



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**“Patrón de comportamiento de las características físico-químicas de la leche en tres tipos de ganaderías”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista.

**AUTOR:**

Marcos Antonio Angamarca Espinoza.  
C.I 0705837011

**DIRECTOR:**

Dr. Yury Agapito Murillo Apolo.  
C.I. 0702650136

Cuenca - Ecuador

2019



## RESUMEN

El propósito de este estudio fue determinar el patrón de comportamiento de las características físico-químicas de la leche cruda en ganaderías correspondientes a la zona Andina de la provincia del Azuay. Se trabajaron con 30 ganaderías, 10 ganaderías grandes (>50ha), 10 medianas (6ha - 50ha) y 10 pequeñas (<5ha) todas ellas de vacas Holstein Friesen durante 6 meses. Se analizaron un total de 1381 muestras de leche cruda; 834 fueron de ganaderías grandes, 337 de ganaderías medianas y 210 de ganaderías pequeñas. Se analizó la grasa, SNG, sólidos totales, densidad, punto crioscópico, pH, minerales, agua y conteo de células somáticas (CCS) para mediante estos parámetros establecer la calidad de la leche cruda en relación con el tamaño de la ganadería. Esta investigación se realizó en el laboratorio de Lactología de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Cuenca. El estudio desarrollado fue de tipo cuasi-experimental y los resultados obtenidos se registraron en la base de datos de Excel para ser evaluados en el programa SPSS mediante la prueba de Kruskal-Wallis. Los resultados encontrados en cuanto a CCS mostraron diferencia estadística entre las ganaderías pequeñas y grandes comparadas con las ganaderías medianas que presentaron un menor CCS. En cuanto a las características físico-químicas de la leche cruda, los datos encontrados no manifestaron diferencia estadística significativa en relación con el tamaño de las ganaderías. Los valores evaluados se encuentran en el rango establecido por la NTE INEN 9: 2012.

**Palabras clave:** CALIDAD DE LECHE, CÉLULAS SOMÁTICAS, LECHE CRUDA.

**ABSTRACT**

The objective of this research was to determine the pattern of behavior of the physical-chemical characteristics of raw milk in livestock corresponding to the Andean area of the province of Azuay. For which 30 farms were sampled, 10 large farms (> 50ha), 10 medium (6ha - 50ha) and 10 small (<5ha) all of Holstein Friesen cows for 6 months. A total of 1381 samples of raw milk were analyzed, of which 834 were from large cattle raising, 337 from medium cattle raising and 210 from small cattle raising. The fat, SNG, total solids, density, cryoscopic point, pH, minerals, water and somatic cell count (CCS) were analyzed to establish the quality of the raw milk in relation to the size of the livestock through these parameters. This research was conducted in the laboratory of Lactology of the Career of Veterinary Medicine and Zootechnics of the University of Cuenca. The study developed was quasi-experimental and the results obtained were recorded in the Excel database to be evaluated in the SPSS program through the Kruskal-Wallis test. The results found in terms of CCS showed statistical difference between small and large herds compared to medium-sized farms that had a lower CCS. Regarding the physical-chemical characteristics of raw milk, the data found did not show significant statistical difference in relation to the size of the herds. The evaluated values are in the range established by the NTE INEN 9: 2012.

**Key words:** MILK QUALITY, SOMATIC CELLS, RAW MILK



## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	12
1.1	Objetivos .....	13
1.1.1	Objetivo general.....	13
1.1.2	Objetivos específicos.....	13
1.2	Hipótesis .....	13
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
2.1	Leche .....	14
2.1.1	Generalidades. ....	14
2.1.2	Definición.....	14
2.1.3	Composición de la leche.....	15
2.1.4	Milkotester, analizador automático de leche.....	22
2.1.5	Ekomilk, analizador de células somáticas de la leche. ....	23
2.1.6	Factores que influyen en la calidad de la leche. ....	23
2.1.7	Procesos industriales.....	27
2.1.8	Calidad higiénica de la leche. ....	28
2.1.9	Impacto sobre la salud pública. ....	28
2.1.10	Producción lechera en el Ecuador.....	29
2.1.11	Producción nacional y provincial. ....	29
3	MATERIALES Y MÉTODOS .....	32
3.1	Materiales.....	32
3.1.1	Materiales Físicos.....	32
3.1.2	Materiales Biológicos.....	32
3.1.3	Materiales Químicos .....	32
3.1.4	Materiales de Laboratorio. ....	32
3.2	Métodos .....	33
3.2.1	Áreas de Estudio .....	33
3.2.2	Metodología para la investigación experimental.....	34
3.2.2.1	<i>Diseño experimental</i> .....	34
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1	Recuento de células somáticas.....	36
4.2	Porcentaje de grasa de la leche.....	38



4.3	Porcentaje de solidos no grasos (SNG) .....	39
4.4	Porcentaje de sólidos totales (ST) en la leche .....	40
4.5	Densidad media de la leche. ....	41
4.6	Punto crioscópico medio (°C) .....	42
4.7	Porcentaje de proteína presente en la leche.....	43
4.8	Porcentaje de lactosa en la leche. ....	44
4.9	Cantidad porcentual de minerales en la leche. ....	45
4.10	Porcentaje de agua en la leche.....	46
4.11	Cantidad media de pH presente en la leche .....	47
4.12	CORRELACIONES.....	48
5	CONCLUSIONES .....	50
6	BIBLIOGRAFÍA .....	51
7	ANEXOS .....	59



## **INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Composición de la leche bovina de las razas más comunes. ....	16
<b>Tabla 2.</b> Requisitos para la leche cruda. ....	16
<b>Tabla 3.</b> Valores promedio de la composición de la leche .....	19
<b>Tabla 4.</b> Proteínas de la leche. ....	21
<b>Tabla 5.</b> Especificaciones del Mikotester .....	23
<b>Tabla 6.</b> Cantidad y destino de la leche a nivel nacional. ....	30
<b>Tabla 7.</b> Cantidad y destino de la leche en la provincia del Azuay. ....	31
<b>Tabla 8.</b> Correlación entre los parámetros físico-químicos de la leche cruda encontrada en los tres tipos de ganaderías.....	48



**INDICE DE FIGURAS**

**Figura 1.** Media de la cantidad de células somáticas/ml de leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. (Prueba de Kruskal Wallis), **a/b=** letras diferentes hay diferencia entre grupos. .... 36

**Figura 2.** Media de la cantidad porcentual de grasa de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis. .... 38

**Figura 3.** Media de la cantidad porcentual de sólidos no grasos de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis..... 39

**Figura 4.** Media de la cantidad porcentual de los Sólidos totales de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis..... 40

**Figura 5.** Densidad media (g/cc) de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis. .... 41

**Figura 6.** Punto Crioscópico medio (°C) de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis. .... 42

**Figura 7.** Media de la cantidad porcentual de proteína de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis. .... 43

**Figura 8.** Media de la cantidad porcentual de lactosa de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis. .... 44

**Figura 9.** Media de la cantidad porcentual de minerales de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis. .... 45

**Figura 10.** Media de la cantidad porcentual de agua de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis. .... 46

**Figura 11.** Cantidad media de los pH de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis. .... 47



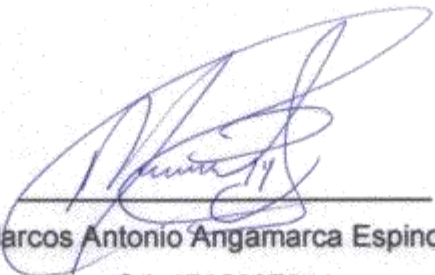
Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio  
Institucional

---

Yo, Marcos Antonio Angamarca Espinoza en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“Patrón de comportamiento de las características físico-químicas de la leche en tres tipos de ganaderías”**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 03 de enero de 2019



Marcos Antonio Angamarca Espinoza  
C.I. 0705837011





### Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Yo, Marcos Antonio Angamarca Espinoza, autor del trabajo de titulación **“Patrón de comportamiento de las características físico-químicas de la leche en tres tipos de ganaderías”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 03 de enero de 2019



Marcos Antonio Angamarca Espinoza  
C.I. 0705837011



## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios y la Virgen por bendecirme durante toda mi vida; a mi madre por su confianza puesta en mí, a mi familia y mi novia que de una u otra manera me han acompañado en mi carrera universitaria.

A la Universidad de Cuenca - Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, quien me formó profesionalmente y me facilitó las instalaciones para llevar a cabo esta investigación.

A mi Director de Tesis, Dr. Yury Murillo M.V.Z., Msc, al Dr. Luis Ayala M.V.Z., Msc quienes mediante sus conocimientos me supieron apoyar y guiar desinteresadamente.

A mis amigos por las experiencias vividas y los momentos inolvidables que hemos compartido en el proceso de nuestra formación.



## DEDICATORIA

Este trabajo de tesis va dedicado primeramente a Dios por darme la fortaleza, salud y bienestar para poder concluir una de muchas metas planteadas a lo largo de mi vida.

A mi mamá Blanca Espinoza por su paciencia y apoyo incondicional tanto en los buenos y malos momentos durante mi formación académica.

A mi hermana Johana por saberme guiar y aconsejar en cada circunstancia de mi camino brindándome su cariño, tolerancia y ayuda absoluta. A mis hermanos, Luis y Ariana por ser parte fundamental de mi vida y por el gran afecto que nos tenemos.

A mi novia Estefanía por su amor, paciencia, confianza y cariño durante todos estos años, lo cual me ha ayudado a concluir con este propósito.

A mis abuelitos Zoila y Hector, a Don Zoilo Matailo, a mis tíos, sobrinos y a toda mi familia por siempre estar presentes y preocuparse por mi prosperidad.

A los padres y hermano de Estefanía, por hacerme sentir parte de su familia y por su gran calidad humana.



## 1 INTRODUCCIÓN

La leche cruda y sus derivados son los productos alimenticios de mayor demanda a nivel mundial debido a su alto valor nutricional, por lo que se considera un alimento necesario para la población en general. En el Ecuador, se producen alrededor de 5,6 millones de leche/día, la región Sierra es la mayor productora con 64,31% de leche, seguido de la Costa con el 29,99% y la Amazonía con el 5,67 %. La provincia del Azuay se encuentra en tercer lugar a nivel nacional en producción láctea con 482.401 litros (INEC, 2017).

En un estudio realizado por Vázquez et al. (2016) se obtuvieron datos que procedieron a realizar mediante cálculos de frecuencias por vaca, por cuartos mamarios totales y por hatos obteniéndose una prevalencia de mastitis subclínica de  $53.3 \pm 0.5$ ;  $19.4 \pm 0.2$  y  $65.6 \pm 1.1\%$  respectivamente, concluyeron que el estado sanitario de la glándula mamaria de las vacas en la provincia del Azuay es en general bueno. Según la norma INEN 9 (2012) un conteo de células somáticas menor o igual a 300.000 cél/ml se considera apta para el consumo humano. A menor número de células somáticas mayor es su calidad sanitaria.

Las mayores limitaciones para obtener una leche cruda de buena calidad están ligadas a los aspectos de deficiencias en la conducción del pastoreo, desconocimiento de dietas y de los rendimientos forrajeros, uso no racional del concentrado, ineficiencia en la crianza de terneras y afectaciones al ordeño, las cuales son típicas de las explotaciones grandes, medianas y pequeñas especializadas con ganado Holstein (Guevara, Lazcano, Arcos, Torres y Guevara, 2016).

Si bien son incuestionables las cualidades nutritivas de la leche y los productos lácteos, no es menos cierto que, desde su síntesis en la glándula mamaria hasta su llegada al consumidor, están sometidos a un gran número de riesgos que hacen peligrar la calidad original. Estos riesgos dependen de las condiciones de transporte, conservación y manipulación hasta la planta de procesamiento (De los Reyes, Molina y Coca, 2010).



## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo general

Determinar el patrón de comportamiento de las características físico-químicas de la leche en tres tipos de ganaderías.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar las características físicas de la leche durante 6 meses en tres tipos de ganaderías.
- Valorar las características químicas de la leche durante 6 meses en tres tipos de ganaderías.
- Establecer la relación entre el tamaño de ganadería y las características físico-químicas de la leche en el tiempo evaluado.

## 1.2 Hipótesis

**Ha:** las características físico-químicas de la leche se ven afectadas por el tamaño de la ganadería.



## 2 REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Leche

#### 2.1.1 Generalidades.

La leche es una importante fuente nutritiva debido a la cantidad de proteínas y vitaminas que posee, siendo considerada indispensable para la dieta diaria del ser humano (Bonilla, 2008).

Debido a la alta demanda que existe de este producto, el desafío para quienes trabajan en el sector lechero no sólo es producir grandes cantidades de leche para la comercialización, si no también generar un alimento de alta calidad higiénica que asegure la salud pública de sus consumidores (De los Reyes et al., 2010).

La leche se considera como un medio homogéneo formado básicamente de tres partes o fases:

- La emulsión del material graso en forma globular.
- La suspensión de la caseína ligada a sales minerales.
- La fase hídrica o solución como el medio general continuo.

(UNAD, 2016)

#### 2.1.2 Definición.

De acuerdo al Codex Alimentarius (1999), la leche es la secreción mamaria normal de animales lecheros, obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior.

Conforme a lo que manifiesta la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 009 (2015), la leche es el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o varios ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo.



### **2.1.2.1 Leche cruda**

Leche que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento es decir, su temperatura no ha superado la de la leche inmediatamente después de ser extraída de la ubre (no más de 40°C) o no haya sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición (NTE INEN 009, 2015).

### **2.1.2.2 Leche de calidad**

Una leche de calidad es aquella que posee una composición (grasa, proteína, lactosa, vitaminas y minerales) de excelencia, que presenta bajos recuentos microbianos (higiénica), libre de patógenos, sin contaminantes físico-químicos y con adecuada capacidad para ser procesada (SOLID, 2010).

