Temperatura de producción

La leche se produce a una temperatura corporal del animal, la cual es aproximadamente entre 37-38° C. Esta es la temperatura ideal para la extracción, aunque no para su almacenamiento (15).

Importancia de la densidad de la leche:

-Calidad del producto

Debido a que la densidad es un indicador de la calidad de la leche. La presencia de una densidad anormal puede ser indicativo de adulteración o problemas en la salud de la vaca (16).

-Procesamiento de Productos Lácteos

La densidad afecta en la elaboración de queso, yogurt y entre otros productos, debido a que influye en la separación de la crema y el rendimiento del producto final (17).

Acidez

Es un parámetro crucial en la evaluación de la calidad y frescura de la leche. Los principales aspectos relacionados con la acidez de la leche incluyen:

-Acidez Titulable: mide la cantidad de ácidos libres presentes en la leche y se expresa generalmente en grados Dornic o como porcentaje de ácido láctico. Los valores normales de acidez titulable oscilan entre 15-18° D o 0.15-0.18% de ácido láctico (18).

-pH: indica la concentración de iones de hidrógeno en la leche. Se tiene como valor normal del pH de la leche varía entre 6.6-6.8 (18).

Punto de congelación

Este se encuentra alrededor de -0.53° C a -5.55° C. Este valor puede variar ligeramente dependiendo de la composición de la leche, que se ven incluidos factores como el contenido de grasa, lactosa y sales minerales (19).

Algunas de las importancias del punto de congelación como:

-Detección de Adulteración

La adición de agua a la leche se va a elevar el punto de congelación, por lo que es un método eficaz para detectar adulteración (19).

La conductividad

Su valor depende principalmente de la presencia de iones como cloruros, fosfatos o calcio, y en menor cantidad de otros elementos como el sodio. La conductividad permite medir las proporciones de dilución de la leche y los diversos procesos de producción, como pasteurización, la estandarización e incluso el envasado (20).

Viscosidad

Es el término que se refiere a la resistencia a fluir. La materia grasa en estado globular y las macromoléculas proteicas de la leche hacen que la leche sea más viscosa que el agua. La resistencia a la subida de los glóbulos grasos para formar la nata es el resultado de esta viscosidad de la leche. Al momento que aumenta la temperatura de una forma acusada hasta los 70 oC, la viscosidad disminuye. La viscosidad aumenta cuando superamos los 70 oC. (21).

### **7.7. Propiedades organolépticas**

Las propiedades organolépticas de la leche, se refieren a las características sensoriales que pueden percibirse mediante los sentidos humanos: vista, olfato, gusto, tacto y oído. Estas propiedades son cruciales para la aceptación del producto y pueden influir en su calidad percibida (22).

-Color

La leche de vaca fresca tiene un color blanco opaco o ligeramente amarillento debido a la presencia de grasa, proteínas el caso de la caseína y vitaminas como la riboflovina. Factores que pueden influir en la variación de color se puede ver reflejado por la dieta de las vacas, el contenido de grasa y procesamiento (22).

-Olor

La leche fresca tiene un olor suave y agradable. Este se puede alterarse por la presencia de contaminantes, bacterias o por almacenamiento inadecuado. Dentro de los factores que pueden alterar, se ve la alimentación de las vacas, los procesos de pasteurización y almacenamiento (22).

-Sabor

Este es un sabor suave, ligeramente dulce debido a la lactosa. Este sabor puede cambiar con el procesamiento, almacenamiento y por la presencia de compuestos extraños (22).

## **7.8. Calidad de la leche**

Cuando hablamos de calidad, nos referimos al conjunto de características y propiedades de un producto, proceso o servicio que le confiere su capacidad de satisfacer necesidades implícitas o explícitas. Se puede hablar de calidad sanitaria, calidad nutritiva y calidad organoléptica, y luego se hablará de cada uno de ellos de manera breve. Cuando se menciona la calidad sanitaria de la leche, se refiere a que debe provenir de animales sanos, lo que permite controlar enfermedades como la brucelosis (enfermedad zoonótica) y la tuberculosis (enfermedad zoonótica). Dentro del sector lácteo, las enfermedades de la ubre, conocidas como mastitis, son una de las principales preocupaciones en la salud de la glándula mamaria. La principal proteína de la leche es la caseína, la cual se dispersa en una gran cantidad de partículas sólidas tan pequeñas que no sedimentan y permanecen en suspensión (23).

### **7.8.1. Indicadores de Calidad**

#### Calidad Composicional

Debido a que la cantidad total de sólidos presentes en la leche equivale al 8 al 10% de su composición y el 90 % restante es agua, la calidad composicional e inocuidad de la leche son cruciales para la industria láctea. Por otro lado, el mercado está siendo cada vez más exigente, y los consumidores finales buscan productos nutricionalmente ricos e inocuos. Además, si la leche contiene una mayor cantidad de sólidos, el rendimiento y la calidad de los productos resultantes de los procesos industriales lácteos aumentan. La calidad en la composición de la leche se mide por el porcentaje de componentes químicos como proteínas, grasa, minerales, lactosa, vitaminas, sólidos no grasos y sólidos totales entre otros (24).

### **7.8.2. Calidad Higiénica**

Se basa en la ausencia de sustancias químicas y el nivel de higiene durante las etapas de ordeño, almacenamiento, transporte y transformación. La calidad de higiene insuficiente puede tener un impacto negativo en las aplicaciones tecnológicas de este producto, principalmente en los procesos industriales que se basan en la fermentación bacteriana. Mantener al ganado libre de enfermedades es esencial para lograr niveles adecuados (25).

### **7.8.3 Factores que alteran la calidad química de la leche cruda**

Dentro de la composición de la leche se van a ver influidos factores como nutricionales y factores no nutricionales.

Factores no nutricionales

-Periodo de lactancia

El período de lactancia afecta no sólo a la producción de leche, sino también a su composición. En general, en el primer tercio de la lactancia y simultáneamente con el pico de la lactancia se registran las menores concentraciones de grasas, proteínas y sólidos lácteos, situación que se revierte al final de la lactancia. El porcentaje de proteínas disminuye durante los primeros meses de lactancia, luego aumenta hasta el final de la lactancia. Entre la primera y la segunda lactancia, la cantidad de proteína total aumentará ligeramente y disminuirá durante las lactancias posteriores (26).

Factores nutricionales

La concentración de grasa, que puede variar casi 3.0 unidades porcentuales, es la más sensible a los cambios nutricionales dentro del conjunto de alteraciones en las características físico químicas de la leche. La alimentación puede tener un impacto de hasta 0,60 unidades porcentuales en la concentración de proteína láctea. No se han observado efectos sensibles sobre la acidez, el pH y el peso específico de la leche y las concentraciones de lactosa y minerales no responden a los cambios en la dieta (26).

-La calidad de la ración

La alimentación de animales con pastos de alta calidad aumenta la producción de leche y sus rendimientos de grasa y proteína láctea. El uso de concentrados de cereales aumenta la producción de leche y los rendimientos de proteína y grasa. Por otro lado, si se proporciona un suplemento proteico adicional a la vaca lechera para cubrir los niveles de proteínas en sus raciones totales, se lograrán los mismos aumentos en el porcentaje de proteína en la leche que una ración de cereales con un nivel de energía similar. La época lluviosa tiene el mayor valor nutritivo porque los pastos y forrajes tienen una mayor proporción de proteína verdadera, mientras que, en la época seca, la mayor parte de la proteína es nitrógeno no proteico (26).

### **7.8.4. Enfermedades**

La mastitis subclínica es una de las enfermedades de impacto económico en la ganadería lechera causada por la presencia de los agentes antes mencionados. Además de afectar la productividad

de la ganadería lechera, también es un problema de salud pública. La ubre de la vaca, los materiales para recolectar la leche, el sistema de ordeño y/o los aditivos que los productores agregan a la leche pueden causar contaminación (27).

#### **7.8.4.1. Células Somáticas**

Son bacterias que invaden el conducto del pezón las cuales se pueden clasificar como infecciosas o ambientales. Las bacterias contagiosas se transmiten entre las ubres de las vacas o entre diferentes vacas de un rebaño debido a prácticas de ordeño inadecuadas. Las bacterias ambientales están presentes en el entorno de la vaca, en su piel, comederos, estanques, etc. Una vez que las bacterias atacan las células de la mama, la respuesta inmune del cuerpo implica enviar glóbulos blancos para neutralizar las bacterias invasoras. Estos glóbulos blancos son esencialmente células somáticas. Un número elevado de células somáticas en la leche de vaca o tanque de enfriamiento significa que las bacterias se encuentran en la ubre de la vaca y por lo tanto indica la presencia de casos de mastitis clínica o subclínica (28).

#### **7.8.4.2. Función de las Células Somáticas**

Cada leche contiene células somáticas, que son escasas en una glándula sana. En este caso, se trata de células epiteliales y células inmunes. Las células somáticas son biológicamente importantes porque contribuyen a la defensa contra las infecciones urbanas. Cuando hay estímulos o enfermedades en la glándula mamaria, aumenta el contenido de células somáticas, lo que aumenta significativamente el número de células inmunitarias (29).

#### **7.8.4.3. Recuento de células Somáticas**

Realizar un el recuento de células somáticas es un procedimiento común, especialmente en la industria. La leche para medir la calidad de la leche. En las granjas se utiliza como indicador de infección. Cuando el recuento de células somáticas (SCC) es alto, la causa puede ser la vaca o el tanque de enfriamiento, lo que indica un problema de mastitis. La CCS es la medida más utilizada para controlar la inflamación de la glándula mamaria. Esto se puede hacer; a) una masa individual, b) una vaca individual, c) un rebaño completo, d) un grupo de rebaños. La infección intramamaria es el principal factor causante de los cambios del SCC en la leche. Cuando los microorganismos que causan la mastitis invaden un cuarto de la ubre y comienzan a multiplicarse o cuando su número aumenta significativamente en el cuarto afectado, el cuerpo de la vaca debe movilizar glóbulos blancos para combatir estos organismos que causan mastitis. Más del 98% de las células somáticas de la leche son glóbulos blancos que se infiltran en

respuesta a la invasión bacteriana de la ubre. Los recuentos elevados de células somáticas se asocian con la pérdida de producción de leche (30).

