



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

“DETECCIÓN DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN  
LECHE CRUDA FLUIDA EN LA PARROQUIA  
CHICAÑA DEL CANTÓN YANTZAZA DE LA  
PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”

TESIS DE GRADO PREVIA A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO  
VETERINARIO ZOOTECNISTA

**AUTOR:**

Byron Fabián Ochoa Trelles

**1859**

**DIRECTOR:**

Dr. Rolando Víctor Sisalima Jara, Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR

2016

## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Loja, 27 de septiembre del 2016.

Dr. Rolando Víctor Sisalima Jara, Mg. Sc.

### CERTIFICA:

Que el trabajo de investigación **“DETECCIÓN DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN LECHE CRUDA FLUIDA EN LA PARROQUIA CHICAÑA DEL CANTÓN YANTZAZA DE LA PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”**, realizado por el egresado Byron Fabián Ochoa Trelles, previo a la obtención del título de **MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**, ha sido minuciosamente revisado, por lo tanto, se autoriza su presentación final para los trámites correspondientes.

Atentamente:



Dr. Rolando Víctor Sisalima Jara, Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

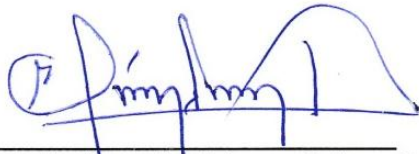
# CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

## LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

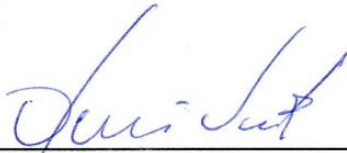
### Certifica:

Que la investigación de tesis titulada “ DETECCIÓN DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN LECHE CRUDA FLUIDA EN LA PARROQUIA CHICAÑA DEL CANTÓN YANTZAZA DE LA PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”, realizado por el egresado, Byron Fabián Ochoa Trelles, previo a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista, ha incluido las correcciones e incorporado las observaciones realizadas por el Tribunal en el trabajo, y continuar con los tramites de graduación

Loja, 18 de septiembre 2016.



**Dr. Julio Ignacio Gómez Orbes, Esp.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



**Dr. Wilmer Augusto Vacacela Ajila, Mg. Sc.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**




**Ing. Gloria Cecilia Piedra Pullaguari, Mg. Sc.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## AUTORÍA

Yo, **Byron Fabián Ochoa Trelles**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: \_\_\_\_\_



C.I. 1105029159

Loja, 14 de septiembre del 2016.

# **CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.**

## **CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.**

Yo, **Byron Fabián Ochoa Trelles**, declaro ser autor de la tesis titulada: **“DETECCIÓN DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN LECHE CRUDA FLUIDA EN LA PARROQUIA CHICAÑA DEL CANTÓN YANTZAZA DE LA PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”**, como requisito para optar al grado de: **Médico Veterinario Zootecnista**, autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el repositorio digital institucional:

Los usuarios podrán consultar el contenido de este trabajo en el repositorio digital institucional (RDI), en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los catorce días del mes de octubre del dos mil dieciséis, firma el autor.

**Firma:** \_\_\_\_\_

**Autor:** Byron Fabián Ochoa Trelles

**Número de cédula:** 1105029159

**Dirección:** Cdl. Clodoveo Jaramillo Alvarado, calles Oruro 25-19 y Bello Horizonte

**Teléfono:** 2617294

**Correo electrónico:** loco\_byron-5@hotmail.com

**Celular:** 0991414082

### **DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de tesis:** Dr. Rolando Víctor Sisalima Jara, Mg. Sc.

**Tribunal de grado:** Dr. Julio Ignacio Gómez Orbes, Esp.

Dr. Wilmer Augusto Vacacela Ajila, Mg. Sc.

Ing. Gloria Cecilia Piedra Pullaguari, Mg. Sc.

## AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos para todas aquellas personas que colaboraron para que este trabajo investigativo se realice, a la Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables y a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por acogerme en su seno y propiciar mi formación profesional; así mismo a los docentes, que me brindaron lo mejor de sus conocimientos y experiencias.

Además, mi agradecimiento especial para la Ing. Noemí del Carmen Jumbo Benítez, Mg. Sc, Directora inicial de tesis y Dr. Rolando Víctor Sisalima Jara Mg. Sc, Director de la tesis, quienes con su gran conocimiento, paciencia, responsabilidad aportaron para el desarrollo de la presente investigación.