### **2.1.3 Composición de la leche.**

La estructura composicional de la leche establece su valor nutricional y aptitud industrial, pudiendo variar su composición entre diferentes especies y dentro de la misma especie por efecto de factores relacionados con la raza (Tabla 1), intervalo entre ordeños, cuartos de la ubre, estaciones climáticas, alimentación, enfermedades, temperatura ambiental, edad, etc. (Páez, López, Salas, Spaldillero, y Verde, 2002).

En un estudio realizado por Bonifaz y Gutiérrez (2015) se menciona que la composición y producción de la leche se encuentra relacionada con la alimentación de las terneras y al no ser considerado en el hato ganadero, podría disminuir su desempeño productivo y reproductivo de la ternera al llegar a su madurez sexual.

Por otra parte, Cedeño et al. (2015) afirma que la calidad de la leche cruda se ve afectada por factores que se presentan desde el ordeño de la vaca, el transporte de la leche y en el procesamiento de la misma.

**Tabla 1.** Composición de la leche bovina de las razas más comunes.

Raza	Agua	Grasa	Proteína	Lactosa	Cenizas	Sólidos totales
<i>Jersey</i>	85,47	5,05	3,78	5,00	0,70	14,53
<i>Brown Swiss</i>	86,87	3,85	3,48	5,08	0,72	13,13
<i>Holstein</i>	87,72	3,41	3,32	4,87	0,68	12,28

Fuente: (Zavala, 2005).

### 2.1.3.1 Propiedades Físico-químicas

La leche es un producto de gran complejidad química y física constituida principalmente por agua y elementos nutritivos, tales como: grasa, glúcidos, proteínas, gran cantidad de minerales y una variedad de vitaminas (Alves, 2006). Los glóbulos grasos y las vitaminas liposolubles se encuentran en forma de emulsión, mientras que la lactosa, proteínas del suero, minerales, vitaminas hidrosolubles y sustancias nitrogenadas no proteicas se encuentran disueltas en el agua de la leche formando una solución. Las proteínas, en forma de micelas de caseína se presentan en dispersión coloidal (Romero, 2016). En la Tabla 2, se presentan las propiedades fisicoquímicas de la leche, las cuales sirven para controlar que la leche no haya sufrido alteraciones ni adulteraciones.

**Tabla 2.** Requisitos para la leche cruda.

Parámetro	Leche cruda
Células somáticas	Normal $\leq$ 300.000 cél/ml Fuera de lo normal $>$ 700.000 cél/ml
Materia grasa	min. 3,0%
Sólidos no grasos	Min. 8,2%
Sólidos totales	min. 11,2%
Densidad	20°C (min. 1,028; máx. 1,032)
Punto Crioscópico	min. -0,536°C; máx. -0,512°C
Proteínas	min. 2,9%
Lactosa	4,7%
Minerales	0,72%
Agua	0,0%
pH	6,6-6,8
Temperatura	21°C

Fuente: (NTE INEN 0009, 2012).





## a) Propiedades Físicas

### ❖ Características organolépticas

Son todas aquellas que se aprecian en forma simple y rápida con ayuda de nuestros sentidos, como: color, olor, sabor y textura (Ochoa, 2010).

- **Color.-** Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.
- **Olor.-** Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.
- **Aspecto.-** Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas (NTE INEN 009, 2015).
- **Sabor.-** Ligeramente azucarado por su alto contenido de lactosa, el sabor de la leche al final de la lactancia es ligeramente salada, debido al aumento de cloruros (Serrano, 2017).

### ❖ Otras propiedades físicas

- **Densidad.-** Es la relación entre la masa el peso y el volumen del cuerpo (la variación del peso con respecto al volumen). La leche posee una densidad relativa entre 1,029 y 1,032 g/cc a una temperatura de 15-20°C (NTE INEN 009, 2015).
- **Concentración de hidrogeniones (pH).-** La leche normal posee un pH de 6,6 a 6.8 a 20°C (García, Martínez, Moncada y Pelayo, 2011). En la leche fresca no hay ácido láctico, pero este ácido se produce cuando la lactosa de la leche se fermenta con el paso del tiempo (Guerrero y Rodríguez, 2010).
- **Acidez.-** La acidez de la leche es producida por el crecimiento de las bacterias ácido-lácticas que transforman la lactosa en ácido láctico, acético y propiónico; ácidos grasos y acetona provenientes de la utilización de las grasas. El metabolismo de las proteínas produce indicadores de putrefacción como indol, estos metabolitos llegan a desestabilizar la leche por aumento de la acidez, fruto de la proliferación bacteriana (Viera, 2013).
- **Punto crioscópico (punto de congelación).-** Es un método que permite determinar adulteraciones de la misma, específicamente adición de agua. La leche debido a su composición, principalmente de los minerales y la lactosa, hacen que su punto de congelación sea inferior al del agua, sabiendo que el del agua es de 0°C, las proteínas y la grasa contenida en la leche, no tienen



influencia directa en esta propiedad. La adición de agua en la leche es directamente proporcional al aumento del punto de congelación, porque los solutos de la leche son diluidos. El índice crioscópico de la leche oscila entre los siguientes valores  $-0.536$  y  $-0.512^{\circ}\text{C}$  (NTE INEN 009, 2015).

- **Células somáticas.-** Son células epiteliales que se encuentran en la glándula mamaria encargadas de sintetizar los componentes de la leche como la grasa, proteína y lactosa. Durante la lactancia temprana estas se encuentran en mayor cantidad y son más activas (Cerón, Agudelo y Maldonado, 2007), incluyen leucocitos polimorfonucleares del 1 – 11%, linfocitos 10 – 27% y macrófagos 54 – 83% (Mera, 2013).

- **Conteo de células somáticas (CCS).-** Este procedimiento es de gran importancia ya que se puede conocer si la leche obtenida de la glándula mamaria es de buena calidad, además es usado como un indicador de la salud de la misma. El recuento de células somáticas es el número de células por mililitro de leche, por consiguiente un indicador útil para la concentración de leucocitos en leche (Echeverri, Jaramillo y Restrepo, 2008).

En las ganaderías productoras de leche un conteo de células somáticas menor a 300.000 cél/ml se considera bajo, mientras que un recuento mayor a 700.000 cél/ml se considera alto, indicando que la leche proviene de hatos con alta incidencia de mastitis clínica, es decir, un alto CCS está directamente asociado con el ataque de bacterias en la glándula mamaria bovina. Sin embargo, es importante tener en cuenta, que un CCS aparentemente normal, también puede ser indicativo de la presencia de mastitis subclínica en el rebaño (García, Sánchez, López, y Benítez, 2018).

- **Factores que influyen sobre el conteo de células somáticas en la leche.**

El conteo de células somáticas depende del manejo y de los aspectos técnicos, que están relacionados con el transporte, almacenamiento y manejo de las muestras que se transportan al laboratorio. Además el CCS está influenciado por factores como: estado de lactancia, heridas de la



ubre, presencia de infección, número de cuartos mamarios afectados, estrés, época del año, variación a lo largo del día, edad de la vaca (Sánchez & Elizondo, 2010)

Es importante realizar un adecuado tratamiento de secado de la vaca, ya que cuando se presentan inconsistencias del mismo puede ser a causa de altos recuentos de células somáticas durante la primera semana posterior al parto. De igual manera, al final de la lactación, el conteo celular tiende a aumentar automáticamente y debido a que se provoca una disminución en el volumen de leche producida, se aumentará el CSS en aquellas vacas que presentan mastitis subclínica. Igual situación ocurre una vez que la vaca entra en el período seco, pues se aumenta el número de células somáticas que pasan a la leche y dado que hay una disminución del volumen de leche producido, se concentrarán mayor cantidad de células (Hernández y Bedolla, 2008).

**b) Propiedades Químicas**

La composición química de la leche y la concentración de los diferentes componentes (Tabla 3) es muy compleja y completa, lo que refleja su gran importancia en la alimentación de las crías.

**Tabla 3.** Valores promedio de la composición de la leche

Componente	Valor (%)
Agua	86.9
Proteína	3.5
Grasa	4
Lactosa	4.9
Ceniza	0.7

Fuente: (Beltrán, 2016).

- **Agua.-** Representa el 87% del contenido total de la leche y el resto está integrado por sólidos disueltos o sólidos totales. Su porcentaje puede variar debido a una alteración de la cantidad de proteínas, lactosa y, sobre todo, grasa (García et al., 2011).



El agua se puede encontrar en dos formas, el agua libre y el agua de enlace. El agua libre es la de mayor cantidad y en ella se mantiene en solución la lactosa y las sales. El agua de enlace, es la que encontramos retenida en las fases de emulsión y suspensión debido a que carece de la capacidad para disolverse ya que se encuentra unida a proteínas ocupando cerca del 70% del espacio dentro de las micelas de proteínas (Chacón, 2017).

- **Sólidos totales.-** Los sólidos totales de la leche corresponden al contenido de grasa, lactosa, proteínas y minerales con excepción del agua; se calcula como la diferencia que hay entre el porcentaje de agua con respecto al cien por ciento. A mayor contenido de sólidos totales mayor es el rendimiento al momento de procesar la leche para obtención de queso u otros derivados (Hershberger, 2012).

- **Grasa.-** Son sustancias de reserva energética que aportan energía y vitaminas siendo de importancia nutricional y económica. La grasa láctea se sintetiza en su mayoría en las células secretoras de la glándula mamaria y consta de ácidos grasos, glicerina, fosfolípidos y otros componentes en menor proporción. El contenido total de lípidos y de ácidos grasos pueden variar debido a cambios en la dieta, raza del animal y el estado de lactancia en un 3 y 6 %, pero su contenido normalmente suele estar entre 3,5 % y 4,7 % (Benjamín, 2011).

La grasa, en la leche se encuentra en estado de suspensión, formando miles de glóbulos de tres a cuatro micras de diámetro por término medio, variando de 1 a 25 micras. Cuando se deja la leche en reposo, estos glóbulos ascienden formando una capa de nata (Zavala, 2005).

- **Lactosa (Carbohidratos).-** El contenido de hidratos de carbono en la leche es aproximadamente del 4%. La lactosa es el carbohidrato con mayor presencia en la leche, además es un disacárido que se degrada a monosacáridos, glucosa y galactosa, durante la digestión, gracias a la enzima lactasa. Esta azúcar es casi exclusiva de la leche y no se encuentra prácticamente en otro producto natural (Abril y Pillco, 2013). Representa alrededor del 54% de los sólidos no grasos en la leche y



constituye cerca del 30% de energía (glucosa) aportada en la leche entera (Miller, Jarvis y McBean, 2000).

La cantidad de lactosa presente en la leche depende de la salud de la ubre y la raza del animal, el contenido de lactosa de la leche se incrementa ligeramente por sobrealimentación de hidratos de carbono, especialmente de los solubles, o disminuye por mastitis en la ubre (Miller et al., 2000).

- **Proteínas.-** La leche contiene entre el 3 y 4 % de proteínas, su contenido es importante en la industria láctea debido a que influye en el rendimiento y los procesos tecnológicos de la leche; las proteínas lácteas se las categorizan en tres grupos: las proteínas del lactosuero, las proteínas de la membrana del glóbulo graso y las caseínas (Tabla 3). Esta última es una proteína exclusiva de la leche que contiene todos los aminoácidos esenciales que necesitamos (García, Montiel y Borderas, 2014).

**Tabla 4.** *Proteínas de la leche.*

Proteína		Descripción
Caseínas (80%)	Caseína	Proteína más abundante, estable ante la presencia de calor, presenta tres tipos ( $\alpha$ , $\beta$ y Kapa caseína). Su valor biológico se debe al contenido de aminoácidos esenciales que se separan de la parte acuosa por acción de enzimas como la renina o quimiocina (precipitan la proteína en la elaboración de quesos).
Proteínas séricas (20%)	Albúmina	Se desnaturaliza fácilmente al calentarlas, por lo que se produce destrucción de la proteína sérica durante el calentamiento.
	Globulinas	Alto peso molecular, están preformadas en la sangre, también es posible que se produzcan en el parénquima mamario. Durante la lactación experimentan muchas fluctuaciones.

Fuente: (Agudelo y Bedoya, 2005).



- **Minerales.-** Son elementos necesarios en la constitución de células y fluidos del organismo. Los minerales que se encuentran en la leche están en una proporción entre 0.6 – 0.8% del peso de la leche (Bonilla, 2008). La leche de vaca contiene en mayor cantidad calcio, fósforo, potasio, cloro y sodio que tienen una gran importancia nutricional y a nivel industrial. Los minerales que se encuentran en menor cantidad o constituyentes menores son: zinc, cobre, hierro, yodo y manganeso, estos aunque están en menor cantidad son también importantes en la dieta alimenticia y algunos como el cobre y el zinc actúan como catalizadores en la reacciones de oxidación de las grasas (Agudelo y Bedoya, 2005).

#### **2.1.4 Milkotester, analizador automático de leche.**

La función del analizador de leche es realizar un análisis rápido de leche en grasa (FAT), sólidos no grasos (SNF), proteínas, lactosa y agua, contenidos en porcentajes, temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), punto de congelación, sales, sólidos totales, así como la densidad de la muestra directamente después del ordeño, en la recogida y durante el procesamiento.

- Fácil de usar: simple operación, mantenimiento, calibración e instalación.
- Diseño portátil y compacto.
- Necesita baja cantidad de leche cruda.
- Bajo consumo de energía.

Lo que respecta a condiciones ambientales:

- Temperatura ambiente  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $40^{\circ}\text{C}$ .
- Temperatura de la leche  $-1^{\circ}\text{C}$  a  $40^{\circ}\text{C}$ .
- Humedad relativa  $-30\%$  a  $80\%$ .