#### **7.8.4.4. Reducción de la producción de la leche**

Cuando aumenta el número de células en el hato, disminuye la producción de leche. La disminución es el resultado del daño causado por las bacterias de la mastitis o las toxinas producidas por el tejido de la leche. Las investigaciones han demostrado que por cada aumento de 100,000 en el recuento de células partiendo de la cifra básica de 200,000, la producción de leche disminuye en un 2.5%. Es de esperar que la producción de un hato con un recuento de 500,000 disminuya un 7,5 % debido a la mastitis subclínica (31).

#### **7.8.4.5 Motivo de un recuento de Células Somáticas elevado**

##### **Mastitis**

causa una pérdida de ganancias, similar a una pérdida temporal de producción de leche o a una pérdida permanente de potencial de producción. El factor más importante en el aumento de los recuentos de células es la mastitis. Cuando los microorganismos que causan esta enfermedad ingresan a la glándula mamaria, los mecanismos de defensa liberan una gran cantidad de leucocitos a la leche para intentar matar las bacterias. Los recuentos de células disminuirán si se elimina la infección, o se desarrollará una infección subclínica. (31).

##### **Fase de lactancia**

Al momento que se realiza el secado a las vacas y este no se lo realiza correctamente es posible que durante las primeras semanas después del parto se presente conteos de células elevados. Al final de la lactancia, debido a que al momento que disminuye la cantidad de leche, los conteos celulares aumentan en las vacas que tienen mastitis subclínica. El conteo de células somática se ve aumentado de forma inmediata a medida que la vaca se encuentra llegando al período final de la lactancia. A medida que la va disminuye su producción hay un aumento de células somáticas que pasan directamente a la leche (31).

##### **Lesiones en la glándula mamaria**

Existe algunos factores que pueden ser causantes de lesiones en las glándulas mamarias o los cuartos lastimados. Entre ellos podemos encontrar el uso inadecuado de máquinas de ordeño y corrales o instalaciones que son mal diseñadas o se encuentran en mal estado. En este tipo de lesiones, va existir un gran número de glóbulos blancos los cuales están presente y en lo que resulta en un aumento del recuento de células somáticas (31)

### **Variaciones fisiológicas**

En algunos días del mes se pueden encontrar algunas variaciones en los recuentos individuales en la vaca debido a procesos fisiológicos. Como por ejemplo se ve un ligero aumento en el recuento de células somáticas que se pueden observar en las vacas en celo (31).

### **Frecuencia de ordeño**

Las vacas que se ordeñan de forma intermitente hacia el final de la lactancia tendrán recuentos de células incrementadas, aun en ausencia de infección subclínica (31).

### **Estrés**

Cualquiera de los acontecimientos que provoquen estrés, como en el estro, la enfermedad, entre otras, pueden verse influenciadas en el recuento de células. Además, que el aumento del número de leucocitos en la sangre, se ve con frecuencia una disminución en la producción de leche en la que causan un efecto adicional de concentración (31).

### **Numero de vacas o cuartos afectados**

Como sabemos el estado infeccioso es el factor más importante que aumenta el recuento de células somáticas de la vaca, cuanto mayor es la cantidad de vacas afectadas de mastitis más alto será el recuento de las células en el tanque (31).

### **Métodos para realizar conteo de Células Somáticas**

#### **Observación de la glándula mamaria y palpación**

La mastitis subclínica ocurre en la glándula mamaria de la vaca. Estas vacas parecen estar sanas y su leche parece normal. Pero una infección inapreciable puede dañar el tejido glandular y causar alteraciones en la leche que produce. La infección puede causar inflamación en uno o más cuartos, temperatura elevada, enrojecimiento y dolor, lo que hace que el sistema inmunológico del animal intente aliviar el problema y, en la mayoría de las veces, mantenga la infección solo en el área afectada sin afectar otros órganos o sistemas del animal (32).

### **Pruebas biológicas**

#### **California Mastitis Test (CMT)**

La prueba de detección de mastitis de California es un método indirecto que permite el calcular la cantidad de ácido desoxirribonucleico (ADN) presente en las células nucleadas de la leche. El reactivo CMT es un detergente con un indicador de pH que, al disolverse con la leche en porciones iguales, va a disolverse las paredes celulares y nucleares de los leucocitos presentes, liberando el material nuclear. Se considera un método confiable para detectar rápidamente

mastitis subclínica durante el ordeño. Esta prueba es un excelente indicador de los cuartos sospechosos de la ubre en las vacas con descargas celulares porque tiene una alta correlación con el recuento de células somáticas en la ubre. Teniendo en cuenta el agente causal presente, las mastitis de origen bacteriano se clasifican en contagiosas y ambientales. *Staphylococcus aureus* y el *Streptococcus agalactiae* son los agentes infecciosos más frecuentemente aislados en la mastitis (33).

## **7.9 Métodos y equipos para el análisis de leche cruda**

### **7.9.1 Ekomilk**

Es un analizador de leche multiparámetro, robusto, confiable y automatizado que proporciona resultados de manera rápida para: grasa, proteína, sólidos no grasos, lactosa, densidad, punto de congelación, agua añadida, pH, temperatura y la conductividad en leche fresca (vaca, oveja y/o búfalo, cabra). La interfaz RS-232 y la captura automática de datos están integrados. Debido que está basado en la tecnología de ultrasonido, el instrumento no requiere de productos químicos costosos, cáusticos o reactivos para la prueba (34).

Parámetros de medición

- Grasa: del 0,5% al 12% con precisión  $\pm 0,1\%$
- Sólidos no grasos (SNF): del 6% al 12% con precisión  $\pm 0,2\%$
- Densidad de la leche: de 1,0200 g/cm<sup>3</sup> a 1,0400 g/cm<sup>3</sup>  $\pm 0,0005$  g/cm<sup>3</sup>
- Proteína: de 2% a 6% con precisión  $\pm 0,2\%$
- Punto de congelación: de 0 a -1,00 °C con precisión  $\pm 0,015^\circ\text{C}$
- Agua añadida a la leche: de 0% a 60% con precisión  $\pm 5\%$
- Lactosa: de 0,5% a 7% con precisión  $\pm 0,2\%$
- pH: de 0 a 14 pH con precisión  $\pm 0,02$
- Conductividad: de 2 a 10 mS/cm  $\pm 0,2$  mS/cm (18°C)
- Temperatura: de 0 a 50 °C con una precisión de  $\pm 0,1$  °C

### **7.9.2. Lactodensímetro**

Los lactodensímetros o aerómetros son dispositivos de vidrio que flotan en la leche y están ponderados en la parte inferior con una varilla graduada. A veces incluyen un termómetro, lo

que permite leer simultáneamente la densidad y la temperatura. Cuando se sumerge el aerómetro en la leche, experimenta una fuerza hacia arriba igual al peso del líquido desplazado (según el principio de Arquímedes), y el valor de la densidad se muestra en la varilla graduada. Esta determinación se puede llevar a cabo tanto en la leche completa como en el suero lácteo. Es importante destacar que la medición realizada por los lactodensímetros corresponde a la gravedad específica, que en términos prácticos se considera equivalente al valor de la densidad (35).

Al momento de la toma con el densímetro si la temperatura se encuentra a 20° C la lectura será exacta y esta no requerirá de ajustes adicionales. En el caso que la temperatura sea superior o inferior a 20° C y estar comprendida entre 10 y 20° C se deberá corregir el valor de la densidad agregando o restando por cada grado por encima o por debajo 20° C el factor de 0,0002. En el lacto densímetro solo figura únicamente las 2 últimas cifras de los valores convencionales de densidad, en un rango de medición comprendido entre 1,020 y 1,037 (36).

### **7.9.3 Prueba de estabilidad de la leche**

Esta prueba es una "Prueba del alcohol", un examen rápido. la cual permite detectar bacterias coliformes como *Escherichia coli* en la leche. Si hay este tipo de bacterias presentes, digerirán la lactosa de la leche y la convertirán en ácido láctico. Para llevar a cabo esta prueba, se emplea un arma que permite realizar la prueba de estabilidad proteica. Dicha máquina tiene un área donde se coloca alcohol al 75 %. Posteriormente, coloque el cañón de la pistola en la leche para recolectar la leche para la muestra deseada. El cañón recolectará dos mililitros y los mezclará con dos mililitros de alcohol al 75%. Los resultados se muestran en una caja Petri una vez que la mezcla está estabilizada. Los resultados de esta mezcla se revelarán en el vidrio de la caja Petri. Si hay manchas o puntos blancos en las paredes de la caja Petri, es porque la proteína de la leche ha precipitado y se ha convertido en ácido láctico, lo que indica que hay coliformes en la leche (37).

## **7.10 Procedimientos de Muestreo**

### **7.10.1 Toma de muestra de leche cruda**

Las consideraciones que se deben tener para la toma de muestra de leche cruda:

- Al momento de la toma de muestra se debe evitar: las corrientes de aire, fumar, incluso el hablar mientras se realiza este proceso.
- No se debe tomar muestras de la parte superior del recipiente.