Al Ing. Ramiro Armijos, que me guio durante toda la realización de este trabajo, en la Planta Piloto de Procesamiento de Lácteos, de la Universidad Nacional de Loja.

Un agradecimiento especial a mis padres, a mis hermanos por su apoyo y comprensión; a mis amigos y compañeros que han sido soporte fundamental en mi formación profesional, con quienes he compartido durante todo este tiempo.

*Byron Fabián*

## DEDICATORIA

Este trabajo va dirigido de manera muy especial a mis padres: Ángel Ochoa y Zoila Trelles, que son el pilar fundamental en mi vida, su incondicional sacrificio, apoyo, amor, amistad y confianza en todo momento para finalizar mis estudios. A mis hermanos por su comprensión en todo momento y a mis sobrinos Matías, Samanta y Axel con mucho amor y que este logro, sea ejemplo para ellos.

También quiero dedicar al resto de familiares, mis amigos y compañeros que de una u otra forma ayudaron a plasmar este objetivo tan importante en mi vida.

*Byron Fabián*

# ÍNDICE GENERAL

<u>CONTENIDO</u>	<u>Págs.</u>
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	ii
AUTORÍA	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE CUADROS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE FOTOS	xv
TÍTULO	xvi
RESUMEN	xvii
SUMMARY	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	3
2.1.1. La Producción de Leche	3
2.2. GENERALIDADES DE LA LECHE	4
2.2.1. Definiciones de la Leche	4
2.2.2. Definición Química	4
2.2.3. Definición Física	5
2.2.4. Definición Fisiológica	5
2.2.5. Definición Legal	5
2.2.6. Definición Dietética	5
2.3. USO DE MEDICAMENTOS EN ANIMALES DE PRODUCCIÓN LÁCTEA	6
2.3.1. Medicamentos Utilizados en la Industria Pecuaria	6



2.3.2.	Residuos de Medicamentos en Leche	7
2.3.3.	Tiempo o Periodo de Retiro o Suspensión	8
2.3.4.	TriSensor Test Kit	10
2.3.5.	Riesgos del Consumo de Leche y Derivados con Residuos de Antibióticos	11
2.3.5.1.	Riesgos para el humano	12
2.3.5.2.	Fármacos implicados en reacciones adversas en humanos	13
2.3.5.3.	Causas más comunes de aparición de residuos de antibióticos	13
2.3.6.	Implicaciones Tecnológicas	14
2.4.	CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE	15
2.4.1.	Agua	15
2.4.2.	Proteínas	16
2.4.3.	Materia Grasa	16
2.4.4.	Lactosa	17
2.4.5.	Sales Minerales de la Leche	18
2.4.6.	Vitaminas	18
2.4.7.	Sólidos Totales y Sólidos no Grasos	20
2.5.	CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	20
2.6.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS	21
2.7.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	21
2.8.	CRIOSCOPIA DE LA LECHE Y PUNTO DE CONGELACIÓN	22
2.9.	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	22
2.9.1.	pH de la Leche	22
2.9.2.	Acidez de la Leche	23
2.9.3.	Lactosa	23
2.10.	CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA LECHE	23
2.11.	CÉLULAS SOMÁTICAS	24
2.12.	TRABAJOS SIMILARES	26
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1.	MATERIALES	28
3.1.1.	Materiales de Campo	28
3.1.2.	Materiales de Laboratorio	28

3.1.3.	Materiales de Oficina	28
3.2.	MÉTODOS	29
3.2.3.	Ubicación del Área de Estudio	29
3.2.2.	Tamaño y Selección de la Muestra	29
3.2.4.	Recolección y Transporte de las Muestras	30
3.2.5.	Variables de Estudio	30
3.3.	TRISENSOR TEST KIT	30
3.4.	LACTOSCAN	31
3.5.	PORTA SCC MILK TEST	31
4.	RESULTADOS	32
4.1.	LECHE CON PRESENCIA DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS	32
4.1.1.	Porcentaje en Residuos de Antibióticos, por Grupos	33
4.1.1.1.	Sulfamidas	33
4.1.1.2.	Tetraciclinas	34
4.1.1.3.	Betalactámicos	34
4.2.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA LECHE EN EL SECTOR DE ESTUDIO	35
4.2.1.	Porcentaje de Grasa	36
4.2.2.	Porcentaje de Sólidos no Grasos	36
4.2.3.	Densidad	36
4.2.4.	Porcentaje de Lactosa	37
4.2.5.	Porcentaje de Sales Minerales	37
4.2.6.	Porcentaje de Proteína	37
4.2.7.	Porcentaje de Agua Adicionada	38
4.2.8.	Punto de Congelación	38
4.2.9.	Potencial Hidrógeno	38
4.2.10.	Conductividad Eléctrica	39
4.2.11.	Recuento de Células Somáticas	39
4.2.12.	Acidez	39
4.2.13.	Porcentaje de Sólidos Totales	40
5.	DISCUSIÓN	41
5.1.	RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS	41