En la tabla 5, se detallan las especificaciones del equipo.

**Tabla 5.** Especificaciones del Mikotester

Parámetros	Rango de medición	Precisión
FAT	0,01 – 25%	+– 0,1%
Sólidos no grasos	3 – 15%	+– 0,15%
Densidad	1015 – 1160 kg/m <sup>3</sup>	+– 0.3 kg/m <sup>3</sup>
Proteína	2 – 7%	+– 0,15%
Lactosa	0,01 – 6%	+– 0,2%
Agua añadida	0 – 70%	+– 3%
Temperatura de la muestra de leche	1°C – 40°C	+– 1%
Punto de congelación	-0,4°C - -0,7°C	+– 0,001%
Sales	0,4 – 1,5%	+– 0,05%

Fuente: (Damaus, 2015).

### 2.1.5 Ekomilk, analizador de células somáticas de la leche.

Son analizadores ultrasónicos automáticos portátiles para verificar la calidad de la leche. Estos equipos son ideales para centros de acopio e industrias lácteas. Los analizadores ultrasónicos de la leche de Ekomilk se diseñan para el análisis rápido y rentable de los contenidos de células somáticas (La Raíz S.A., 2013).

### 2.1.6 Factores que influyen en la calidad de la leche.

Martínez y Sánchez (2007) mencionan que sobre la calidad de la leche influyen factores genéticos y de medio ambiente (nutricionales y de manejo).

#### 2.1.6.1 Factores genéticos

Los factores genéticos son responsables al menos en un 45%.

#### 2.1.6.2 Factores nutricionales y de manejo

Estos factores influyen en un 55%.



a) **Estado de lactación.**

En la ganadería, además de tomar en cuenta el porcentaje de grasa o proteína dentro de un sistema de alimentación exitoso, es necesario tener en cuenta que la evolución de dichos porcentajes se encuentra relacionado con el estado de lactación medio de su rebaño (días en leche, DEL).

b) **Edad.**

La influencia de la edad es relativamente poco importante si la tasa de reposición del rebaño es normal ( $n^{\circ}$  medio de partos = 3), por ejemplo: el descenso en el porcentaje de lactosa con la edad es:

- de 2 a 4 años: 0.13%
- de 4 a 6 años: 0.16%
- de 7 a 8 años: 0.25%

(Martínez y Sánchez 2007).

c) **Medio ambiente.**

Las condiciones ambientales tienen influencia estacional en la producción y composición de la leche. Durante el verano en las regiones cálidas se establece un descenso acentuado en ambos parámetros. Las temperaturas elevadas ejercen un efecto negativo sobre el comportamiento digestivo de los animales, reduciéndose el consumo de materia seca total. Además ocurren alteraciones fisiológicas que modifican el funcionamiento del rumen. Ambos fenómenos determinan:

- Un menor consumo de energía.
- Reducción en el consumo de fibra.
- Reducción en el aporte de proteína.
- Reducción en el aporte de minerales.

Por tanto, el medio ambiente repercute en la cantidad de nutrientes aportados al organismo.

(Vélez, 2013)





**d) Manejo de la alimentación.**

El empleo de pastos de alta calidad en la alimentación de la vaca lechera da como resultado un aumento en la producción láctea y en los rendimientos en grasa y proteína lácteas.

El aporte de una elevada cantidad de concentrados dos veces por día determina unos resultados en producción y composición de la leche que pueden mejorarse sustancialmente aumentando el número de veces por día en que se realiza el aporte.

El efecto conseguido sobre porcentaje de grasa es notable. El uso de raciones completas mezcladas elimina el efecto debido a la mayor frecuencia de alimentación. El aporte de agua es el factor nutricional más determinante de la producción lechera, un suministro inadecuado en cantidad o calidad produce un descenso drástico en la producción de leche modificando los porcentajes de grasa y proteína (Martínez y Sánchez, 2007).

**e) Enfermedades.**

La principal enfermedad que altera la composición de la leche es la mastitis a causa de la modificación de la permeabilidad del tejido secretor que provoca un descenso en el contenido de lactosa y potasio y aumento en los contenidos de sodio y cloro. Otras enfermedades que repercuten en la composición de la leche son la acidosis ruminal que determina el “síndrome de caída de la grasa” y la cetosis subclínica que se acompaña de un descenso acentuado de la proteína láctea (Martínez y Sánchez, 2007).

**f) Influencia hormonal.**

La relación insulina/somatotropa determina la partición de los nutrientes absorbidos por el organismo hacia cada tipo de tejidos. La relación no es constante, tiene un mínimo al comienzo de la lactación y va aumentando al avanzar esta (Martínez y Sánchez 2007).

**g) Época del año.**



Los porcentajes de grasa y de proteína son más altos durante el invierno y más bajos durante el verano. Esta variación está relacionada con cambios en la disponibilidad y calidad de los alimentos y las condiciones climáticas. Durante el verano los pastos son bajos en fibra y se reducen los niveles de grasa en la leche. Además la alta temperatura y humedad relativa, disminuyen los niveles de consumo. Durante el invierno disminuye la disponibilidad y la calidad de los alimentos (pastos y forrajes), por lo que aumentan los niveles de grasa en leche, pero se reduce la producción de leche. Cuando la temperatura se encuentra por encima de los 30°C se reduce la producción de leche, además de los niveles de grasa y proteína, debido a la reducción del ingreso de energía a través de la dieta. La combinación del estrés calórico, con la pobre suplementación o una dieta basada solamente en forrajes condiciona en la lactancia temprana y media a una disminución de los rendimientos lácteos (Beltrán, 2016).

#### **h) Rutina de ordeño**

La rutina de ordeño es fundamental para la obtención de una cantidad y calidad de leche adecuada, y depende especialmente del personal encargado del ordeño y de las condiciones de bienestar animal ofrecidas en el sitio de ordeño. El ordeño de los animales, es donde se debe prestar valiosa atención, ya que de nada sirve tener una excelente genética bovina y dar excelentes condiciones de manejo, si se descuida la higiene y la rutina en el ordeño (Gonzales, 2015).

#### **i) Ordeño manual**

Ordeñar manualmente es extraer la leche contenida en la cisterna del pezón con las manos; el ordeñador presiona el pezón, sin lesionarlo, para la extracción de la leche. El ordeño manual se puede realizar a mano llena si el pezón es de tamaño normal, o con dos dedos si el pezón es de tamaño pequeño. Una mala utilización de la técnica de ordeño puede causar estrés en la vaca, lesión en pezones e infección en la glándula mamaria (Martínez et al., 2011).

#### **j) Ordeño mecánico**



Es la extracción de leche de la ubre por medio de máquinas que funcionan simulando la acción del ternero mediante la aplicación de vacío cuando este es alimentado con biberones y mamila de hule (Ortiz, Gutiérrez, Rodríguez, y Olivera, 2014).

Cuando existe una mala calibración del vacío en las bombas o un desgaste excesivo de las pezoneras se producirá lesiones en los pezones y ubre como desarrollo de fibromas y pobre calidad de leche por acumulación y residuos de leche. Mein, Douglas, Shuring y Ohnstad (2011) mencionan que entre los problemas frecuentes en una rutina de ordeño mecánico, existe la transferencia de bacterias causantes de la mastitis entre vacas o entre pezones al tiempo del ordeño ya que fluctuaciones de vacío en la unidad permiten que la leche se mueva entre pezoneras. Si la vaca que está siendo ordeñada tiene uno o más ubres mamarias infectadas, este proceso transfiere patógenos a las superficies de otros pezones. Después del ordeño, las superficies de las pezoneras pueden transportar bacterias que se originaron en la superficie del pezón o en la leche de ese animal. Estas bacterias luego son transferidas al siguiente animal cuando la máquina es aplicada.

En definitiva, el empleo tanto del ordeño mecánico como del ordeño manual es válido mientras se efectúe una correcta rutina de ordeño con las condiciones adecuadas para obtener leche de excelente condición sanitaria. En el caso del ordeño mecánico, el aseo post ordeño de todo el sistema de máquinas que haya tenido contacto con los animales y la leche repercute en mayor cantidad para la obtención de leche con buena calidad (Ortiz et al., 2014).

### **2.1.7 Procesos industriales.**

La leche cruda, para su comercialización y consumo no sería apta sin ser sometida a ciertos procesos industriales que aseguraran que la carga microbiana este dentro de los rangos permitidos. Para que la leche tenga garantías de salubridad debe haber sido ordeñada con métodos modernos e higiénicos de succión en los cuales no hay contacto físico con la leche. Después de su ordeño, ha de enfriarse y



almacenarse en un tanque de leche en agitación y ser transportada en cisternas isotermas hasta las plantas de procesado (Cedeño et al., 2015).

En dichas plantas antes de su descarga deben realizar los análisis correspondientes tanto físicos como químicos, organolépticos, bacteriológicos (detectan bacterias patógenas y antibióticos), para ver que cumplan con los parámetros requeridos para el consumo, y la leche que no cumple con los requisitos de calidad, debe ser rechazada (Zamorán, 2014).

### **2.1.8 Calidad higiénica de la leche.**

La obtención de una leche de calidad higiénica va a involucrar la planificación y realización de una serie de actividades que contribuyan con el cumplimiento de los parámetros mínimos para producir leche apta para el consumo humano y para la elaboración adecuada de productos lácteos. Entre los requisitos básicos para conseguir una leche de calidad higiénica se hallan: el contar con áreas apropiadas para realizar el ordeño, la adecuada utilización, limpieza y almacenamiento de utensilios junto a la continua capacitación y motivación al personal encargado de las labores de producción láctea (SOLID, 2010).

### **2.1.9 Impacto sobre la salud pública.**

Para que el producto no sea un problema tanto para el consumidor como para la salud pública, el control higiénico-sanitario de las vacas lecheras y de la ordeña es fundamental para garantizar la composición de la leche y reducir el riesgo de transmisión de agentes de enfermedades. Tanto la refrigeración después de la ordeña y el transporte en frío permite aumentar la vida media de la leche cruda (De los Reyes et al., 2010).

La evaluación de la calidad de la leche cruda mediante pruebas físico químicas complementadas por exámenes microbiológicos posibilita la identificación de los productores con buenas prácticas de manejo de los que no las tienen. La pasteurización de la leche con calidad, asegura la distribución de un producto exento de riesgos para la población lo que es aplicado también para todos sus derivados, por lo que se sugiere:



- A los propietarios mantengan saludables a las vacas lecheras; también que hagan un control de sanidad e higiene de las instalaciones y los equipos destinados a la ordeña y almacenamiento de la leche cruda.
- Que los responsables de los centros de acopio agilicen y modernicen el sistema de transporte de leche hacia la industria láctea.
- Que la industria láctea mantenga un control adecuado de la leche que se reciba y que los procedimientos analíticos, aseguren la calidad final del producto (Alvarado, 2012).

### **2.1.10 Producción lechera en el Ecuador.**

Según el III Censo Agropecuario Nacional del año 2000, la producción diaria de leche a nivel nacional se sitúa en 3'525.037 litros de leche diarios. En la Sierra se producen el 73% de la producción nacional, un 19% en la Costa y en el Oriente un 8%. La producción en la Provincia de Pichincha es la más importante con 720 mil litros de leche, es decir con el 20,44 % de la producción total, seguida por Manabí con el 9,41%, Azuay con el 8%, Cotopaxi y Chimborazo en el 7%, constituyendo estas 4 provincias el 53,22% de la producción nacional.

Según el censo agropecuario del año 2000, el 41,9% de la producción de leche correspondía a propiedades inferiores a las 20 hectáreas, el 59,9% restante en fincas superiores a las 20 hectáreas, es importante señalar que las propiedades inferiores a 1 hectárea aportan con el 6,37% de la producción de leche, este dato es importante rescatar ya que en su mayoría son productores pobres con 2 o 3 vacas por UPA. 78,7% tienen fincas con superficies inferiores a 20 hectáreas.

### **2.1.11 Producción nacional y provincial.**

#### **Nacional.**

La producción de leche en el Ecuador en el 2014 se situó en 5.596.361 litros/día. (Tabla 6).

**Tabla 6.** Cantidad y destino de la leche a nivel nacional.

<b>Característica</b>	<b>Total (litros)</b>
Número total de vacas ordeñadas	999.037,00
Alimentación en baldes	101.075,00
Destinado a otros fines	47.050,00
Vendida en liquido	3.790.358,00
Procesada en la UPA	919.447,00
Consumo en la UPA	738.432,00
<b>Producción total de leche</b>	<b>5.596.361,00</b>

Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2014).

De acuerdo a la encuesta de superficie y producción agropecuaria continua del 2017, la producción de leche a nivel nacional es de 5.135.405 litros/día. La región Sierra es la que más aporta con un 64,31 %, seguido de la Costa con el 29,99 % y el Oriente con el 5,67 %. En relación al promedio de litros de leche por vaca producidos, la región Andina que se destaca es la con 7,11 litros/vaca. La región Amazónica ocupa el segundo lugar con 4,29 litros/vaca y por último la región Litoral con 3,93 litros/vaca (INEC, 2017).

### **Provincial.**

En la provincia del Azuay, de acuerdo al censo realizado por el INEC (2014) la producción lechera fue de 609.431.00 litros/día (Tabla 7), sin embargo para el año 2017 la producción de leche tuvo un incrementó llegando a producir 482.401 litros/día (INEC 2017).

**Tabla 7.** Cantidad y destino de la leche en la provincia del Azuay.

<b>Característica</b>	<b>Total (litros)</b>
Número total de vacas ordeñadas	128.078,00
Alimentación en baldes	7.393,00
Destinado a otros fines	3.097,00
Vendida en líquido	410.755,00
Procesada en la UPA	94.463,00
Consumo en la UPA	93.720,00
<b>Producción total de leche</b>	<b>609.431,00</b>

Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2014)



### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Materiales

##### 3.1.1 Materiales Físicos

- Botas.
- Overol.
- Mandil.
- Recipiente para tomar muestras.
- Cooler.
- Computadora.
- Cuaderno de campo.
- Esferos.