- No tomar muestras de la manguera de descarga del camión, ni de la llave del tanque frío.
- Las muestras deben ser colocadas en envases limpios y/o esterilizados, la recomendación en frascos de polietileno polipropileno u otro material resistente e inocuo.
- Se recomienda el uso de envases que puedan ser diferenciados. Como, por ejemplo, envases con tapas de un color determinado
- Los envases de recolección para las muestras deben tener una capacidad mínima de 50ml.
- Las muestras deben ser cerradas herméticamente e identificadas (38).

## **8. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS:**

- ¿Cómo varía la calidad de la leche en el sector norte del cantón Sigchos y cuáles son las principales características que determinan las zonas con mayor índice de calidad, considerando parámetros como contenido de grasa, proteína, densidad, acidez y células somáticas?

## **9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **9.1.- Determinación de métodos a utilizar**

#### **9.1.1.- Tipo de estudio**

##### **-Cuantitativo**

Como cuantitativo se encuentra todos aquellos datos numéricos que se obtengan como resultado tales como la densidad, temperatura, pH.

##### **-Cualitativo**

Como cualitativo se vio la presencia de mastitis y acidez en la leche de vaca

#### **9.1.2.- Diseño de investigación**

##### **-No experimental**

Se empleo el método de investigación No experimental, debido a que solo se observó el fenómeno y los acontecimientos en su forma natural de fluir, de esta manera no se altera el objetivo de la investigación y de esta manera se analizó los datos obtenidos.

### **9.2.- Área de investigación**

En el cantón Sigchos el cual se encuentra ubicado en la provincia de Cotopaxi, Ecuador, es una región la cual su principal fuente de ingreso de los pobladores es la producción lechera. La calidad de la leche es un factor crucial para garantizar productos lácteos seguros y nutritivos.

Este estudio se centra en evaluar la calidad de la leche producida en Sigchos en el sector norte de este.

El proyecto de investigación en la siguiente área:

País: Ecuador

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Sigchos

Sectores:

-Triunfo grande

-Triunfo Chico

-La Y

-La Cantera

-Jatunloma

-Quillotuña

-Colestambo

-La Argelia



Para la identificación de la presencia de mastitis, se realizó de la siguiente manera, recolectando muestras de leche de cada tanque, la cuales se ponían en la paleta a la cual se añadió el CMT, observado la presencia o no de mastitis. Tomando como indicativos:

-Sin mastitis: la leche no va a formar gel ni va presentar cambios visibles, el líquido va permanecer claro y no hay aumento en la viscosidad.

-Mastitis leve: se va a observar una ligera viscosidad y la formación de un gel débil, la leche va a presentar un ligero aumento en la viscosidad la cual no es muy prominente.

-Mastitis moderada: la viscosidad se encuentra aumentada notablemente y se forma un gel más firme, lo que también va a mostrar una consistencia espesa y más visible.

-Mastitis severa: se va a formar un gel muy firme o una sustancia viscosa que puede formar una masa sólida, lo que vuelve la leche muy espesa y gelificada.

En lo que concierne para el análisis de muestras se procedió a la recolección de muestras de leche en frascos estériles de 50 ml de cada productor, después fue llevado directamente al lugar del análisis.

### 9.4.2.- Fase de laboratorio

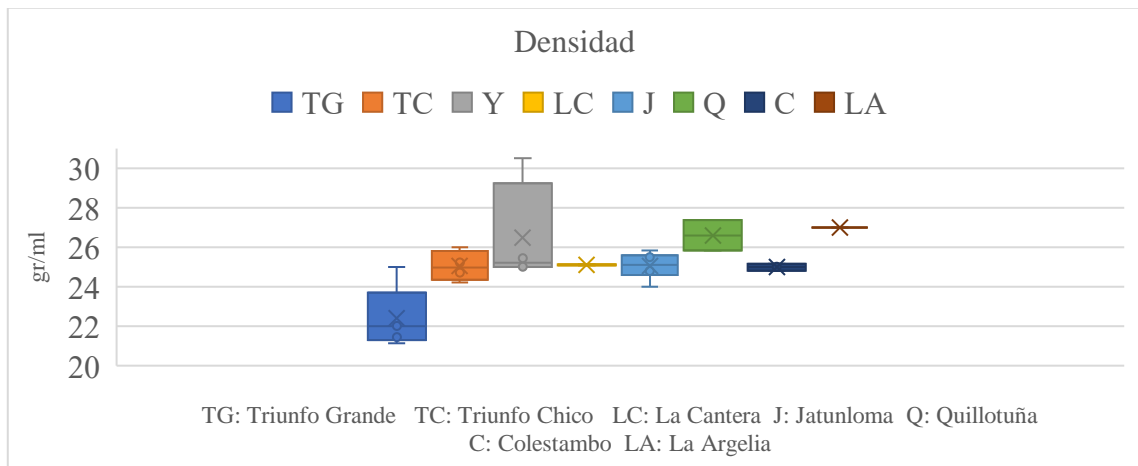
Se tomó muestras que se analizaron en el laboratorio para obtener datos como: grasa, sólidos no grasos, densidad, proteína, Punto de congelación, lactosa, conductividad, pH y agua añadida a la leche. La máquina necesita una pequeña muestra para poder analizar cada parámetro, teniendo como rangos de cada parámetro los siguientes:

- Grasa: del 0,5% al 12% con precisión  $\pm 0,1\%$
- Sólidos no grasos (SNF): del 6% al 12% con precisión  $\pm 0,2\%$
- Densidad de la leche: de 1,0200 g/cm<sup>3</sup> a 1,0400 g/cm<sup>3</sup>  $\pm 0,0005$  g/cm<sup>3</sup>
- Proteína: de 2% a 6% con precisión  $\pm 0,2\%$
- Punto de congelación: de 0 a -1,00 °C con precisión  $\pm 0,015^\circ\text{C}$
- Agua añadida a la leche: de 0% a 60% con precisión  $\pm 5\%$
- Lactosa: de 0,5% a 7% con precisión  $\pm 0,2\%$
- pH: de 0 a 14 pH con precisión  $\pm 0,02$
- Conductividad: de 2 a 10 mS/cm  $\pm 0,2$  mS/cm (18°C)
- Temperatura: de 0 a 50 °C con una precisión de  $\pm 0,1$  °C

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Lo que se pudo observar en el sector norte del cantón Sigchos, es las variaciones del terreno en cada sector, ya que en sectores existían mayor número de pendientes que en otros, a lo que también se le suma el desgaste de los suelos y la falta de cuidado.

**Figuras 1. Densidad por sectores**



*Figuras 1 Densidad por sectores*

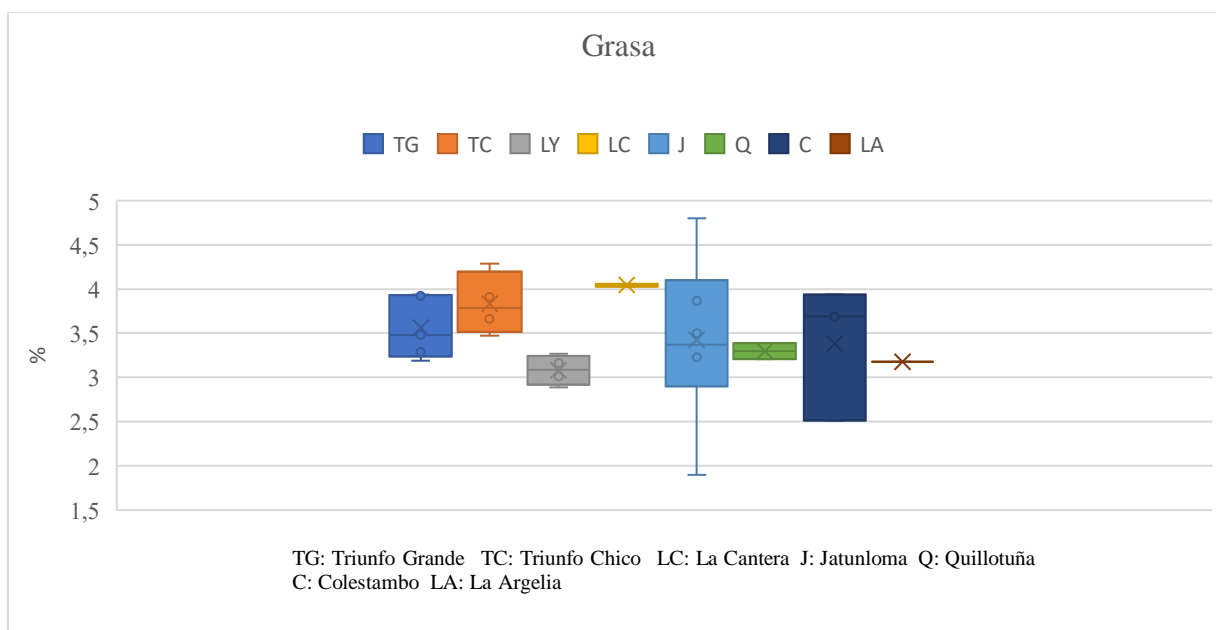
Dando que el valor F calculado es de 3,898 y el p-valor de 0,0085 que es menor que el nivel significancia común de 0,05, se puede concluir que hay diferencias estadísticas significativas entre las medias de los grupos del análisis. Nos sugiere que al menos uno de los grupos difiere significativamente de los otros en términos de variable medida.

Con los datos obtenidos se encontró que el sector La Y tiene una densidad 1,030 más alta que el resto de sectores y teniendo el sector de Triunfo Grande con la densidad más baja siendo esta de 1,021.

Al comparar los resultados obtenidos de densidad en dichos sectores, comparando con los estándares de INEN su rango va en mínimo de 1,029 a 1,028 y en Máximo de 1,033 a 1,032 (39). El valor de 1,021 se encuentra por debajo del rango mínimo de 1,028, lo que significa que el sector de Triunfo Grande no cumple con los estándares de INEN, ya que se encuentra fuera del rango aceptado.