5.2.	GRASA	42
5.3.	PORCENTAJE DE SÓLIDOS NO GRASOS (S.N.G.)	42
5.4.	DENSIDAD	42
5.5.	LACTOSA	43
5.6.	SALES MINERALES	43
5.7.	PROTEÍNA	44
5.8.	AGUA ADICIONADA Y PUNTO DE CONGELACIÓN	44
5.9.	pH	45
5.10.	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	45
5.11.	RECuento DE CÉLULAS SOMÁTICAS	45
5.12.	ACIDEZ (°D)	46
5.13.	SÓLIDOS TOTALES	46
6.	CONCLUSIONES	47
7.	RECOMENDACIONES	48
8.	BIBLIOGRAFÍA	49
9.	ANEXOS	54
9.1.	MEMORIAS FOTOGRÁFICAS DE LA EJECUCIÓN DE LA TESIS	54

## ÍNDICE DE CUADROS

<b><u>CONTENIDO</u></b>	<b><u>Págs.</u></b>
<b>Cuadro 1.</b> Composición química de la leche procedente de algunos mamíferos	4
<b>Cuadro 2.</b> Período de retiro de algunos antibióticos inyectables utilizados en bovinos	9
<b>Cuadro 3.</b> Periodo de retiro de algunos antibióticos intramamarios utilizados en bovinos	10
<b>Cuadro 4.</b> Composición de la leche de diferentes especies	15
<b>Cuadro 5.</b> Composición en porcentaje de grasa, en leche de diferentes razas bovinas	17
<b>Cuadro 6.</b> Vitaminas de la leche entera de vaca en 100 g.	19
<b>Cuadro 7.</b> Clasificación de la leche según el número de células somáticas presentes en la leche	26
<b>Cuadro 8.</b> Número de casos positivos y negativos de residuos de antibióticos, de cada uno de los grupos del TriSensor Test Kit	33
<b>Cuadro 9.</b> Promedios y parámetros INEN de las características físico-químicas y microbiológicas de la leche en el sitio de estudio	35
<b>Cuadro 10.</b> Porcentaje de grasa	36
<b>Cuadro 11.</b> Porcentaje de solidos no grasos	36
<b>Cuadro 12.</b> Densidad	36
<b>Cuadro 13.</b> Porcentaje de Lactosa	37
<b>Cuadro 14.</b> Porcentaje Sales minerales	37
<b>Cuadro 15.</b> Porcentaje Proteína	37
<b>Cuadro 16.</b> Porcentaje Agua adicionada	38
<b>Cuadro 17.</b> Punto de congelación	38

<b>Cuadro 18.</b> Potencial Hidrógeno (pH)	38
<b>Cuadro 19.</b> Conductividad eléctrica	39
<b>Cuadro 20.</b> Recuento de células somáticas	39
<b>Cuadro 21.</b> Acidez	39
<b>Cuadro 22.</b> Porcentaje de Sólidos totales	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b><u>CONTENIDO</u></b>	<b><u>Págs.</u></b>
<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica de la parroquia Chicaña	29
<b>Figura 2.</b> Tirillas de identificación de antibióticos	30
<b>Figura 3.</b> Lector electrónico para el conteo de células somáticas	31
<b>Figura 4.</b> Residuos de antibióticos	32
<b>Figura 5.</b> Porcentaje de sulfamidas	33
<b>Figura 6.</b> Porcentaje de las tetraciclinas	34
<b>Figura 7.</b> Porcentaje de las tetraciclinas	34

## ÍNDICE DE FOTOS

<b><u>CONTENIDO</u></b>	<b><u>Págs.</u></b>
<b>Foto 1.</b> Muestras recolectadas y llevadas hacia la Planta Piloto de Procesamiento de Lácteos	54
<b>Foto 2.</b> Análisis de las muestras en la Planta Piloto de Procesamiento de Lácteos	54
<b>Foto 3.</b> Preparación para el análisis de residuos de antibióticos	54
<b>Foto 4.</b> Kit 3 sensor listo para el análisis de residuos de antibióticos	54
<b>Foto 5.</b> Análisis realizado y espera de los resultados	54
<b>Foto 6.</b> Identificación de cada uno de los resultados	54
<b>Foto 7-8.</b> Identificación de los resultados y posterior lectura para la interpretación	55
<b>Foto 9.</b> Tira N°31 positiva al grupo de las Tetraciclinas	55
<b>Foto 10.</b> Prueba de células somáticas	55
<b>Foto 11.</b> Identificación de la temperatura que llegaron las muestras a la Planta de Lácteos	55
<b>Foto 12.</b> Prueba de acidez con el acidómetro Dornic, calibrado para acidez en leche	55