##### 3.1.2 Materiales Biológicos

- Leche cruda.

##### 3.1.3 Materiales Químicos

- Solución Ekoprim.
- Reactivos de limpieza para el analizador de leche.

##### 3.1.4 Materiales de Laboratorio.

- Analizador de leche (Milkotester).
- Analizador de células somáticas (Ekomilk).
- Potenciómetro.
- Termo lactodensímetro con corrección a 15°C.
- Probeta de 250ml.
- Jarras.
- Jeringas.
- Pipetas.



## 3.2 Métodos

### 3.2.1 Áreas de Estudio

Esta tesis se desarrolló en 30 ganaderías, las cuales se encuentran localizadas en los diferentes cantones de la provincia del Azuay, con una duración de 6 meses.



Gráfico 1. Mapa político de la provincia del Azuay.

Fuente: (EcuRed, 2015).

- **Ubicación Política-Geográfica y Aspectos Ecológicos.**

La provincia del Azuay se encuentra localizada al Sur del Ecuador, en la cordillera de los Andes, a su vez localizada en la Región Interandina o Sierra, en su parte Austral. Su capital es la ciudad de Cuenca. El Azuay tiene una extensión territorial de 8.639 Km<sup>2</sup>, cuenta con una población de 599.546 habitantes, que representa el 4,93% de la población nacional, de los cuales el 312.594 pertenecen al área urbana, y 286.952 al área rural. Su clima varía, en la región occidental alcanza temperaturas entre 20 C a 33 C, mientras que en la zona andina, suele estar entre 10 C a 28 C (EcuRed, 2015).



- Límites:
  - Al norte: Provincia de Cañar,
  - Al sur: Provincias de El Oro y Loja,
  - Al este: Provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe,
  - Al oeste: Provincia del Guayas.

### **3.2.2 Metodología para la investigación experimental.**

#### **3.2.2.1 Diseño experimental**

Se utilizó el método de investigación descriptiva cuasi-experimental, los resultados de las mediciones fueron almacenados en una base de datos mediante el programa Microsoft Excel 2013. Posteriormente los datos fueron procesados en el paquete estadístico SPSS versión 24.0 para Windows, en el cual todos los resultados fueron analizados mediante la Prueba de Kruskal Wallis.

#### **3.2.2.2 Toma y envió de la muestra de leche cruda.**

Por un período de seis meses, se recogieron mensualmente durante los ordeños de la mañana, muestras individuales de leche bovina en cada una de las tres tipos de ganaderías analizadas.

- **Preparación.-** Antes de la toma de las muestras, se verificó la disponibilidad de los equipos de laboratorio y materiales de campo, los cuales se utilizaron de maneras apropiadas; limpias y secas.
- **Procedimiento.-** La recolección de las muestras de leche cruda se realizó del total del ordeño, aproximadamente unos 50ml, en envases limpios y secos se cerraron herméticamente y se procedió a la identificación con la respectiva información solicitada por el laboratorio.

Posteriormente, se colocaron las muestras de leche recolectada dentro del cooler y trasladamos inmediatamente al Laboratorio de Lácteos de la Facultad de Medicina Veterinaria, para su análisis correspondiente. La temperatura a la cual deben ser transportadas las muestras, debe oscilar entre 2 a 8° C.



### 3.2.2.3 *Análisis de las muestras en el laboratorio.*

El procedimiento del análisis de las propiedades físico-químicas de la leche cruda se lo realizó en el laboratorio de Lácteos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Cuenca. Una vez obtenidos los resultados se registraron en la base de datos. Este procedimiento fue realizado cada mes, durante seis meses, en cada una de las ganaderías.

➤ **Composición de la leche:**

Para este proceso utilizamos el analizador de leche, el cual determina las propiedades físico-químicas; se realizó lo siguiente:

- ✓ Se puso 10 ml de leche cruda de cada muestra en el tubo para luego ser colocado en el equipo analizador de las propiedades físico-químicas de la leche cruda.
- ✓ El equipo se demoró en procesar los resultados 60 segundos.
- ✓ Luego se registraron los resultados en la hoja de Excel.

➤ **Determinación del pH:**

- ✓ Se introdujo el electrodo del potenciómetro en la muestra de leche y se esperó que el equipo estabilice la lectura para poder registrarlo.

➤ **Conteo de células somáticas.**

- ✓ Se midió 10 ml de leche y se depositó en el equipo analizador de células somáticas junto con 5ml de reactivo Ekoprim.
- ✓ Se ordenó al equipo analizador de células somáticas para que inicie el análisis correspondiente.
- ✓ Se registró el resultado.

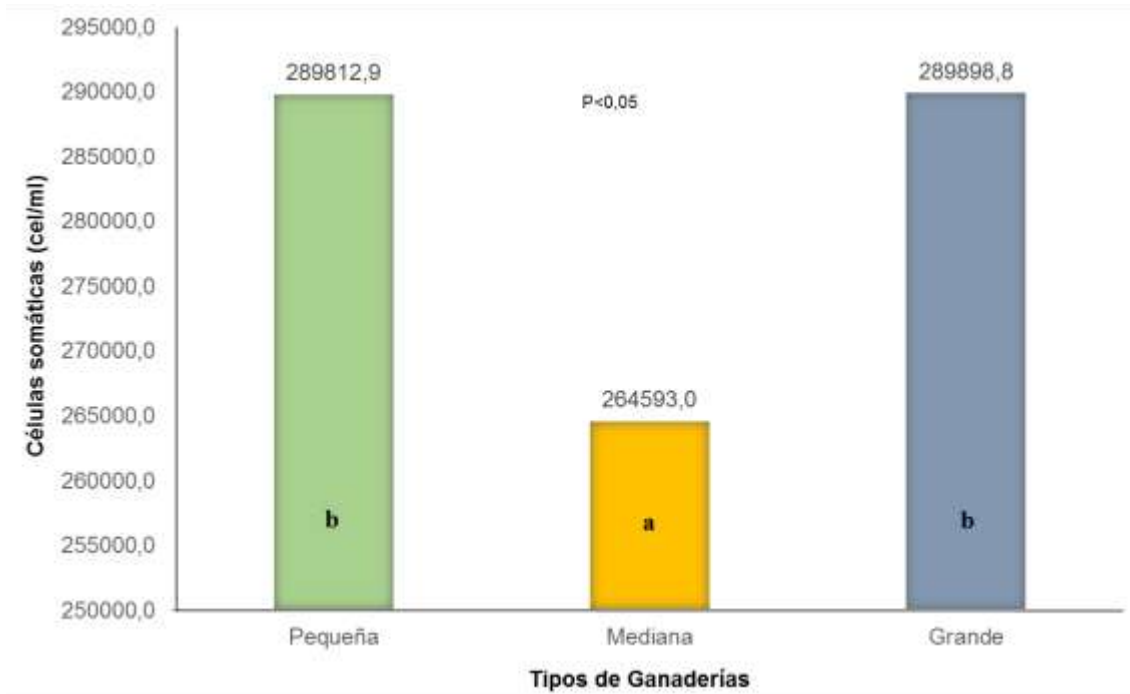
➤ **Densidad total.-** Para la determinación de la densidad se mezcló todas las muestras pertenecientes a una hacienda y se homogenizó totalmente, posterior a esto, se tomó una muestra de leche en una probeta (100ml) y se sumergió el lactodensímetro con suaves movimientos giratorios hasta que quede estable.

- ✓ Por último, se efectuó la lectura de la densidad total tomando como base la parte superior del menisco del lactodensímetro.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los objetivos planteados en la presente investigación, se obtuvieron los siguientes resultados, los mismos que fueron interpretados con el cumplimiento o no de los parámetros establecidos en la norma NTE INEN 0009 2012.

### 4.1 Recuento de células somáticas.



**Figura 1.** Media de la cantidad de células somáticas/ml de leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. (Prueba de Kruskal Wallis), **a/b**= letras diferentes hay diferencia entre grupos.

Fuente: (El Autor)

En la Figura 1. Podemos observar que existe un conteo de células somáticas por debajo de 400.000 cél/ml, lo cual es propia de los hatos que tienen buenas prácticas de manejo con animales con ubres sanas, esto coincide con estudios Jánosy y Baltay (2004) quienes han establecido que bovinos con cantidades menores a los 400.000 cél/ml son animales sin ningún tipo de afección en su glándula mamaria.

Además, no existe diferencia estadística entre el tipo de ganaderías pequeñas comparadas con las ganaderías grandes, sin embargo, si hay significancia con las

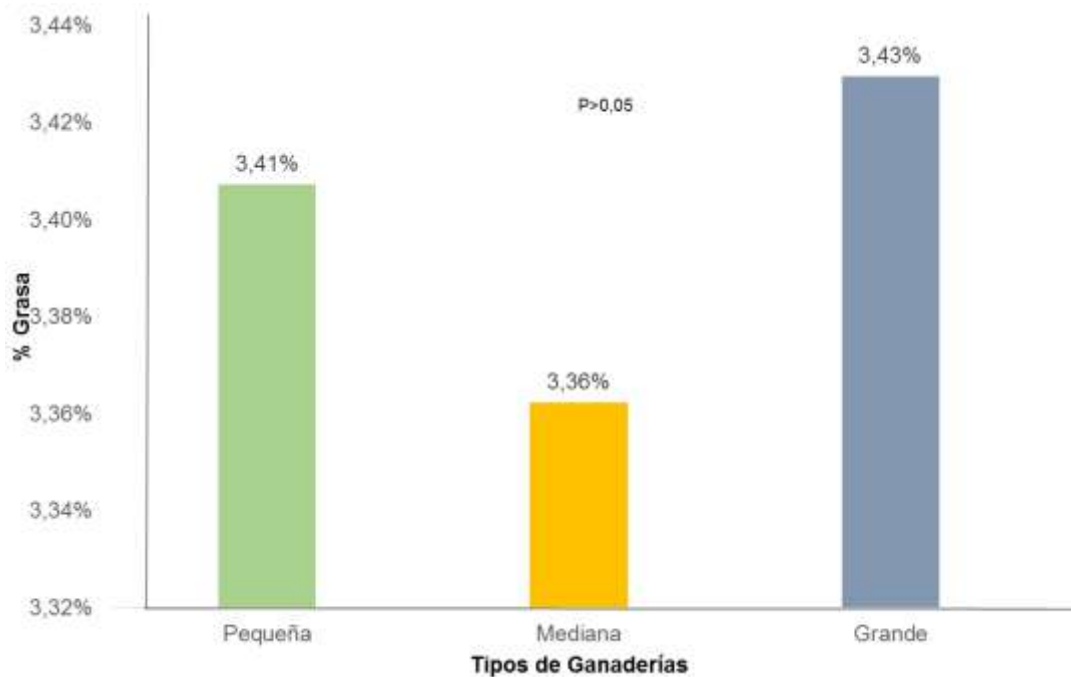


ganaderías medianas quienes presentaron un menor número de conteo de células somáticas, esto concuerda con Suarez (2016) quien encontró en predios medianos la presencia de mastitis subclínica, de acuerdo a los cuartos mamarios evaluados con un recuento superior a 250000 células/ ml.

No obstante, en un estudio realizado por Manjarrez et al. (2012) se observó que principalmente en hatos pequeños existía una mayor prevalencia de mastitis subclínica a causa de no realizar un ordeño adecuado e higiénico lo que predispuso el desarrollo de la enfermedad. La mastitis subclínica se caracteriza por la disminución del volumen de producción, y el aumento de células somáticas con cambios importantes en la composición de la leche, lo que afecta su calidad y la economía del productor. De igual manera Ramírez (2016) explica que en las ganaderías pequeñas hay mayor número de células somáticas que en las medianas y explica que la mala higiene de ubre, y del lugar de ordeño que se maneja en un establo pequeño hace estos resultados posibles. Por otra parte, un incremento en el recuento de células somáticas también puede deberse a la presencia de factores físicos como la presencia de heridas a causa de la intervención de personal no capacitado, tal como menciona De la Cruz González (2011) quien indica que en explotaciones menores de ordeño, donde se lo realiza de manera manual con el empleo de diferentes métodos como son a “mano llena”, “pellizco” y “pulgar” pueden causar lesiones en los pezones que incrementan el riesgo de entrada de bacterias a la glándula a través de la apertura del pezón y causando su inflamación e infección

Así mismo, en hatos grandes se puede observar el incremento de células somáticas debido al manejo inadecuado durante el ordeño en lo que respecta a las instalaciones e higiene, esto coincide con Ruesta (2018) quien afirma que hatos lecheros con mejores niveles tecnológicos y de mayor tamaño tienen alto recuento de células somáticas en la leche debido a un descuido en los índices de sanidad e infraestructura manifestados en sus ponderaciones.