Las diferencias temporales en las densidades de la leche cruda se pueden explicar por los cambios de las fases de la grasa después de un cambio de temperatura, y el almacenamiento a largo plazo puede causar diferencias debido a la diferente composición de sólido-líquidos de la grasa. (40).

**Figuras 2. Contenido de Grasa en la leche comparación entre sectores**



*Figuras 2Contenido de Grasa en la leche comparación entre sectores*

El valor F calculado de 0,822 es menor que el valor crítico para F que es 2,5544 y el p-valor de 0,581 el cual es mayor que el nivel de significancia común de 0,05. Lo que significa que las diferencias entre los grupos no son estadísticamente significativas.

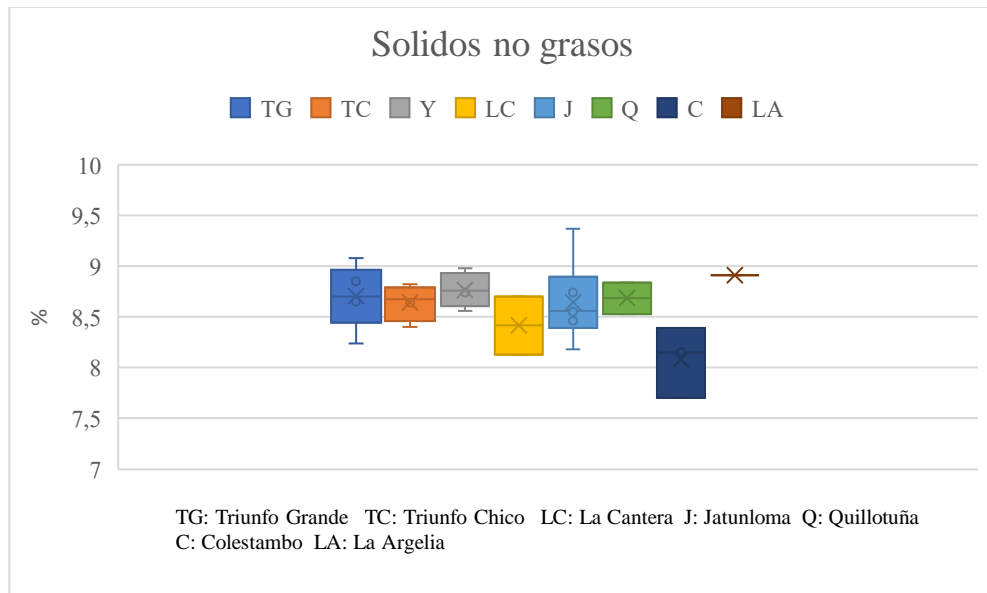
Con los datos obtenidos tenemos que el sector de Jatunloma tiene el contenido grasa más alto siendo este de 4,8%, al cual se sigue el sector de Triunfo Chico con 4,29% y teniendo al sector de Colestambo con el contenido de grasa más bajo es te siendo de 2,51.

En las normativas del vecino país Colombia, establece que la leche cruda debe tener unos valores de grasa de 3,0% (41). Tenemos que Jatunloma y Triunfo Chico presentan un contenido de grasa que se encuentra por encima de los estándares del 3,0% establecido por la normativa colombiana.

La alimentación en vacas con lo que es pasto o trébol produce mayores concentraciones de grasa, proteína, proteína verdadera y caseína, y mejores perfiles de ácidos grasos en comparación con sistemas de alimentación por tabulado. (42)

Las dietas que estén compuestas de forrajes con una adecuada suplementación en concentrado conducen a un contenido óptimo de proteína y grasa en la leche de vaca. (43)

### Figuras 3. Sólidos no grasos comparación entre sectores



Figuras 3 Sólidos no grasos comparación entre sectores

Dado que el valor F calculado es de 1,747 es menor que el valor crítico para F de 2,544 y el p-valor de 0,158 que es mayor que 0,05. Lo que nos indican que no hay evidencia suficiente para afirmar que existan diferencias significativas entre las medias de los grupos.

Con los datos obtenidos tenemos que Triunfo Grande tiene el contenido de sólidos no grasos más altos con 9,08%, al cual le sigue la Y con 8,98% y con el contenido más bajo al sector de Colestambo con 7,7%. La variabilidad que se pudo observar se puede ver reflejada por diferencias en prácticas de manejo, alimentación, genética o condiciones de producción entre los diferentes productores.

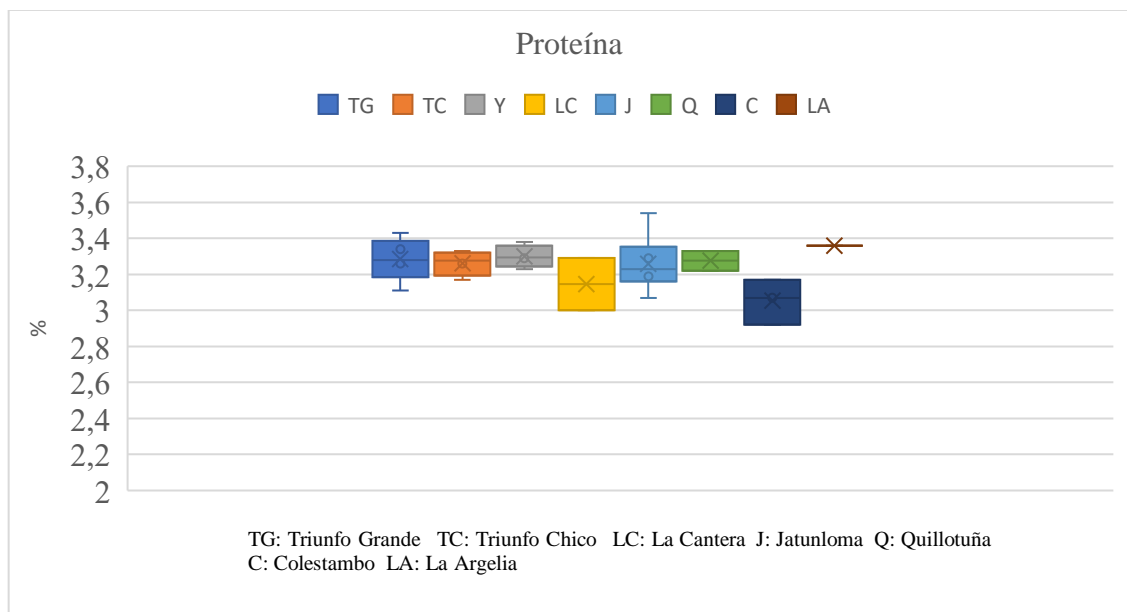
Según la norma NTE INEN, dice que los sólidos no grasos tienen como mínimo 8,2% de sólidos no grasos (44). Los sectores de Triunfo Grande y La Y, cumplen con la normativa y producen leche con un contenido adecuado de sólidos no grasos. En cambio, el sector de Colestambo no cumple con la normativa debido a su bajo contenido de sólidos no grasos.

La leche de vaca que se encuentra pobre en sólidos no grasos puede deberse a la dilución de la secreción normal en la ubre por el líquido del edema y la precisión de las mediciones de nitrógeno de caseína y globulina es cuestionable (45).

El contenido de los sólidos no grasos en la leche de vaca varía con la edad y se ve influenciada por factores genéticos y ambientales, sin tendencias anuales específicas. (46)

Los requerimientos energéticos de las vacas se están viendo que no están completamente satisfechos debido a la falta de nutrientes esenciales en el pasto. Esta deficiencia puede impedir que se cumplan adecuadamente los requerimientos de mantenimiento y producción de las vacas. Adicionalmente, el gasto energético se incrementa debido a la subida de pendientes, lo que demanda un mayor esfuerzo físico de los animales. Desde un punto de vista fisiológico, esto significa que las vacas deben utilizar más energía para mantener sus funciones corporales básicas y para la producción de leche, lo cual puede resultar en un balance energético negativo. En consecuencia, la insuficiencia de nutrientes en el pasto junto con el aumento del gasto energético debido a las pendientes puede llevar a una disminución en la eficiencia de la producción lechera y en el bienestar general de las vacas.

#### **Figuras 4. Proteína comparación entre sectores**



*Figuras 4 Proteína comparación entre sectores*

Dado que el valor F calculado es de 1,607 lo que es menor que el valor crítico para F de 2,544 y el p-valor es de 0,194 es mayor que el nivel de significancia común de 0,05. Lo que significa que no hay evidencia suficiente para afirmar la existencia de diferencias significativas entre las medias de los grupos.