**TÍTULO:**

**“DETECCIÓN DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN LECHE  
CRUDA FLUIDA EN LA PARROQUIA CHICAÑA DEL CANTÓN  
YANTZAZA DE LA PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”.**



## RESUMEN

El presente estudio permite determinar la presencia de residuos de antibióticos, la composición físico – química y microbiológica de la leche bovina, en la parroquia Chicaña del cantón Yantzaza; se muestreó un total de 36 productores, y así mismo de cada uno de ellos se obtuvieron tres muestras constituyéndose en tres repeticiones. Las muestras se analizaron en la “Planta Piloto de Procesamiento de Lácteos de la Universidad Nacional de Loja”, obteniéndose los siguientes valores con el kit TriSensor en residuos de antibióticos un 28.70% de casos positivos y un 71.30% de casos negativos; en cada uno de los grupos de antibióticos que identifica este análisis tenemos un 9.26% de casos son positivos en sulfamidas, 17.59% con presencia de tetraciclinas y un 8.33% de casos positivos en el grupo de los betalactámicos. En los análisis físicos – químicos con el equipo LACTOSCAN tenemos los siguientes resultados: grasa 3.06%, porcentaje de sólidos no grasos (S.N.G.) 7.69%, densidad 1.02964 Kg./lt., sólidos totales 10.75%, porcentaje en lactosa 4.25%, sales minerales 0.64%, porcentaje de proteína 2.87%, agua añadida del 1.61%, temperatura promedio que llegaron las muestras 14.30 °C, punto de congelación de -0.485 °C, pH de las muestras de 6.75, conductividad eléctrica de 4.99 milisiemens por centímetro cúbico (mS/cm) y una acidez promedio de 17.35 grados Dornic (°D); el conteo de las células somáticas con el kit Porta SCC Milk se obtiene  $1.06 \times 10^6$ .

Con los resultados obtenidos se concluye que se incumple con la norma técnica ecuatoriana INEN en lo referente a residualidad de antibióticos, adición de agua, recuento de células somáticas y punto de congelación. Los porcentajes obtenidos en grasa, sólidos no grasos, densidad, lactosa, sales minerales, proteína, pH, acidez y los sólidos totales están cercanos o dentro de los márgenes dispuestos por la norma INEN.

**Palabras claves:** leche bovina, residuos de antibiótico, composición físico - química, recuento de células somáticas.

## ABSTRACT

Thirty-six samples of bovine milk from the parish 'Chicaña', in the canton of Yantzaza part of the province of Zamora Chinchipe were tested using a TriSensor kit in order to detect antibiotic residues in fresh raw cow's milk, a Porta SCC Milk kit to count the number of somatic cells and lastly, Lactoscan equipment in order to obtain the physicochemical properties of the milk. These studies were performed at the "Dairy processing pilot plant of the National University of Loja." When using the TriSensor kit for antibiotic residues, the following results were obtained: 28.7% were positive and 71.3% negative. In each of the groups of antibiotics that this analysis identified, 9.26% were sulfonamides positive, 17.59% had the presence of tetracycline antibiotics and 8.33% were beta-lactamase positive. In regards to the physicochemical analysis using Lactoscan equipment, the following results were obtained: fat 3.06%, non-fat milk solids (NFMS), 7.69%; density, 1.03Kg/l.; 10.8% total solids content; 4.25% lactose; 0.64% minerals, 2.87%, proteins; 1.61% water added. Samples were received at an average temperature of 14.3°C; freezing point is -0.485°C; pH of the samples 6.75, electrical conductivity of 4.99 millisiemens per cubic centimeter (mS/cm) and an average acidity of 17.4° Dornic (°D). In relation to the somatic cell count using the Porta SCC Milk kit,  $1.06 \times 10^6$  was obtained. The results showed that the Ecuadorian INEN technical standards regarding residual antibiotics, addition of water, somatic cell count and freezing were not met. On the other hand, the percentages of non-fat milk solids, density, total solids content, lactose, minerals, pH, proteins and water added are close to or within the range provided by INEN standards.