## 4.2 Porcentaje de grasa de la leche



**Figura 2.** Media de la cantidad porcentual de grasa de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis.

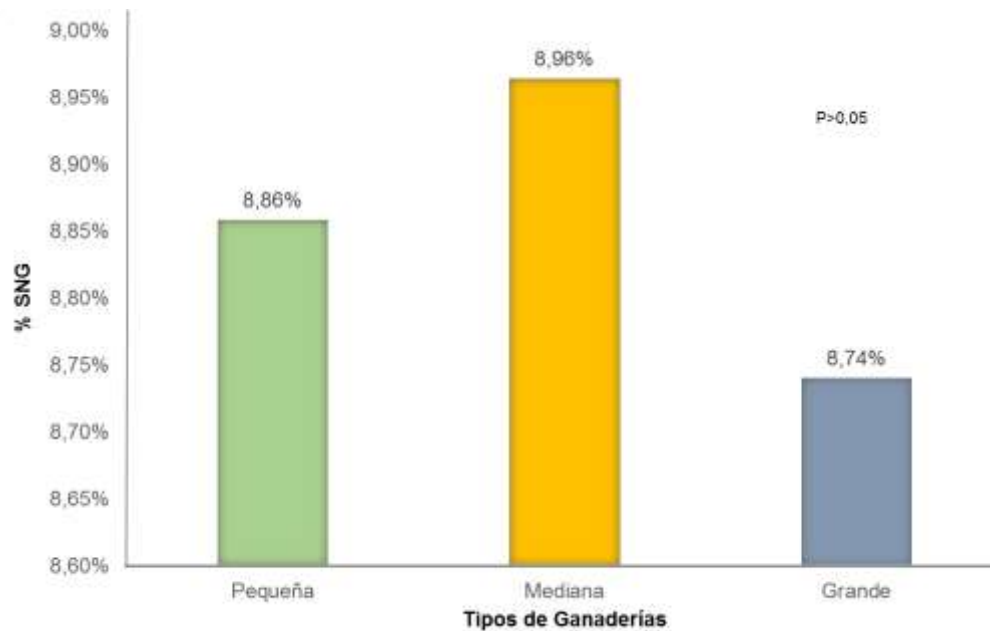
Fuente: (El Autor)

Lo que respecta a la media de la cantidad porcentual de grasa en la leche, se observa que no existe diferencia estadística en ninguno de las tres tipos de ganaderías en estudio (Figura 2), sin embargo, si hay una diferencia numérica, en donde los hatos medianos presentan una media porcentual más baja de grasa comprado con los hatos pequeños y grandes respectivamente.

El componente de la leche que presenta mayor variabilidad es la grasa esto puede ser causado por el tipo de alimentación que se brinda al ganado bovino, donde en ganaderías grandes es común que se administre una alta concentración de la fibra en la dieta o una inadecuada relación forraje/concentrado. Así, Botina y Ortiz (2013) afirma que cuanto mayor es la concentración de fibra, mayor es la de la grasa en la leche debido, a la proporción de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen en función de la diferencia de dietas.

Así mismo, la alimentación rica en forrajes que comúnmente se da en las haciendas pequeñas provoca una disminución en la producción lechera, causando un aumento en la grasa, esto coincide con Balarezo (2011) donde menciona que el alto contenido de grasa en leche es propia de pequeños productores así como también su bajo rendimiento de leche.

#### 4.3 Porcentaje de sólidos no grasos (SNG)

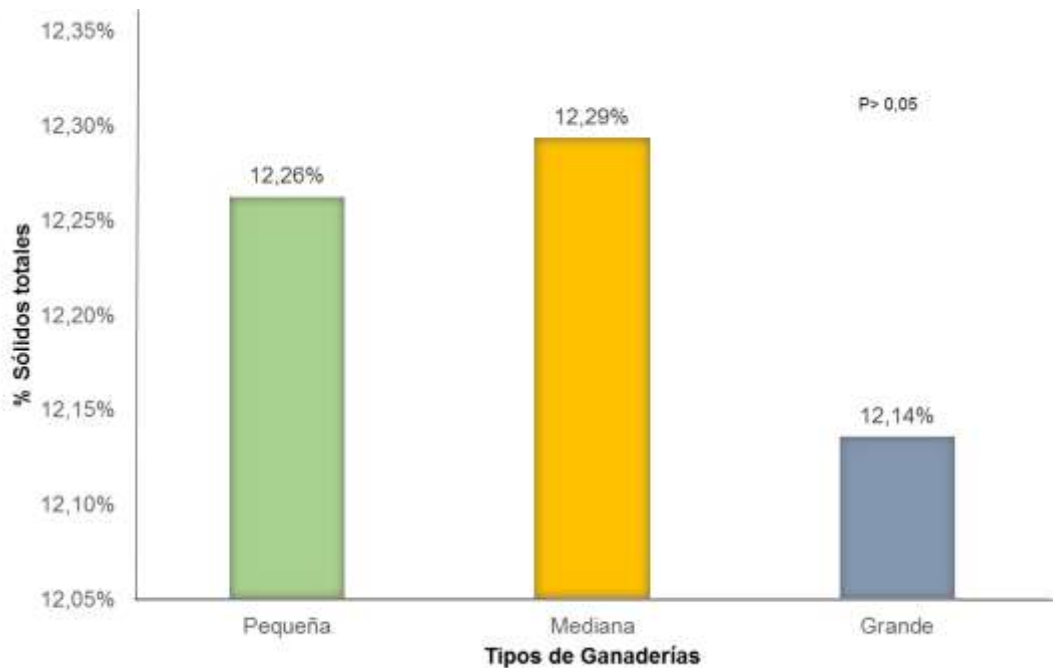


**Figura 3.** Media de la cantidad porcentual de sólidos no grasos de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis.

Fuente: (El Autor)

Lo que respecta a la media del contenido porcentual de SNG (Figura 3), no se encontró diferencia significativa, pero si hubo una diferencia numérica en las diferentes tipos de ganaderías se encuentra en la cual dentro de los rangos permitidos por la NTE INEN 9:2012, en donde, son las ganaderías medianas las que mayor porcentaje de SNG poseen (8,96%), seguida de las pequeñas (8,86%) y por último las grandes (8,74%); estos valores son similares a los encontrados por (Abril & Pillco, 2013) quien halló un valor promedio de 8,50%.

#### 4.4 Porcentaje de sólidos totales (ST) en la leche



**Figura 4.** Media de la cantidad porcentual de los Sólidos totales de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis.

Fuente: (El Autor)

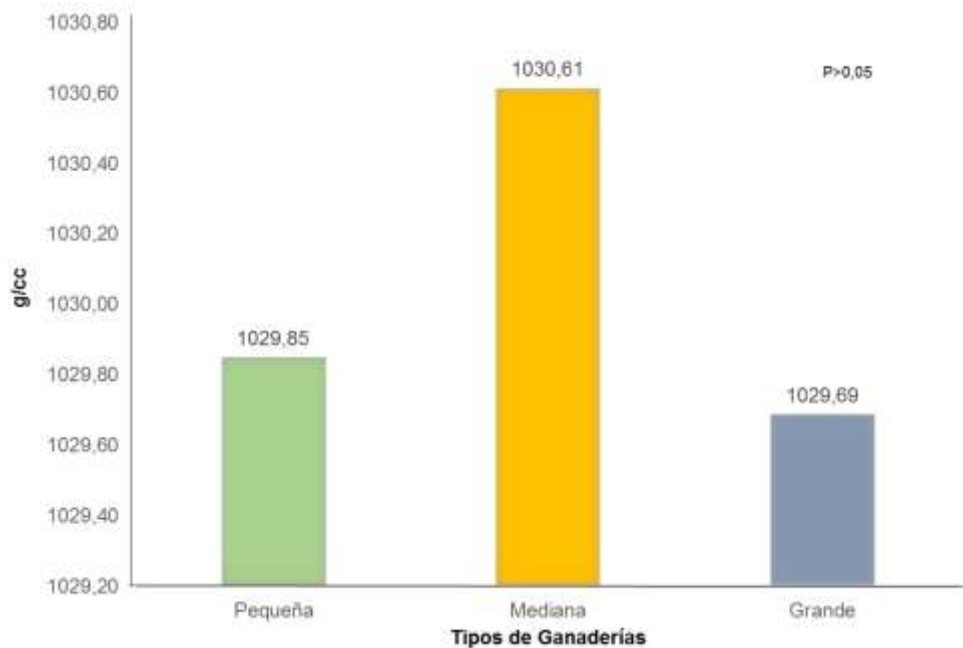
Aunque no existió una diferencia estadística significativa en la variable sólidos totales (Figura 4), si se encontró diferencia numérica, en donde tanto las ganaderías de menor y mediano tamaño poseen similar porcentaje de este componente a diferencia de las ganaderías grandes, las cuales poseen un porcentaje inferior.

Autores como Hill y Wyse (2006) y Álvarez et al. (2009) afirman que los factores que aumentan o disminuyen los ST son presencia de abortos, producción lechera (19-27 lts/día), suplemento de balanceado y tamaño de la hacienda (predominando las haciendas grandes).





#### 4.5 Densidad media de la leche.



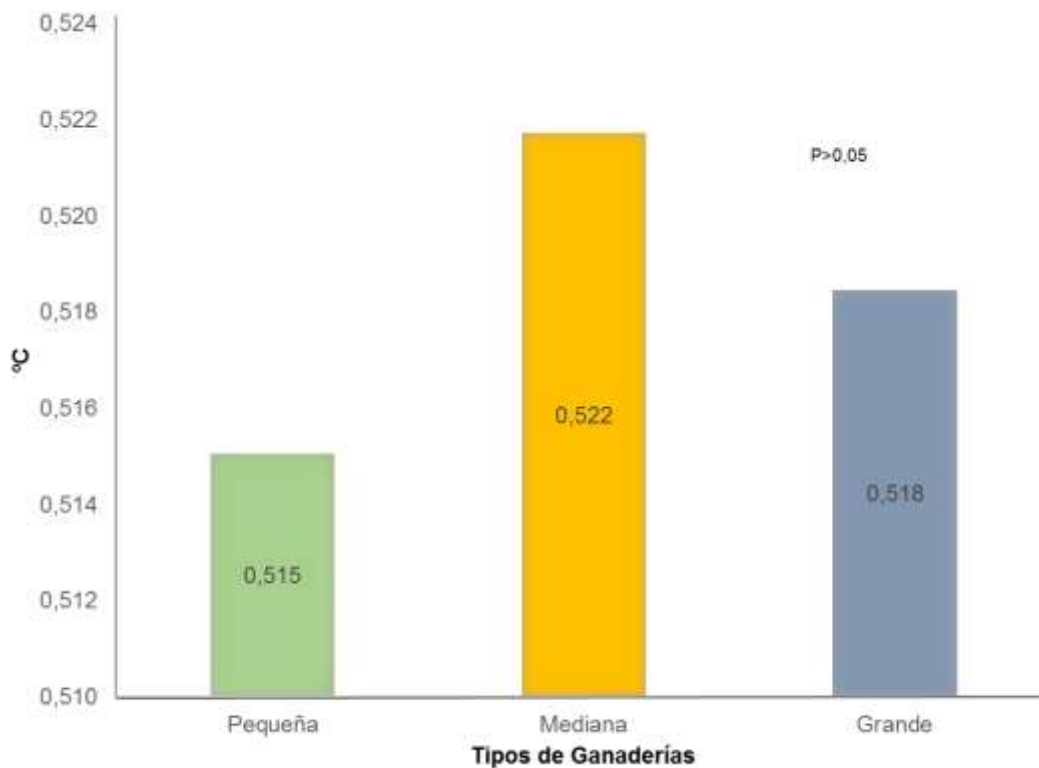
**Figura 5.** Densidad media (g/cc) de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis.

Fuente: (El Autor)

En la Figura 5 podemos observar que la variable densidad presenta una diferencia numérica, siendo las ganaderías medianas aquellas con una densidad media más alta, seguida por las ganaderías pequeñas y grandes respectivamente, estos valores coinciden con los rangos permitidos por la NTE INEN 9:2012.

La densidad de la leche está directamente relacionada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que contenga la leche. Botina y Ortiz (2013) afirman que al realizar un análisis de densidad en la leche, se debe tomar una muestra fresca la cual debe ser mezclada suavemente sin que haya incorporación de aire.

#### 4.6 Punto crioscópico medio (°C)

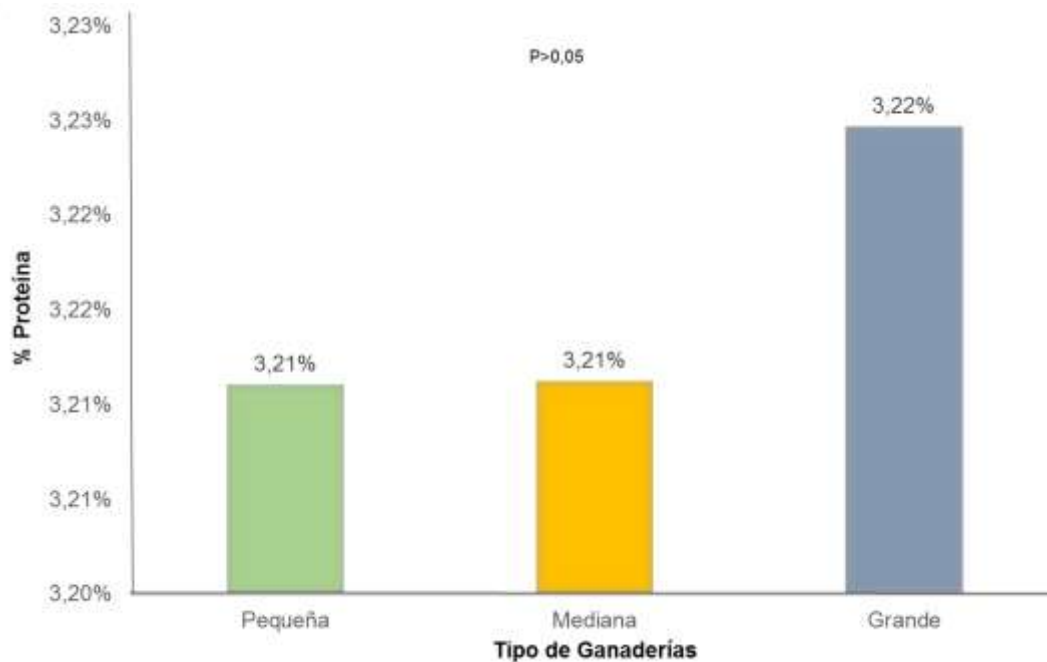


**Figura 6.** Punto Crioscópico medio (°C) de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis.

Fuente: (El Autor)

A pesar de no existir una diferencia significativa en lo que se refiere al punto crioscópico, si hay una diferencia numérica (Figura 6), observándose un valor adecuado en las tres tipos de ganaderías (pequeñas, medianas y grandes) según lo establecido en la NTE INEN 9:2012.