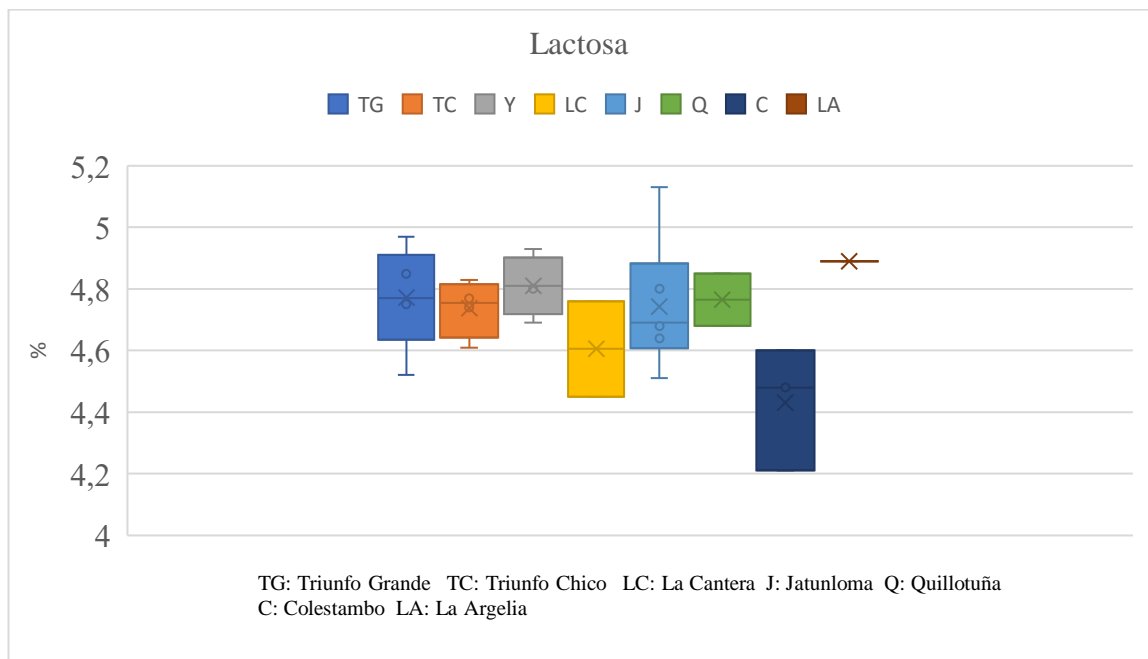
Con los datos obtenidos tenemos al sector de Jatunloma con el contenido de proteína más alto este siendo de 3,54%, al que le sigue el sector de Triunfo Grande con un 3,43% y el sector de Colestambo siendo el que menor porcentaje de proteína presenta, siendo este de 2,29%.

En promedio la leche de vaca contiene un 3,5% de proteínas, las cuales son más abundantes las caseínas y algunas de las proteínas del suero (47). Los sectores de Jatunloma y Triunfo Grande se encuentran cerca del promedio de 3,5% y teniendo en el nivel inferior al sector de Colestambo.

Las ingestas de proteína cruda en las dietas son el factor dietético más importante que influye en el rendimiento de proteína de la leche en las vacas lecheras (48).

El complementar una dieta deficiente en proteínas metabolizables con lisina, metionina e histidina protegidas en el rumen aumenta la producción de proteína de la leche en las vacas (49)

**Figuras 5. Lactosa de la leche comparación entre sectores**



*Figuras 5 Lactosa de la leche comparación entre sectores*

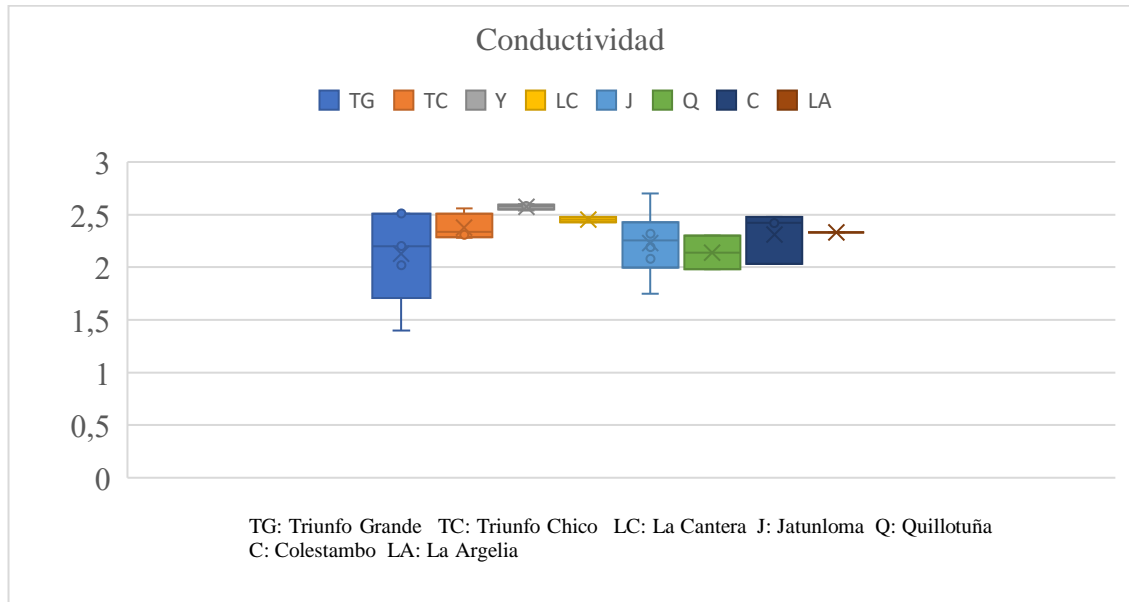
Dado que el valor F calculado es de 1,854 es menor que el valor crítico para F 2,544 y el p-valor 0,135 lo que es mayor que 0,05. Lo que significa que no hay evidencia suficiente para afirmar que existen diferencias significativas entre las medias de los grupos.

Con los datos obtenidos el sector de Jatunloma de 5,13%, al que le sigue el sector de Triunfo Grande con un 4,97% y teniendo al sector de La Cantera con el menor contenido de lactosa siendo este de 4,45%.

El contenido de lactosa de la leche de vaca es de alrededor de un 5% (50). El sector de Jatunloma tiene un contenido de lactosa superior al promedio general, mientras que el sector de Triunfo Grande se encuentra cerca del promedio y La Cantera presenta el contenido de lactosa más bajo.

La lactosa juega un papel crucial en la producción y el procesamiento de los productos lácteos y la medición y el informe preciso de su concentración son cruciales en la gestión de la calidad y la eficiencia de los productos lácteos (51).

**Figuras 6. Conductividad de la leche comparación entre sectores**



*Figuras 6 Conductividad de la leche comparación entre sectores*

Dado que el valor F calculado de 1,052 es menor que el valor crítico para F es de 2,544 y el p-valor de 0,430 que es mayor que el nivel significativo común de 0,05. Lo que indica que no hay evidencia suficiente para afirmar la existencia significativa entre las medias de los grupos.

Con los datos obtenidos el sector de La Y con valores de 2,58, al que le sigue el Triunfo Chico de 2,56 y teniendo que el sector Triunfo Grande tiene el valor más bajo siendo de 1,4.

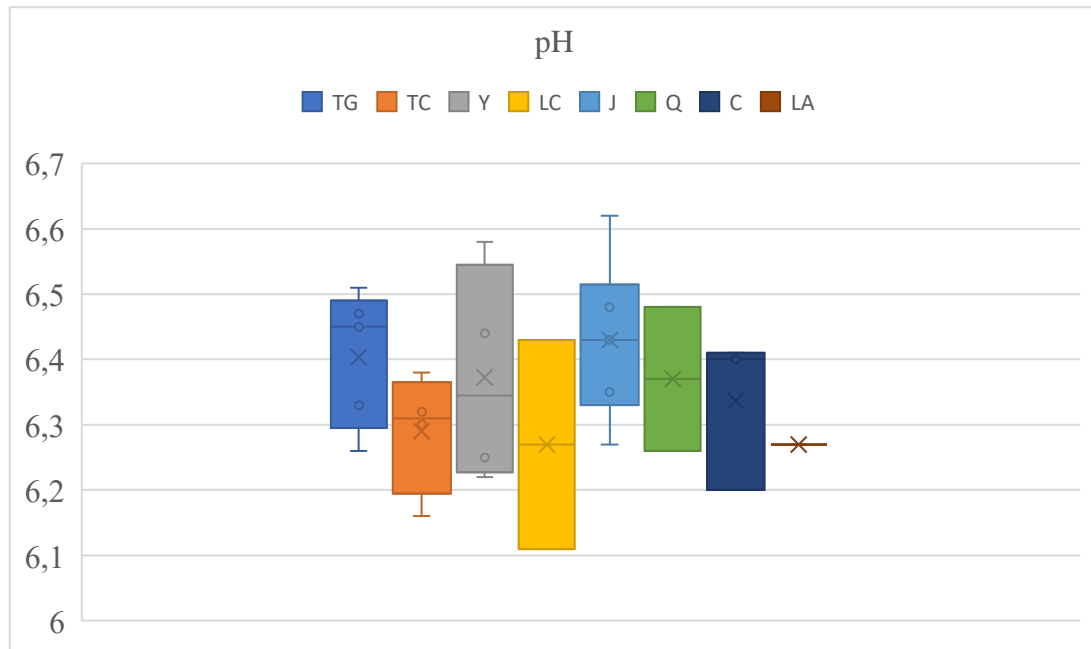
La determinación de la conductancia de la leche se ve predominada por la fracción de sal, el contenido de lactosa poco efecto y disminuyendo el contenido de grasa a medida que aumenta el contenido de grasa (52).

Los valores de conductividad eléctrica en la leche se ven afectada positivamente a los sólidos totales, los sólidos no grasos, la lactosa y la desviación del punto de congelación de la calidad de la leche (53).

La conductividad eléctrica puede utilizarse para apreciar la calidad de la leche, debido a que valores altos indican una alta relación cloro/lactosa, lo que ocurre en casos de mastitis (54).

La variabilidad de los valores de conductividad eléctrica observada entre los sectores se ve reflejada en las diferencias significativas en la calidad de la leche y la salud del ganado. Los valores altos en los sectores en La Y e Triunfo Chico sugieren una posible mayor incidencia en problemas de salud o en las diferentes prácticas de manejo, por otro lado el bajo valor en el sector de Triunfo Grande podría ser un indicativo de una mejor salud en el hato.