#### 4.7 Porcentaje de proteína presente en la leche.



**Figura 7.** Media de la cantidad porcentual de proteína de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis.

Fuente: (El Autor)

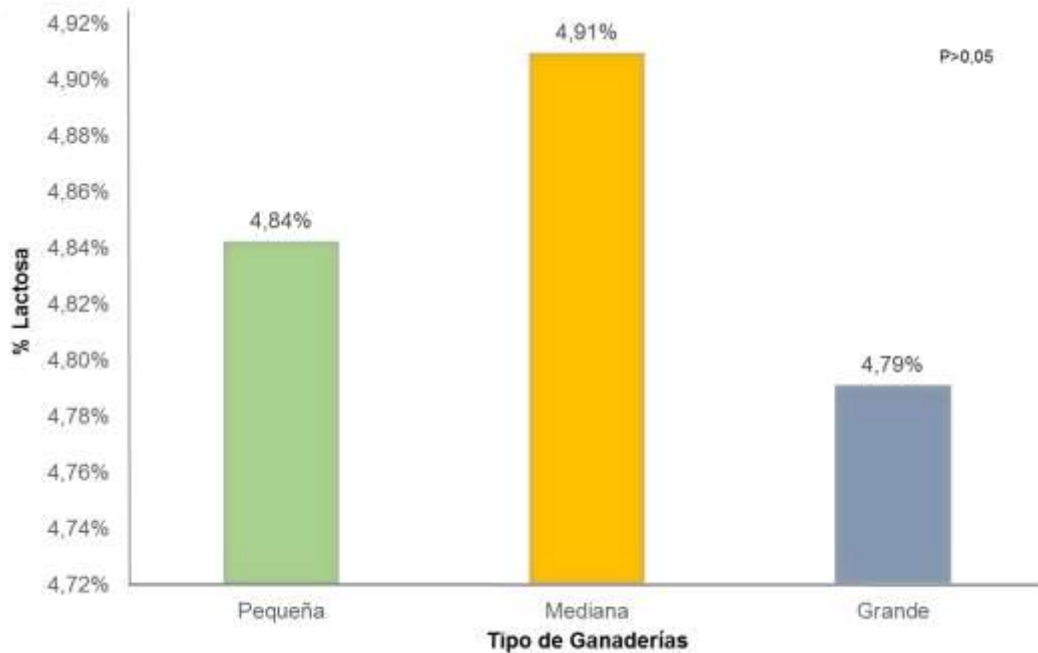
La media de la cantidad porcentual de proteína (Figura 7) posee diferencia numérica, en donde, las ganaderías medianas poseen mayor porcentaje comparadas con las pequeñas y por último las ganaderías grandes. Autores como García et al., (2014) indican que la composición proteica es un factor de gran importancia dentro de la industrialización láctea, ya que influye de manera directa sobre el rendimiento y la aptitud tecnológica de la leche. Además en un estudio realizado por Vera (2010) menciona que el promedio de proteína de una leche normal es de 3,2%.

Por otra parte, Pérez (2011) indica que factores como el nivel de producción están correlacionados directamente con el porcentaje de proteína, grasa, sólidos no grasos y sólidos totales, así mismo, existe una mayor concentración de proteínas y grasas en las primeras y últimas etapas de lactancia, mientras que del punto de



mayor desarrollo de la lactancia hacia la mitad de la misma la concentración de estos nutrientes es más baja.

#### 4.8 Porcentaje de lactosa en la leche.

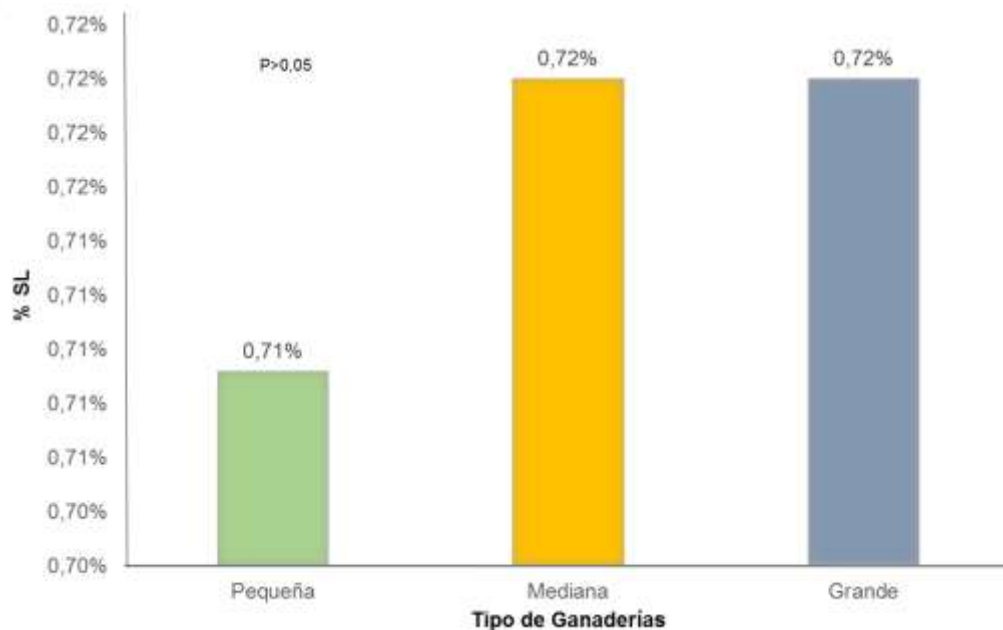


**Figura 8.** Media de la cantidad porcentual de lactosa de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis.

Fuente: (El Autor)

En la Figura 8 podemos observar que existe una diferencia numérica, en donde las ganaderías medianas poseen una media de la cantidad porcentual de lactosa más alta que, las ganaderías pequeñas y finalmente las grandes. Estos resultados concuerdan con un estudio realizado por Quispe (2014) el cual obtuvo una media de lactosa de 4,8%.

#### 4.9 Cantidad porcentual de minerales en la leche.



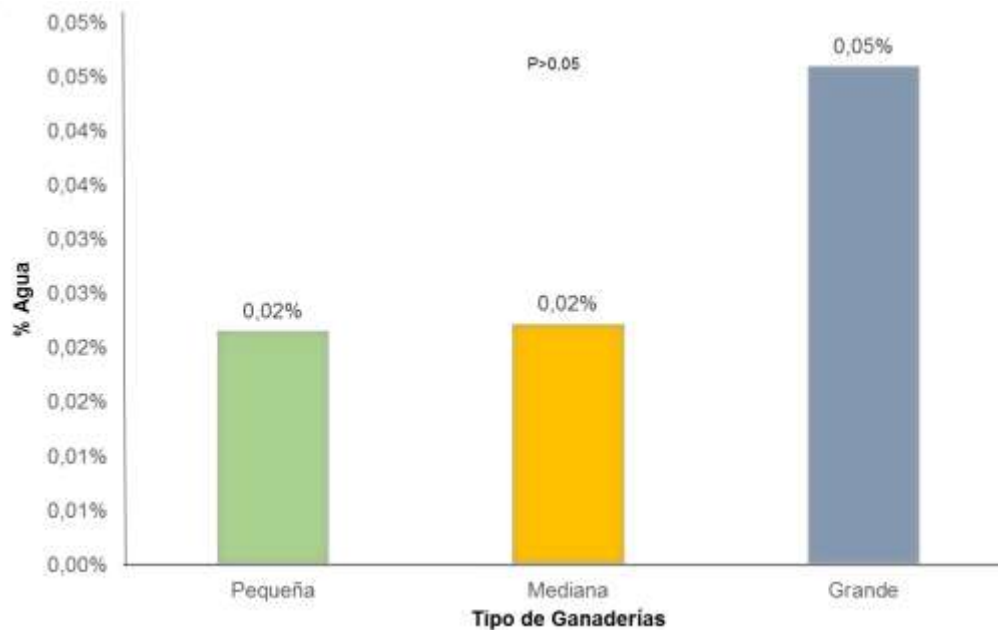
**Figura 9.** Media de la cantidad porcentual de minerales de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis.

Fuente: (El Autor)

En la Figura 9 a pesar de que no existe diferencia estadística significativa si se establece una diferencia numérica en donde la cantidad media porcentual de minerales encontrados en la leche tanto para las ganaderías grandes como medianas poseen 0,01% más alto comparado con las ganaderías pequeñas.

Es importante considerar lo que menciona Salamanca (2010) el cual afirma que los minerales son el tercer grupo de nutrientes limitante en la producción animal y su importancia radica que son necesarios para la transformación de los alimentos componentes del organismo o en productos animales como leche, carne, crías, piel.

#### 4.10 Porcentaje de agua en la leche

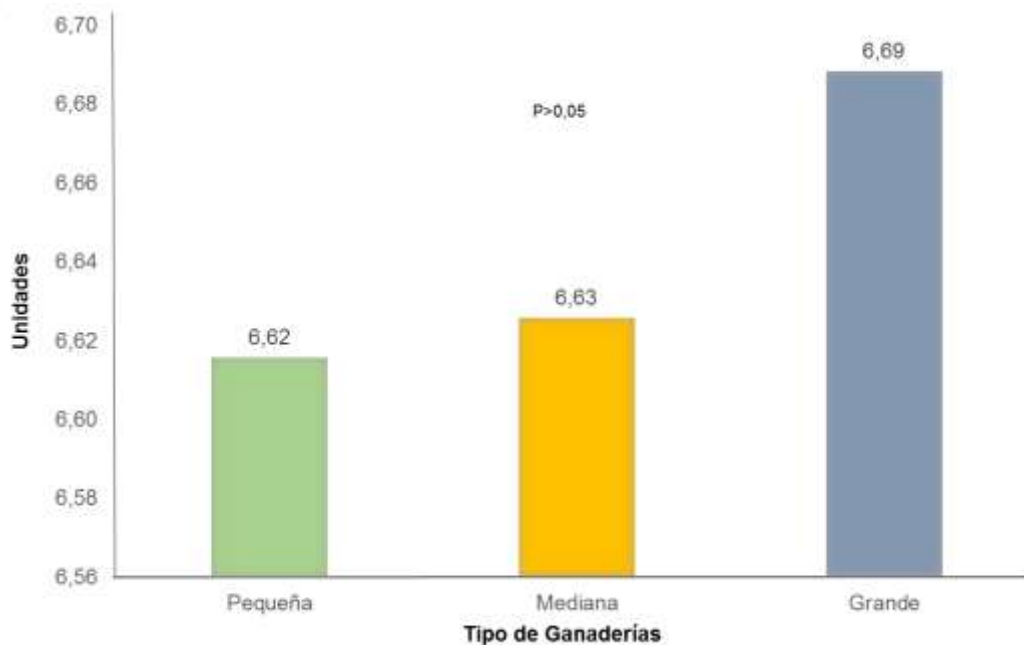


**Figura 10.** Media de la cantidad porcentual de agua de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis.

Fuente: (El Autor)

En la Figura 10 podemos observar que existe diferencia numérica para las tres tipos de haciendas, encontrándose un mayor contenido de agua en las ganaderías de mayor tamaño e igual porcentaje de agua para las ganaderías pequeñas y medianas, esto concuerda con Vera (2010) donde se registró un mayor porcentaje de agua en la leche de las fincas de mayor tecnificación que en las fincas de menor tecnificación. En el primer caso se debió a problemas de vacío de los sistemas de ordeño principalmente y en el segundo caso se debió a restos de agua que quedaron en los bidones de leche luego del lavado de los mismos.

#### 4.11 Cantidad media de pH presente en la leche



**Figura 11.** Cantidad media de los pH de la leche presentes en cada uno de los tipos de ganaderías en estudio. Prueba de Kruskal Wallis.

Fuente: (El Autor)

En la Figura 11 se observa que la diferencia numérica es mayor para las ganaderías grandes (6,69) comparadas con las medianas (6,63) y las pequeñas (6,62).

Botina y Ortiz (2013) indica que el pH no es constante, este puede variar con la etapa de lactancia. En el calostro el pH es más bajo que en la leche. Al final de la lactancia los valores del pH se muestran aumentados. Asimismo, cuando hay la presencia de mastitis subclínica existen valores de pH de 6,9 a 7,5 debido un aumento de la permeabilidad de las membranas de la glándula mamaria.



## 4.12 CORRELACIONES

CORRELACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS								
	CCS	Grasa	SNG	Sol_tot	D	Pu	Pr	Lac
CCS								
Grasa								
SNG								
Sol_tot		,521**	,694**					
Densidad			,720**					
Pun_crios			,840**	,700**	,652**			
Proteína			,861**	,660**	,791**	,930**		
Lactosa			,863**	,660**	,789**	,934**	,954**	
SL			,645**	,504**	,595**	,706**	,722**	,729**
Agua								
pH								
T°								
Tamaño								

**Tabla 8.** Correlación entre los parámetros físico-químicos de la leche cruda encontrada en los tres tipos de ganaderías.





Los rendimientos en grasa, proteína, sólidos no grasos y sólidos totales se encuentran positivamente correlacionados con la producción de leche. Sin embargo, los valores porcentuales de los mismos en la composición de la leche disminuyen en la misma proporción según lo que indica Molina (2009).