**Figuras 7. pH de la leche comparación entre sectores**



*Figuras 7 pH de la leche comparación entre sectores*

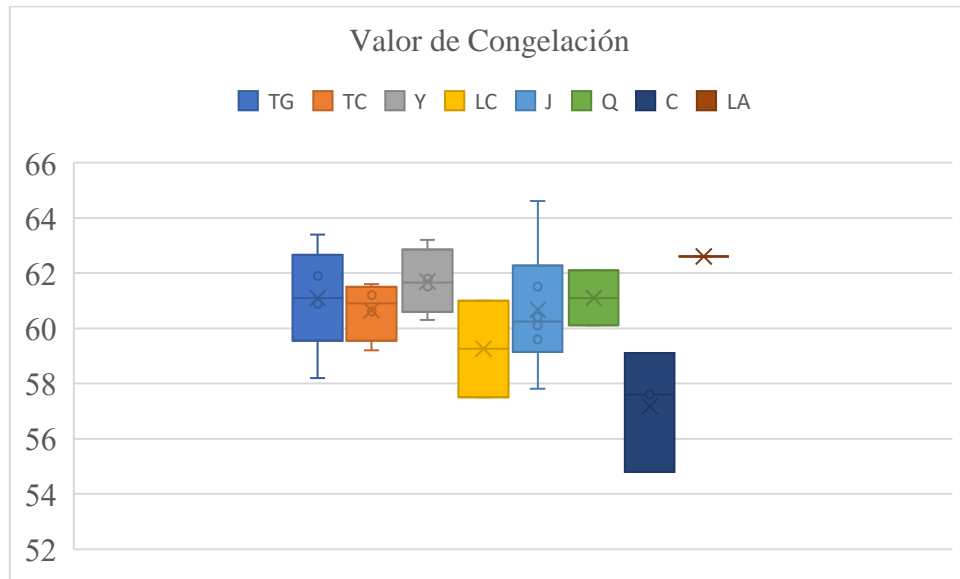
Dado que el valor F calculado es de 0,701 es menor que el valor crítico para F de 2,544 y el p-valor 0,672 es mayor que 0,05. Lo que indica que no hay evidencia suficiente para afirmar la existencia de diferencias significativas entre las medias de los grupos.

Con los datos obtenidos el sector de La Y de 6,58 siendo el valor más alto, el que le sigue el sector de Triunfo Grande de 6,51 y teniendo como valor más bajo del sector de La Cantera de 6,11.

Se sabe que el pH de la leche es una forma de medir su calidad, el cual se encuentra influenciado por algunos factores en la región de Boyacá (Colombia) estos valores oscilan entre 6,50 y 6,79. Por lo general la leche cruda tiene una reacción iónica que es cercana a la neutralidad, presentándose como poco ácida con un pH comprendido entre 6,5 y 6,7, para leche normales, la cual puede variar su composición para cada animal en particular y en la etapa de lactancia, la alimentación y el ambiente (55). El sector de La Y presenta un pH en el rango superior normal, lo que indica una buena calidad de leche. El Triunfo Grande se encuentra dentro del

rango normal pero ligeramente más ácido, mientras que La Cantera tiene un pH más bajo, sugiriendo posibles problemas.

**Figuras 8. Valor de congelación de la leche comparación entre sectores**



*Figuras 8 Valor de congelación de la leche comparación entre sectores*

Dado que el valor F calculado es de 2,047 es menor que el valor crítico para F de 2,544 y el p-valor de 0,102 es mayor que el nivel de significancia común de 0,05. Lo que indica que no hay evidencia suficiente para afirmar la existencia de diferencias significativas entre las medias de los grupos.

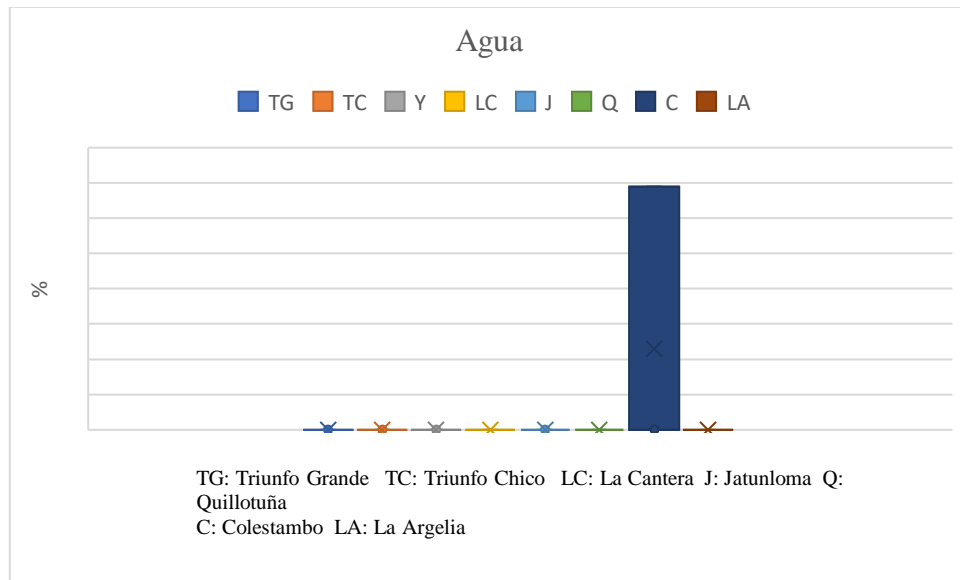
Con los datos obtenidos el sector de Triunfo Grande presenta un valor más alto este siendo de 63,4, al que le sigue La Argelia con un valor de 62,6 y teniendo como valor más bajo de 57,8 al sector de Jatunloma.

El punto de congelación de la leche depende del porcentaje de la lactosa; un mayor contenido de lactosa conduce a puntos de congelación más bajos (56).

También el punto de congelación de la leche depende del tratamiento térmico, la presencia de sustancias indeseables y la composición química de la leche (57).

Los datos demuestran que los sectores de Triunfo Grande y La Argelia tienen puntos de congelación más altos en comparación con Jatunloma, lo que sugiere las diferencias en el contenido de lactosa y posiblemente en el tratamiento térmico o la presencia de sustancias indeseables.

**Figuras 9. Agua añadida en la leche comparación entre sectores**



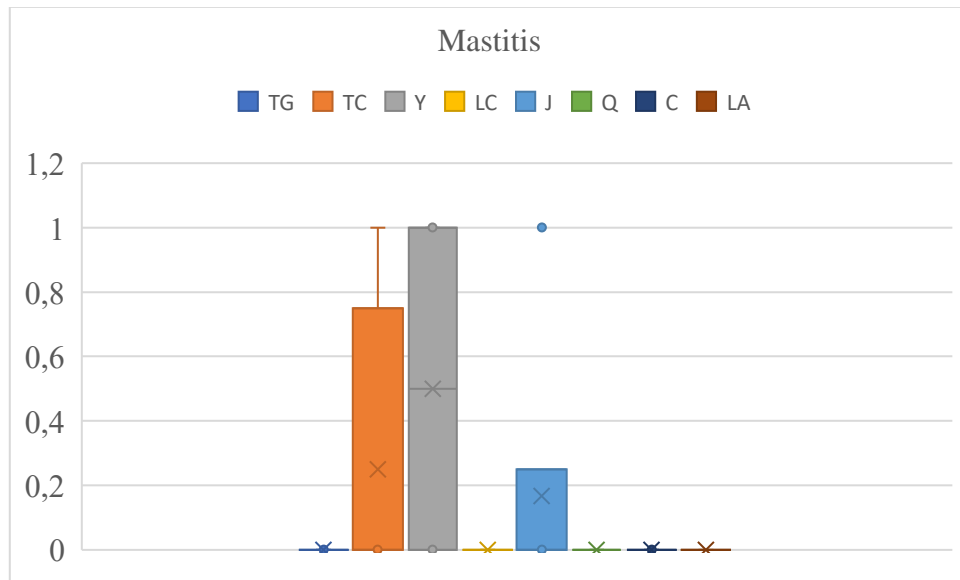
*Figuras 9 Agua añadida en la leche comparación entre sectores*

El único sector que presento agua en la leche fue el sector de la Cantera dando como 1,38% de agua.

La adulteración de la leche por medio de la adición de agua es una práctica que se utiliza en la actualidad para aumentar su volumen y de esta forma reducir costos de producción, lo cual deriva en una problemática que afecta mayormente a países en vías de desarrollo y es importante mitigar (58).

Al momento de que se adicione agua a la leche, los solutos se diluyen y se reduce el valor nutricional, a la cual también es una fuente de contaminación. La adición de sólidos como féculas o almidones, sacarosas, cloruros, son usados para restablecer algunas de las propiedades fisicoquímicas y se utilizan para enmascarar lo que se añadió el agua (59).

**Figuras 10. Mastitis en la leche comparación entre sectores**



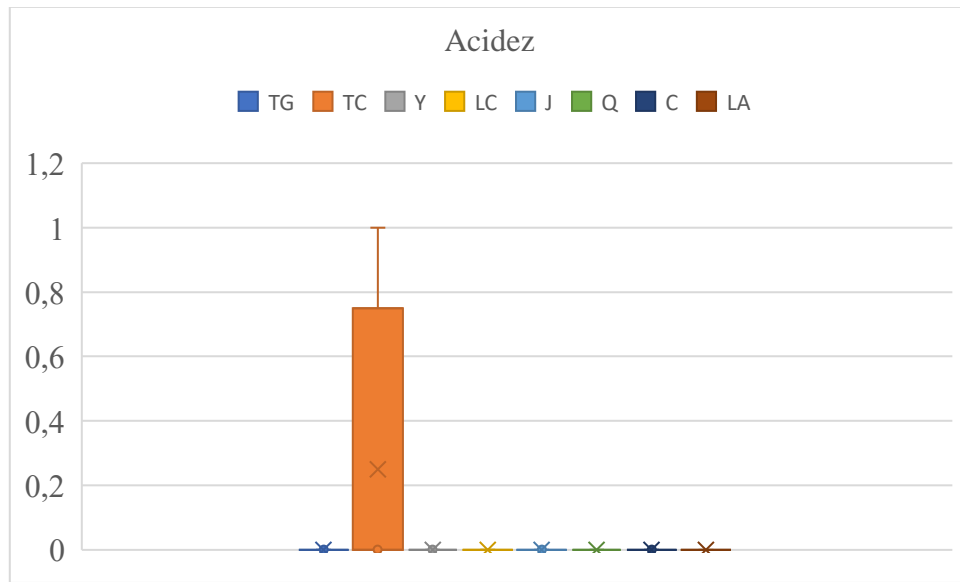
*Gráfico 10 Mastitis en la leche comparación entre sectores*

Para entender los datos tenemos que tener en cuenta que el 0 significa que no existe la presencia de mastitis en la leche. En los sectores de Triunfo Chico, La Y e Jatunloma son en los que existió la presencia de mastitis en la leche, siendo el sector de la Y en que mayor incidencia obtuvo de mastitis subclínica.

La prevalencia de la mastitis subclínica es mayor que la de la mastitis clínica en el ganado lechero, lo que da como resultado una baja productividad de la leche y requiere una reducción urgente mediante un manejo sanitario en la lechería, con buenas prácticas de alimentación e intervenciones terapéuticas oportunas. (60)

Las dietas con un alto contenido de concentración pueden aumentar el riesgo de que las vacas lecheras sufran de mastitis, disminuye la calidad organoléptica de la leche cruda. (61)

**Figuras 11. Acidez en la leche comparación entre sectores**



*Figuras 11. Acidez en la leche comparación entre sectores*

Para la interpretación de estos datos se debe tener en cuenta que 0 significa que no existió la presencia de acidez en la leche y 1 la presencia de acidez. Teniendo en cuenta esta información podemos observar que en el sector de Triunfo Chico la presencia de acidez en la leche lo cual nos indica que las bacterias naturales de la leche que con el tiempo convierten la lactosa en ácido láctico, dicho proceso de fermentación aumenta la acidez de la leche.

La presencia de mastitis puede afectar la calidad de la leche, al momento de que la vaca tiene mastitis subclínica, puede haber un aumento en la acidez debido a la presencia de bacterias y células somáticas en la glándula mamaria, lo que incluso puede afectar el pH de la leche. El cambio de alimentación del ganado ya sea por falta de alimento o la mala calidad nutricional, ya sea por concentrados que tienen demasiada fibra bruta y mucha cascarilla de maní, es poco digerible por los rumiantes y el esfuerzo por ser digerida da a la formación de ácidos volátiles los cuales pasan a la sangre hasta llegar a la ubre, lo que promueve que las bacterias de la lactosa formen ácido láctico, lo que produce la acidez en la leche. (62)

## **11. IMPACTOS**

### **Impacto social**

-La presencia de mastitis subclínica y la adición de agua en la leche puede comprometer en la calidad del producto. Lo que puede afectar la salud de los consumidores si la leche se encuentra adulterada o de baja calidad se distribuye en el mercado. La presencia de bacterias y acidez pueden ser riesgosos para la salud pública.

-La falta de manejo adecuado en la producción de leche y la incidencia de mastitis pueden conllevar a la reducción de la calidad y cantidad de la leche producida, lo que afecta de manera directa a la salud de las vacas y a los ingresos de los productores.

-La calidad de la leche se ve impactada en la seguridad alimentaria, debido a que una leche de baja calidad puede llevar a problemas nutricionales y de salud en la población que la consume, en especial las comunidades vulnerables.

-El implementar prácticas de manejo y técnicas adecuadas para la prevención de mastitis y mantener la calidad de la leche puede mejorar el nivel de conocimiento de los productores.

### **Impacto económico**

-La mastitis subclínica y otras enfermedades del ganado conllevan a un aumento de costos por el tratamiento de esta y a una reducción en la producción de la leche. Lo que reduce la rentabilidad para los productores y puede aumentar el costo de producción.

-Para el cumplimiento de los estándares de calidad, los productores pueden incurrir en costos adicionales para la implementación de controles de calidad y practicas adecuadas, lo cual puede ser una inversión inicial a largo plazo.

-La falta de buenas prácticas en el manejo de los recursos y la salud del ganado pueden llevar a una explotación no sostenible del suelo y de otros recursos, lo que afecta a la sostenibilidad a largo plazo de las actividades lecheras.

## 12. CONCLUSIONES

- La densidad en la leche en los distintos sectores del cantón Sigchos en el sector norte varían significativamente, teniendo al sector de La Y con la densidad más alta de 1,030 y el sector de Triunfo Grande la más baja de 1,021. Este último valor se encuentra por debajo del rango mínimo recomendado por los estándares de INEN, lo que nos indica que la leche en dicho sector no cumple con los criterios establecidos. Las diferencias encontradas en la densidad se pueden atribuir a cambios en la composición de sólidos y grasa en la leche, los cuales pueden variar con la temperatura y el almacenamiento.

-La presencia de acidez en la leche se pudo observar en el sector de Triunfo Chico, lo que sugiere que el proceso de fermentación debido a la acción bacteriana se está produciendo. El aumento de acidez puede ser un indicador de mastitis subclínica y lo que también se puede relacionar con la calidad de alimento y la digestibilidad.

- Las diferencias que se encontraron en el contenido de grasa entre sectores no fueron estadísticamente significativas. Pero los sectores de Jatunloma y Triunfo Chico superaron los estándares colombianos del 3,0%, mientras que el sector de Colestambo se encontró por debajo de este umbral. Las dietas que son de forraje, influyen considerablemente en el contenido de grasa en la leche.

-Los sólidos no grasos variaron entre los sectores, teniendo que el Triunfo Grande es el que presentó el contenido más alto y Colestambo el más bajo. Teniendo a los sectores de La Y y Triunfo Grande que cumplen con la normativa NTE INEN. Las diferencias se las pueden atribuir a las diferentes prácticas de manejo y alimentación.

-Los sectores de Jatunloma y Triunfo Grande se acercan al promedio de 3,5% de proteínas en la leche, mientras que el sector de Colestambo se encuentra por debajo. La ingesta de proteínas en las dietas del hato afecta directamente al contenido proteico de la leche.

-El contenido de lactosa se encontró superior en el sector de Jatunloma, mientras que el sector de La Cantera se encontró el contenido más bajo. Teniendo en cuenta que la lactosa es crucial para la calidad de la leche y su procesamiento.

- La conductividad de la leche, se encontró en el sector de La Y y Triunfo Chico valores elevados, lo que podría indicar posible mayor incidencia de mastitis o problemas en las prácticas de manejo. El valor más bajo fue en el sector del Triunfo Grande el que refleja una mejor salud del ganado.

-La variabilidad del pH puede reflejar la calidad de la leche y la influencia de factores como la diete y el ambiente. La leche en el sector La Y tiene un pH en un rango superior normal, lo que es un indicador de buena calidad.

-Dentro del valor de congelación no se mostró diferencias significativas entre sectores. Teniendo que los sectores de Triunfo Grande y La Argelia presentaron valores más altos, lo que se puede deber a diferencias en el contenido de lactosa y el tratamiento térmico.

-Solo el sector de La Cantera mostró evidencia de adición de agua en la leche, dicha practica reduce el valor nutricional de la leche, lo que debe ser controlada para evitar la adulteración.

-La mastitis subclínica se encontró en los sectores de Triunfo Chico, La Y y Jatnloma, siendo La Y el sector con mayor incidencia. La mastitis puede afectar en la calidad de la leche, lo que aumenta la acidez y afectando otros parámetros. Encontrar la presencia de mastitis subclínica es un indicativo de la necesidad de mejorar el manejo sanitario.

### **13. RECOMENDACIONES**

-Controlar, mantener y mejorar el manejo y la alimentación para asegurar que los estándares de grasa, sólidos no grasos y proteínas en la leche se encuentren dentro de los rangos recomendados.

-La implementación de prácticas adecuadas de manejo sanitario para reducir la incidencia de mastitis y mejorar la calidad de la leche, lo que incluye el monitoreo regular y la mejora en las condicione de alimentación.

-La prevención de la adulteración de la leche, por medio de controles más estrictos en la cadena de producción, de esta manera garantizar la calidad y el valor nutricional del producto.

-La realización de análisis periódicos de los parámetros físicos y químicos de la leche, de esta manera asegurar que se cumplan los estándares de calidad y para identificar los posibles problemas en etapas tempranas.

### **14. Bibliografía**

1. Veterinaria Digital S.A La producción de leche en Ecuador. [Online].; 2022 [cited 2024 Junio 9. Available from: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/>.
2. National Geographic. [Online].; 7 de Septiembre 2023 [cited 2024 Junio 9. Available from: <https://www.nationalgeographic.es/historia/2023/09/beber-leche-vaca-cuando-empezo-por-que>.
3. Research. [Online]. [cited 2024 Junio 9. Available from: [https://www.researchgate.net/profile/Edelmiro-Lopez-Iglesias/publication/369366335\\_El\\_sector\\_lacteo\\_en\\_Espana/links/64173a39a1b72772e40fa760/El-sector-lacteo-en-Espana.pdf#page=21](https://www.researchgate.net/profile/Edelmiro-Lopez-Iglesias/publication/369366335_El_sector_lacteo_en_Espana/links/64173a39a1b72772e40fa760/El-sector-lacteo-en-Espana.pdf#page=21).
4. Ecuador Gd. Cfn. [Online]. [cited 2024 Junio 9. Available from: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-1-trimestre/Ficha-Sectorial-Leche-y-Derivados.pdf>.
5. M. OGGIO. Slideshare. [Online].; 1987 [cited 224 Junio 9. Available from: <https://es.slideshare.net/slideshow/b1-car1/81781487>.
6. Centro de la industria Láctea del Ecuador. [Online].; 2 de Junio 2023 [cited 2024 Junio 9. Available from: <https://www.cil-ecuador.org/post/en-ecuador-cerca-del-46-de-la-produccion-de-leche-diaria-se-usa-en-la-industria-formal>.
7. García CAC, Montiel RLA1yBTF1. Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación Coyoacán: 1Universidad Autónoma Metropolitana.
8. Edualimentaria. [Online].; 4 Mayo 2022 [cited 2024 Junio 9. Available from: <https://www.edualimentaria.com/leche-y-derivados-composicion-y-propiedades>.
9. Unión Ganadera Regional de Jalisco. [Online]. [cited 2024 Junio 9. Available from: [https://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=457](https://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=457).
10. Gómez1 DAA. Realy. [Online]. [cited 2024 Junio 9. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>.