Por otra parte, la Universidad de Zulia (2013) menciona que el curso de la lactancia es un factor que influye tanto la producción láctea como también su composición. Comúnmente, cuando existe un aumento en el rendimiento de la leche, habrá una disminución en los porcentajes de grasa y proteína en leche mientras los rendimientos de estos componentes permanecen igual. Es así como los cambios en los rendimientos productivos durante el ciclo de lactancia influyen de manera inversa a la composición. Normalmente, durante el primer tercio de lactancia y concomitante con el pico de lactancia, se evidencia las menores concentraciones de grasa, proteína y sólidos de la leche, realidad que se invierte al terminar la lactancia. Adicionalmente, el porcentaje de SNG también se ve influenciado con la edad, decreciendo progresivamente con la edad del animal.

De los Reyes, Molina, and Coca (2010) afirma que cuando los animales cursan con mastitis clínica o subclínica, presentan disminución porcentual de grasa y SNG así como reducción en los niveles de lactosa y en algunos casos de proteína.

Lo que respecta al punto crioscópico, Ailin Martínez et al. (2017) señala que este nos permite detectar la adición de agua, porque al congelarse a 0°C permite que el valor del punto de congelación de la leche se aproxime al del agua. Además, el punto de congelación depende del contenido de lactosa, proteína y sales minerales.



## 5 CONCLUSIONES

- El presente trabajo permitió evaluar las características fisicoquímicas de la leche en tres tipos de ganaderías durante un período de 6 meses, los resultados demostraron que estas características si sufren variaciones dependiendo del tamaño del hato lechero.
- Al comparar estas características con lo establecido por la norma NTE INEN 009:2012 se encontró que los valores correspondientes a CCS, grasa, densidad, SNG, ST, punto crioscópico, proteína, lactosa, minerales, y pH se encuentran dentro de los rangos establecidos, a excepción del agua, la cual puede haber sufrido alteraciones durante el manejo de ordeño que se brindan en los hatos bovinos.
- Lo que respecta al conteo de células somáticas (CCS) hay diferencia significativa entre las ganaderías grandes y pequeñas con las ganaderías medianas la cual presenta un menor número de células somáticas/cc en la leche cruda.
- Se concluye que de las 30 ganaderías analizadas que corresponden a la zona Andina de la provincia del Azuay, todas poseen una leche de excelente calidad de parámetros fisicoquímicos que garantizan productos inocuos y aptos para el consumo humano.



## 6 BIBLIOGRAFÍA

- Abril, A., y Pillco, V. (2013). Calidad fisicoquímica de la leche cruda que ingresa a la ciudad de Cuenca, para su comercialización. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado de [dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4825/1/TESIS.pdf](https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4825/1/TESIS.pdf)
- Agudelo, A., y Bedoya, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista Lasallista de Investigación, 2, 6. Recuperado de [www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520107](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520107)
- Alvarado, Y. (2012). Evaluación de los análisis físicos-químicos de la leche de los diferentes hatos bovinos de cantón Daule. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de [repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/953/1/Alvarado%20Tomala%20Yajair%20a218.pdf](https://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/953/1/Alvarado%20Tomala%20Yajair%20a218.pdf)
- Álvarez, A., Pérez, H., De la Cruz, Hernández Martín, Quincosa, J., y Sánchez, A. (2009). Fisiología animal aplicada (1ed.). Medellín, Colombia: Editorial Medellín.
- Alves, C. (2006). Efeito de variações sazonais na qualidade do leite cru refrigerado de duas propriedades de minas gerais. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil. Recuperado de [www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MASA-7BAGEC/cristiane\\_dissertacao\\_final\\_final.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MASA-7BAGEC/cristiane_dissertacao_final_final.pdf?sequence=1)
- Balarezo, E. (2011). Implementación de un diseño de pago por calidad de leche en la Asociación San Francisco de Línea Roja Cantón Montúfar. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador. Recuperado de [repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3864](https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3864)
- Beltrán, C. (2016). Evaluación de la calidad sanitaria de la leche cruda en el grupo empresarial El Ordeño S.A. para implementar BPPL en las fincas proveedoras. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador. Recuperado de [docplayer.es/90352389-Escuela-superior-politecnica-de-chimborazo-facultad-de-ciencias-pecuarias-carrera-de-ingenieria-zootecnica.html](http://docplayer.es/90352389-Escuela-superior-politecnica-de-chimborazo-facultad-de-ciencias-pecuarias-carrera-de-ingenieria-zootecnica.html)
- Benjamín, F. (2011). El Libro Blanco de la leche y los productos lácteos. D.F. México. Recuperado de [www.canilec.org.mx/descarga\\_archivos\\_publico/Libro\\_Blanco\\_mail.pdf](http://www.canilec.org.mx/descarga_archivos_publico/Libro_Blanco_mail.pdf)



- Bonifaz, N., y Gutiérrez, F. (2015). Valor nutritivo de las materias primas empleadas en la alimentación de bovinos de leche en ganaderías del cantón Cayambe. *La Granja*, 21(1), 69-76. DOI: 10.17163/lgr.n21.2015.06
- Bonilla, D. (2008). Caracterización de la composición e higiene de la leche acopiada en una planta pasteurizadora. Universidad Veracruzana, Veracruz, México. Recuperado de [infolactea.com/wp-content/uploads/2016/11/Tesis-1.pdf](http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/11/Tesis-1.pdf)
- Botina, E., y Ortiz, D. (2013). Evaluación de la calidad fisicoquímica, composicional y microbiológica de la leche cruda comercializada en el corregimiento de Catambuco. Universidad de Nariño, Colombia. Recuperado de [biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89517.pdf](http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89517.pdf)
- Cedeño, D., Vera, L., Gavilanes, P., Saltos, J., Loor, R., Zambrano, J., ... Moreira, J. (2015). Factores que afectan la calidad higiénico- sanitaria de la leche cruda comercializada en Calceta-Bolívar-Manabí, Ecuador. *Revista de investigación y difusión científica agropecuaria*, 18. Recuperado de [www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2015/sept/4.pdf](http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2015/sept/4.pdf)
- Cerón, M., Agudelo, E., y Maldonado, J. (2007). Relación entre el recuento de células somáticas individual o en tanque de leche y la prueba de CMT en dos fincas lecheras del departamento de Antioquia (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.*, 20, 472-483. Recuperado de [www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n4/v20n4a06.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n4/v20n4a06.pdf)
- Chacón, F. (2017). Evaluación de los análisis fisico-químicos de la leche bovina. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Recuperado de [dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13538/1/UPS-CT006912.pdf](http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13538/1/UPS-CT006912.pdf)
- CODEX. (1999). Norma General del Codex para el uso de términos lecheros. Recuperado de [ima01.gestion.pe/doc/0/0/2/2/6/226521.pdf](http://ima01.gestion.pe/doc/0/0/2/2/6/226521.pdf)
- Damaus. (2015). Analizador de Leche. Recuperado de [www.damaus.com/productos/lactoscan/132/analizador-de-leche/](http://www.damaus.com/productos/lactoscan/132/analizador-de-leche/)
- De la Cruz González, E. (2011). Correlación de los métodos California Mastitis Test (CMT), Conductividad eléctrica (CE) y conteo de células somáticas (CCS) en el Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe - Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Cayambe, Ecuador. Recuperado de [dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3730/6/UPS-YT00136.pdf](http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3730/6/UPS-YT00136.pdf)
- De los Reyes, G., Molina, B., y Coca, R. (2010). Calidad de la Leche cruda. En *Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz* (p. 10). Veracruz, México: Universidad Veracruzana. Recuperado de



[www.uv.mx/apps/agronomia/foro\\_lechero/Bienvenida\\_files/CALIDADDELAL\\_ECHECRUDA.pdf](http://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELAL_ECHECRUDA.pdf)

Echeverri, J., Jaramillo, M., y Restrepo, L. (2008). Evaluación comparativa de dos metodologías de diagnóstico de mastitis en un hato lechero del Departamento de Antioquia. Revista Lasallista de investigación., 7(1), 9. Recuperado de [www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v7n1/v7n1a07.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v7n1/v7n1a07.pdf)

EcuRed. (2015). Provincia de Azuay. Recuperado de [www.ecured.cu/Provincia de Azuay](http://www.ecured.cu/Provincia_de_Azuay)

García, C., Montiel, R., y Borderas, Y. (2014). Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. Arch. Zootec, 63, 85-105. DOI: 10.21071/az.v63i241.592

García, F., Sánchez, T., López, O., y Benítez, Á. (2018). Prevalencia de mastitis subclínica y microorganismos asociados a esta. Pastos y Forrajes, 41(1), 35-40. Recuperado de [scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942018000100005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942018000100005)

García, J., Martínez, F., Moncada, A., y Pelayo, H. (2011). El libro blanco de la leche y los productos lácteos (Primera). D.F, México. Recuperado de [www.aproval.cl/manejador/resources/libroblancomail5.pdf](http://www.aproval.cl/manejador/resources/libroblancomail5.pdf)

Gonzales, P. (2015). Buenas prácticas de ordeño. Lima, Perú. Recuperado de [www.caritas.org.pe/documentos/Manual Leche Final.pdf](http://www.caritas.org.pe/documentos/Manual_Leche_Final.pdf)

Guerrero, J., y Rodríguez, P. (2010). Características físico-química de la leche y su variación. Estudio de caso, Empresa de lácteos El Colonial, León, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado de [repositorio.una.edu.ni/1399/1/tnq04g934.pdf](http://repositorio.una.edu.ni/1399/1/tnq04g934.pdf)

Guevara, R., Lazcano, P., Arcos, C., Torres, C., y Guevara, G. (2016). Factores que afectan el desempeño favorable de sistemas lecheros en la sierra de Ecuador, 46.

Hernández, J., y Bedolla, J. (2008). Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. RedVet, 9(9), 34. Recuperado de [www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090908/090904.pdf](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090908/090904.pdf)

Hershberger, U. (2012). Producción y calidad de leche de vacas en pastoreo o en estabulación. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. Recuperado de [chapingo.mx/produccionanimal/administrador/components/com\\_jresearch/files/theses/PPA\\_MC\\_044\\_09\\_12\\_AGR\\_UHDA.pdf](http://chapingo.mx/produccionanimal/administrador/components/com_jresearch/files/theses/PPA_MC_044_09_12_AGR_UHDA.pdf)



- Hill, R., y Wyse, G. (2006). Fisiología animal (2ed.). Madrid, España: Ed. Médica Panamericana.
- INEC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (2017). Ecuador. Recuperado de [www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2017/Informe\\_Ejecutivo\\_ESP\\_AC\\_2017.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESP_AC_2017.pdf)
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2014). Encuesta de Producción Agropecuaria Continua. Recuperado de [190.152.152.74/encuesta-de-produccion-agropecuaria-continua/](http://190.152.152.74/encuesta-de-produccion-agropecuaria-continua/)
- Jánosi, S., y Baltay, Z. (2004). Correlations among the somatic cell count of individual bulk milk, result of the California mastitis test and bacteriological status of the udder in dairy cows. Acta Veterinaria Hungarica, 52(2), 173-183. Recuperado de [www.researchgate.net/profile/Szilard\\_Janosi/publication/8537452\\_Correlations\\_among\\_the\\_somatic\\_cell\\_count\\_of\\_individual\\_bulk\\_milk\\_result\\_of\\_the\\_California\\_Mastitis\\_Test\\_and\\_bacteriological\\_status\\_of\\_the\\_udder\\_in\\_dairy\\_cows/links/570d024c08ae3199889b475b/C](http://www.researchgate.net/profile/Szilard_Janosi/publication/8537452_Correlations_among_the_somatic_cell_count_of_individual_bulk_milk_result_of_the_California_Mastitis_Test_and_bacteriological_status_of_the_udder_in_dairy_cows/links/570d024c08ae3199889b475b/C)
- La Raíz S.A. (2013). Ekomilk. Recuperado de [www.elquesero.com/ekomilk.htm](http://www.elquesero.com/ekomilk.htm)
- Manjarrez, A., Díaz, S., Salazar, F., Valladares, B., Gutiérrez, A., Barbabosa, A., ... Velázquez, V. (2012). Identificación de biotipos de Staphylococcus aureus en vacas lecheras de producción familiar con mastitis subclínica en la región centro - este del Estado de México. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 3(2), 265-274. Recuperado de [www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11242012000200008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242012000200008)
- Martínez, A., Ribot, A., Villoch Alejandra, Montes Nivian, Remón, D., y Ponce, P. (2017). Calidad e inocuidad de la leche cruda en las condiciones actuales de Cuba. Revista Salud Animal, 39(1), 11. Recuperado de [scielo.sld.cu/pdf/ras/v39n1/ras07117.pdf](http://scielo.sld.cu/pdf/ras/v39n1/ras07117.pdf)
- Martínez, A., y Sánchez, J. (2007). Factores nutricionales que afectan a la composición de la leche. Recuperado de [www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/factores-nutricionales-afectan-composicion-t27057.htm](http://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/factores-nutricionales-afectan-composicion-t27057.htm)
- Martínez, R., Tepal, A., Hernández, L., Escobar, M., Amaro, R., y Blanco, M. (2011). Mejora continua de la calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca. D.F. México. Recuperado de [utep.inifap.gob.mx/pdf\\_s/MANUAL\\_LECHE.pdf](http://utep.inifap.gob.mx/pdf_s/MANUAL_LECHE.pdf)



- Mein, G., Douglas, R., Shuring, N., y Ohnstad, I. (2011). Máquinas de ordeñar y riesgos de mastitis. APROCAL, p. 31. Recuperado de [www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/maquina\\_y\\_riesgo\\_de\\_mastitis.doc%0A](http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/maquina_y_riesgo_de_mastitis.doc%0A)
- Mera, P. (2013). Evaluación de la calidad de la leche mediante citometría del flujo, proveniente de la parroquia de Machachi, Provincia de Pichincha. Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, Quito, Ecuador. Recuperado de [repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7465/1/T-ESPE-047485.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7465/1/T-ESPE-047485.pdf)
- Miller, G., Jarvis, J., y McBean, L. (2000). Handbook of dairy foods and nutrition. (2ed.). Illinois, EE.UU: National Dairy Council.
- Molina, F. (2009). Determinación de la calidad de la leche cruda, aplicando un programa de capacitación en 4 comunidades del cantón Quito. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador. Recuperado de [dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/1347/1/17T0909.pdf](http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/1347/1/17T0909.pdf)
- NTE INEN 0009. Leche cruda. Requisitos, Pub. L. No. 9, Instituto Ecuatoriano de Normalización 9 (2012). Ecuador. Recuperado de [archive.org/stream/ec.nte.0009.2008#page/n3](http://archive.org/stream/ec.nte.0009.2008#page/n3)
- NTE INEN 009. (2015). Leche cruda. Requisitos, 8. Recuperado de [www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/nte\\_inen\\_009\\_6r.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/nte_inen_009_6r.pdf)
- Ochoa, I. (2010). Características físicas de la leche. Recuperado de [biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21\\_1/alephe/www\\_f\\_spa/icon/31496/pdf/b2\\_car1.pdf](http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/31496/pdf/b2_car1.pdf)
- Ortiz, T., Gutiérrez, S., Rodríguez, H., y Olivera, M. (2014). Manual de Buenas Prácticas de Ordeño. (1ed.). Antioquia, Colombia. Recuperado de [www.researchgate.net/publication/281865217\\_Manual\\_de\\_Buenas\\_Practicas\\_de\\_Ordeno](http://www.researchgate.net/publication/281865217_Manual_de_Buenas_Practicas_de_Ordeno)
- Páez, L., López, N., Salas, K., Spaldillero, A., y Verde, O. (2002). Características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela. FCV-LUZ, XII, 113-120. Recuperado de [produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/viewFile/14831/14808](http://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/viewFile/14831/14808)
- Pérez, M. (2011). El libro blanco de la leche y los productos lácteos. (1ed.). D.F, México: CANILEC. Recuperado de [www.canilec.org.mx/descarga\\_archivos\\_publico/Libro\\_Blanco\\_mail.pdf](http://www.canilec.org.mx/descarga_archivos_publico/Libro_Blanco_mail.pdf)





- Quispe, J. (2014). Evaluación de la calidad de leche bovina para la época seca y húmeda, en el Altiplano Norte de la Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Recuperado de [repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5599/T-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5599/T-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ramírez, J. (2016). Prevalencia y factores predisponentes a mastitis subclínica en establos lecheros de la provincia de Trujillo. CEDAMAZ, 5(1), 11. Recuperado de [revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/41/39](http://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/41/39)
- Romero, J. (2016). Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda obtenida en dos haciendas ubicadas en el cantón Bucay provincia del Guayas. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de [repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6933/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-102.pdf](http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6933/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-102.pdf)
- Ruesta, L. (2018). Efecto del nivel tecnológico en el recuento de células somáticas de los hatos lecheros en la provincia del Chiclayo Enero 2016 - Agosto 2017. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayaque, Perú. Recuperado de [repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/2132/BC-TES-TMP-1002.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/2132/BC-TES-TMP-1002.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Salamanca, A. (2010). Suplementación de minerales en la producción bovina. RedVet, 11(09), 10. Recuperado de [www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090910/091009.pdf](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090910/091009.pdf)
- Sánchez, J., y Elizondo, J. (2010). Interpretación y uso del conteo de células somáticas en la leche, p. 3. Recuperado de [eeavm.ucr.ac.cr/Documentos/ARTICULOS\\_PUBLICADOS/2010/156.pdf](http://eeavm.ucr.ac.cr/Documentos/ARTICULOS_PUBLICADOS/2010/156.pdf)
- Serrano, P. (2017). Elaboración de queso Mozzarella basado en tres tipos de fermentación: ácida, enzimática y ácida - enzimática. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado de [dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27159/1/Trabajo de Titulación.pdf](http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27159/1/Trabajo%20de%20Titulación.pdf)
- SOLID. (2010). Tecnología productiva de lácteos. (INIA, Ed.) (1ed.). Lima, Perú: Organización Privada de Desarrollo. Recuperado de [www.solidperu.com](http://www.solidperu.com)
- Suarez, J. (2016). Calidad higiénica de la leche de 21 ganaderías medianas pertenecientes al área 5 de Zipaquirá, Cundinamarca. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Recuperado de





[repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20804/13071032\\_2016.pdf?sequence=1](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20804/13071032_2016.pdf?sequence=1)

- UNAD. (2016). Definición, composición, estructura y propiedades de la leche, p. 36. Recuperado de [infolactea.com/wp-content/uploads/2016/01/301105\\_LECTURA Revisión de Presaberes.pdf](http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/01/301105_LECTURA_Revisión_de_Presaberes.pdf)
- Universidad de Zulia. (2013). Introducción al control de calidad de la leche cruda. Maracaibo, Venezuela. Recuperado de [depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/materialdeapoyoparapruebasdeplataforma\\_1693.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/materialdeapoyoparapruebasdeplataforma_1693.pdf)
- Vázquez, J., Ayala, L., Pesántez, M., Murrillo, Y., Rodas, R., Nieto, P., ... Guevara, G. (2016). Prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino lechero de la zona occidental de la provincia del Azuay, 34,56. Recuperado de [dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26224/4/Tesis.pdf.pdf](http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26224/4/Tesis.pdf.pdf)
- Vélez, E. (2013). Factores de origen ambiental que afectan la producción de la leche en vacunos bajo pastoreo semi-intensivo. Lima, Perú. Recuperado de [www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/produccion\\_bovina\\_leche/225-Articulo\\_velez.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/225-Articulo_velez.pdf)
- Vera, J. (2010). Identificación y evaluación de los factores que influyen en la calidad de leche de las fincas proveedoras de la fábrica de quesos La Holandesa. Escuela Politécnica del Ejército, Quito, Ecuador. Recuperado de [repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/5043/T-ESPE-IASA%20I-002892.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/5043/T-ESPE-IASA%20I-002892.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Viera, M. (2013). Parámetros de calidad de leche de vacuna en los distritos de Apata, Matahuasi y Concepción en el Valle del Mántaro. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Recuperado de [repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1751/Q04.V665-T.pdf?sequence=1](http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1751/Q04.V665-T.pdf?sequence=1)
- Zamorán, D. (2014). Manual de procesamiento lácteo. Matagalpa, Nicaragua. Recuperado de [www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/14\\_agriculture01.pdf](http://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/14_agriculture01.pdf)



Zavala, J. (2005). Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche. Dirección General de Promoción Agraria, 1-60. Recuperado de [www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3\\_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D00789424/\\$FILE/Aspectosnutricionalesytecnologicosdelaleche.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D00789424/$FILE/Aspectosnutricionalesytecnologicosdelaleche.pdf)



## 7 ANEXOS

**Anexo 1** Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2012.  
**LECHE CRUDA REQUISITOS. Primera Edición.**



**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 9:2012**  
**Quinta revisión**

---

**LECHE CRUDA. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

**RAW MILK. REQUIREMENTS.**

**First Edition**

---

**DESCRIPTORES:** Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, leche cruda, requisitos  
**AL:** 03.01-401  
**DDU:** 637.133.4  
**CIU:** 3112  
**ICS:** 67.100.01



CDUJ: 637.133A  
ICB: 67.100.01



CRJ: 312  
AL.03.01-401

Norma Técnica Ecuadoriana Obligatoria	LECHE CRUDA REQUISITOS	NTE INEN 9:2012 Quinta revisión 2012-01
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la leche cruda de vaca, destinada al procesamiento.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica únicamente a la leche cruda de vaca. La denominación de leche cruda se aplica para la leche que no ha sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <b>Leche.</b> Producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo.</p> <p>3.1.2 <b>Leche cruda.</b> Leche que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento, es decir su temperatura no ha superado la de la leche inmediatamente después de ser extraída de la ubre (no más de 40°C).</p> <p style="text-align: center;"><b>4. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p>4.1 La leche cruda se considera no apta para consumo humano cuando:</p> <p>4.1.1 No cumple con los requisitos establecidos en el Capítulo 5 de la presente norma.</p> <p>4.1.2 Es obtenida de animales cansados, deficientemente alimentados, desnutridos, enfermos o manipulados por personas afectadas de enfermedades infectocontagiosas.</p> <p>4.1.3 Contiene sustancias extrañas ajenas a la naturaleza del producto como: conservantes (formaldehído, peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloraminas, dicromato de potasio, lactoperoxidasa adicionada), adulterantes (harinas, almidones, sacarosa, cloruros, suero de leche, grasa vegetal), neutralizantes, colorantes y residuos de medicamentos veterinarios, en cantidades que superen los límites indicados en la tabla 1.</p> <p>4.1.4 Contiene calostro, sangre, o ha sido obtenida en el período comprendido entre los 12 días anteriores y los 7 días posteriores al parto.</p> <p>4.1.5 Contiene gérmenes patógenos o un conteo microbiano superior al máximo permitido por la presente norma, toxinas microbianas o residuos de pesticidas, y metales pesados en cantidades superiores al máximo permitido.</p> <p>4.2 La leche cruda después del ordeño debe ser enfriada, almacenada y transportada hasta los centros de acopio y/o plantas procesadoras en recipientes apropiados autorizados por la autoridad sanitaria competente.</p> <p>4.3 En los centros de acopio la leche cruda debe ser filtrada y enfriada, a una temperatura inferior a 10°C con agitación constante.</p> <p>4.4 Los límites máximos de pesticidas serán los que determine el Codex Alimentarius CAC/MRL 1 (Continúa)</p> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, leche cruda, requisitos.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Calle 11-01-399 - Segundo y Mariscal - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

4.5 Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios para la leche serán los que determine el Codex Alimentario CAC/MRL 2.

**5. REQUISITOS**

**5.1 Requisitos específicos**

**5.1.1 Requisitos organolépticos (ver nota 1)**

**5.1.1.1 Color.** Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.

**5.1.1.2 Olor.** Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.

**5.1.1.3 Aspecto.** Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.

**5.1.2 Requisitos físicos y químicos**

**5.1.2.1** La leche cruda, debe cumplir con los requisitos físico-químicos que se indican en la tabla 1.

**TABLA 1. Requisitos físico-químicos de la leche cruda.**

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa: a 15 °C A 20 °C	-	1,029 1,028	1,033 1,032	NTE INEN 11
Materia grasa	% (fracción de masa) <sup>a</sup>	3,0	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,2	-	-
Cenizas	% (fracción de masa)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico) **	°C °F	-0,536 -0,555	-0,512 -0,530	NTE INEN 15
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reduccia (asaí de metileno)***	h	3	-	NTE INEN 213
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a pasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en peso o 75 % en volumen; y para la leche destinada a ultrapasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en peso o 75 % en volumen.			NTE INEN 1530
Presencia de conservantes <sup>1)</sup>	-	Negativo	-	NTE INEN 1530
Presencia de neutralizantes <sup>2)</sup>	-	Negativo	-	NTE INEN 1530
Presencia de acuriantes <sup>3)</sup>	-	Negativo	-	NTE INEN 1530
Grasas vegetales	-	Negativo	-	NTE INEN 1530
Suero de Leche	-	Negativo	-	NTE INEN 2401
Prueba de Brucelas	-	Negativo	-	Prueba de antígeno PAL (Ring Test)
RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS <sup>4)</sup>	µg/l	---	MRL, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC/MRL 2	Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para respetar los LMR de codex <sup>5)</sup>

NOTA 1. Se podrán presentar variaciones en estas características, en función de la raza, estación climática o alimentación, pero estas no deben afectar significativamente las características sensoriales indicadas.



5.1.3 Contaminantes. El límite máximo para contaminantes es el que se indica en la tabla 2.

TABLA 2. Límites máximo para contaminantes

Requisito	Límite máximo (LM)	Método de ensayo
Piomo, mg/kg	0,02	ISO/TS 6733
Aflatoxina M1, µg/kg	0,5	ISO 14674

5.1.4 Requisitos microbiológicos. La leche cruda debe cumplir con los requisitos especificados en la tabla 3.

TABLA 3. Requisitos microbiológicos de la leche cruda tomada en hato

Requisito	Límite máximo	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos REP, UFC/cm <sup>3</sup>	$1,5 \times 10^8$	NTE INEN 1529-5
Recuento de células somáticas/cm <sup>3</sup>	$7,0 \times 10^6$	AOAC – 978.26

5.2 Requisitos complementarios. El almacenamiento, envasado y transporte de la leche cruda debe realizarse de acuerdo a lo que señala el Reglamento de leche y productos lácteos del Ministerio de Salud Pública.

## 6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 4.

6.2 Aceptación o rechazo. Se acepta el producto si cumple con los requisitos indicados en esta norma, caso contrario se rechaza.

## Anexo 2. Fotografías

HOJA DE CAMPO

PROPIETARIO: Fernando Soriano

SECTOR: Torquí

FECHA: 02. Octubre. 2019

No. de potreros	<input type="text"/>
Peso total (K cuabretes)	<input type="text" value="590"/>
Altura pasto ofertado	<input type="text" value="20"/> cm.
Peso total del residuo (K cuabretes)	<input type="text" value="305"/>
Altura pasto residual	<input type="text" value="10"/> cm.
tiempo de permanencia en el potrero (días)	<input type="text"/>

**Foto 1.** Hoja de campo para el registro de los datos de las ganaderías.



**Foto 2.** Muestras de leche analizadas en el equipo Milkotester.



**Foto 3.** Determinación del pH de las diferentes muestras de leche.