11. Hannacolombua. [Online]. [cited 2024 Julio 19. Available from: <https://www.hannacolombia.com/blog/post/803/acidez-titulable-en-lacteos-mediante-minititulador-hi-84529>.
12. Walstra P WJGT. Dairy Science and Technology. 2nd ed.: Boca Raton: CRC Press; 2005.
13. R. Chandan AKNS. Dairy Processing and Quality Assurance. 2nd ed. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2015.
14. H. Walstra JTMWTJG. Dairy Science and Technology.. 2nd ed.: Boca Raton, FL: CRC Press; 2006.
15. Dairy Processing. [Online]. [cited 2024 Julio 11. Available from: <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/chapter/collection-and-reception-milk>.
16. K. Chanda GK. "Analysis of Density of Milk and Its Relation with Different Milk Constituents: International Journal of Dairy Technology; 2014.
17. Fox PF MP. Dairy Chemistry and Biochemistry.. 2nd ed.: Springer Nature; 2017.
18. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Online].; 2011. Available from: <https://www.fao.org/food-safety/news/news-details/en/c/1410672/>.
19. Zorro PF TUL,SM,JO. Spinger. [Online]. [cited 2024 Julio 11. Available from: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-14892-2>.
20. Hanna. [Online]. [cited 2024 Junio 11. Available from: <https://hannachile.com/2024/05/10/conductividad-en-leche/>.
21. Junta de Andalucía. [Online]. [cited 2024 Julio 19. Available from: [http://file:///C:/Users/juank/Downloads/La%20leche,%20composicion%20y%20caracteristicas%20\(3\).pdf](http://file:///C:/Users/juank/Downloads/La%20leche,%20composicion%20y%20caracteristicas%20(3).pdf).
22. FAO. [Online]. [cited 2024 Junio 11. Available from: <https://www.fao.org/4/y4765e/y4765e00.htm>.
23. Agro Global. [Online]. [cited 2024 Junio 9. Available from: <https://agroglobalcampus.com/calidad-de-leche-que-es-tipos-y-factores-que-la-afectan/?v=3fd6b696867d>.

24. Ciencia Unisalle. [Online]. [cited 2024 Junio 11. Available from: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1280&context=medicina\\_veterinaria#:~:text=Se%20define%20la%20calidad%20composicional,y%20sólidos%20totales%20entre%20otros.](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1280&context=medicina_veterinaria#:~:text=Se%20define%20la%20calidad%20composicional,y%20sólidos%20totales%20entre%20otros.)
25. SCIELO. [Online]. [cited 2024 Julio 12. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-79202021000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202021000200001).
26. Corzo H. Mónica J. 1PLA,1RME. Factores que influyen en la composición y calidad microbiológica de la leche cruda almacenada en un centro de acopio: Universidad de Pamplona; 2018.
27. Unam.mx. [Online]. [cited 2024 Julio 19. Available from: <https://biblat.unam.mx/hevila/Agoradeheterodoxias/2017/vol3/no1/7.pdf>.
28. Dairy-cattle. [Online]. [cited 2024 Julio 19. Available from: <https://dairy-cattle.extension.org/que-son-las-celulas-somaticas/>.
29. Redalyc.org. [Online]. [cited 2024 Julio 19. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329004.pdf>.
30. Redaly. [Online].; 2028 [cited 2024 Agosto 10. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329004.pdf>.
31. Hernández Reyes JM. Redaly. [Online].; 2008 [cited 2024 Agosto 10. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329004.pdf>.
32. Bedolla Cedeño JLC. Redaly. [Online].; 2008 [cited 2024 Agosto 10. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617329004>.
33. Cita-aragon.es. [Online]. [cited 2024 Julio 17. Available from: <https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/3829/1/VAC0028.pdf>.
34. Studocu. [Online]. [cited 2024 Junio 17. Available from: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-pedagogica-y-tecnologica-de-colombia/conservacion-de-alimentos/ekomilk/47618683>.

35. Scrib. [Online]. [cited 2024 Julio 17. Available from: <https://es.scribd.com/document/365770662/Densidad-en-Leche-Metodo-Picnometro-y-Lactodensimetro>.
36. Studocu. [Online]. [cited 2024 Julio 20. Available from: <https://www.studocu.com/pe/document/siena-college/business-statistics-i/determinacion-de-densidad-de-la-leche/5297756>.
37. Agrocalidad. [Online]. [cited 2024 Agosto 10. Available from: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/leche1.pdf>.
38. Agrocalidad. [Online]. [cited 2024 Junio 17. Available from: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/calech3.pdf>.
39. INEN. Gob.ec. [Online].; 2012 [cited 2024 Julio 21. Available from: [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento BL%20NTE%20INEN%209%20Leche%20cruda%20Requisitos.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento_BL%20NTE%20INEN%209%20Leche%20cruda%20Requisitos.pdf).
40. OnlineLibrary. [Online]. [cited 2024 Agosto 10. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1471-0307.1956.tb01764.x>.
41. M.1 MMM. Scielo. [Online].; 2013 [cited 2024 Julio 21. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n2/v11n2a11.pdf>.
42. O'Callaghan TF. Journal of Dairy Science. [Online].; 5 de octubre de 2016 [cited 2024 Agosto 10. Available from: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(16\)30667-1/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(16)30667-1/fulltext).
43. L.Abdellaoui1 2NKT\*FMDTWYTHNO. Agriscitech. [Online].; 31 de marzo de 2022 [cited 2024 Agosto 11. Available from: <https://agriscitech.eu/effect-of-feed-on-the-milk-protein-and-fat-composition/>.
44. ANDRÉS JM. Repositorio. [Online].; 2017 [cited 2024 Agosto 10. Available from: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12959/1/T-ESPE-002799.pdf>.
45. Peskett GL. Cambridge. [Online].; 1 de junio de 2009 [cited 2024 Agosto 10. Available from: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-dairy-research/article/abs/66->

[some-observations-on-cows-milk-poor-in-nonfatty-solids/1E0BB268117A4D57A9C344D2CA3BBD6C](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0302907064).

46. C. J. WILCOX KOPREM~JWB. Journal of Dairy science. [Online]. [cited 2024 Agosto 10. Available from: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(59\)90706-4/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(59)90706-4/pdf).
47. Vincent D. Journals. [Online].; Octubre 17 de 2016 [cited 2024 Agosto 10. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0163471&type=printable>.
48. P.Huhtanen. Journal of Dairy Science. [Online].; 2008 [cited 2024 Agosto 10. Available from: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(09\)70639-3/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(09)70639-3/fulltext).
49. T.W.Cassidy. Journal of Dairy Science. [Online].; 6 de agosto de 2012 [cited 2024 Agosto 10. Available from: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(12\)00485-7/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(12)00485-7/fulltext).
50. Gut. [Online]. [cited 2024 Agosto 10. Available from: <https://gut.bmj.com/content/19/11/1074>.
51. Portnoy M. Journal of Dairy Science. [Online].; de abril de 2021 [cited 2024 Agosto 10. Available from: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(21\)00468-9/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(21)00468-9/fulltext).
52. MF Mabrook MP. Scielo. [Online].; 2023 [cited 2024 Agosto 10. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877403000542?via%3Dihub>.
53. Poghossian A,GHySM. [Online].; 2019 [cited 2024 Agosto 10. Available from: <https://doi.org/10.1016/J.BIOS.2019.04.040>.
54. Rodica Caprita AC. Actavetscand. [Online].; 31 de marzo de 2003 [cited 2024 Agosto 10. Available from: <https://actavetscand.biomedcentral.com/articles/10.1186/1751-0147-44-S1-P87>.

55. Carlos E. Rodríguez GFSyDFG. Publicaciones.Inia. [Online].; 2015 [cited 2024 Agosto 10. Available from: <http://www.publicaciones.inia.gob.ve/index.php/zootecniatropical/article/view/367/277>.
56. F. PINKERTON AND I. I P. Journal. [Online]. [cited 2024 Julio 22. Available from: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(58\)90932-9/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(58)90932-9/pdf).
57. J. Zagorska IC. Semantics. [Online].; 2013 [cited 2024 Julio 22. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluation-of-Factors-Affecting-Freezing-Point-of-Zagorska-Ciprovi%C4%8Da/20b1cd22a98e78d588151dc3e26692973bc4c28b>.
58. Revistas. [Online].; 2021 [cited 2024 Julio 22. Available from: <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v7.0.3248>.
59. Rangel A. Scielo. [Online].; Noviembre 27 de 2013 [cited 2024 Agosto 10. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v17n2/v17n2a07.pdf>.
60. Krishnamoorthy P. Scielo. [Online]. [cited 2024 Julio 22. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S003452882100120X?via%3Dihub>.
61. Ruiyang Zhang WHWZSM. SCI. [Online].; 24 de junio 2014 [cited 2024 Agosto 10. Available from: <https://scijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.6800>.
62. CONtextoganadero. [Online].; 10 de Mayo 2024 [cited 2024 Agosto 10. Available from: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/por-que-ocurre-la-acidez-en-la-leche>.