**Keywords:** bovine milk, antibiotic residues, physical-chemical composition, somatic cell count.

# 1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Zamora Chinchipe se caracteriza por poseer una amplia producción ganadera, convirtiéndose en una de las principales fuentes de ingresos para sus habitantes; observándose que toda la producción lechera va destinada para toda la población local y de la ciudad de Loja.

La leche es uno de los pocos alimentos que puede ser considerado como equilibrados por sus diferentes componentes, siendo un alimento de consumo masivo a nivel mundial. En nuestro país, como dato referencial tenemos que, el consumo per cápita es de 105 litros promedio por año según el diario El Mercurio, (2015); y en muchos de los casos, no se sabe de dónde procede.

La utilización de medicamentos para restablecer la salud de los semovientes bovinos, y el peligro de la comercialización de la leche con residuos de antibióticos para las personas que lo consumen, es un tema palpitante de salud pública, debido a que conlleva un sin número de problemas, especialmente en los consumidores, sobre todo en los individuos más vulnerables, como lo son: lactantes, niños y personas de la tercera edad.

La leche fluida es el principal producto de la industria láctea, sus características nutricionales la hacen un alimento completo para la dieta de los seres humanos, por lo que cabe resaltar también que, desde su síntesis en la glándula mamaria, hasta su llegada al consumidor, estas cualidades están sometidas a un gran número de riesgos que hacen peligrar la calidad original del producto, convirtiéndola en un medio de cultivo ideal para el crecimiento de una gran variedad de microorganismos.

Dado que se trata de un producto de origen animal, está sujeto a grandes variables en su proceso de obtención primaria, se puede contaminar con un amplio espectro de microorganismos provenientes de diferentes fuentes contaminantes. Algunos de estos microorganismos son patógenos para el

hombre, mientras que otros producen alteraciones en la leche, como acidificación, proteólisis y lipólisis, que la hacen poco apta para su consumo, por consiguiente, tanto su producción como su elaboración y distribución debe ser objeto de máxima vigilancia (Valbuena, 2004).

El consumo de leche con residuos de antibióticos es un peligro para la salud humana, sus efectos tóxicos pueden afectar a los riñones, hígado, sangre, médula, destrucción de la flora bacteriana, reducción de la síntesis de vitaminas y reacciones alérgicas graves.

En Ecuador existen muy pocos reportes publicados sobre el estudio de residuos de antibióticos, los únicos encontrados son los provenientes de la carrera de Ingeniería Zootecnia de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo y a nivel de la región sur del país, no se pudo encontrar publicaciones sobre este tema, surgiendo la necesidad de hacer un estudio para verificar si existe comercialización de leche con residuos de antibióticos.

En la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar residuos de antibióticos en la leche cruda fluida en la parroquia “Chicana” del cantón Yantzaza, de la provincia de Zamora Chinchipe.
- Realizar el estudio físico-químico de la leche cruda en la parroquia “Chicana” del cantón Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe.
- Realizar el estudio de células somáticas en la parroquia “Chicana” del cantón Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe.
- Comparar los resultados obtenidos con la norma INEN, ecuatoriana.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

#### **2.1.1. La Producción de Leche**

La producción de leche se conoce desde hace más de 6000 años. Los animales productores de leche de hoy en día han evolucionado a partir de animales salvajes que vivieron durante miles de años, en hábitats de diferentes latitudes y altitudes y expuestas a distintas condiciones naturales, muchas veces severas y extremas.

El hombre comenzó a domesticar a los animales prácticamente en todas las zonas de la tierra. Pero empezó domesticando a herbívoros, eligiendo aquellas especies animales que pueden satisfacer sus necesidades de leche, carne, vestido, etc.

Se eligieron animales herbívoros porque eran menos peligrosos y más fáciles de manejar que los animales carnívoros. Además, los animales herbívoros no competían directamente con el hombre en su alimentación, ya que en general se alimentaban de plantas que el hombre no podía utilizar (Tetra Pak, 2003).

Los animales herbívoros que se utilizaron fueron todos los rumiantes a excepción de la yegua y el asno. Los rumiantes pueden comer rápidamente y en grandes cantidades y rumiar más tarde la comida. Hoy en día se utilizan los mismos animales de entonces para la producción de leche, que desde hace miles de años ha constituido uno de los componentes esenciales de la dieta humana.

El animal productor de leche más extendido en todo el mundo es la vaca, que puede encontrarse en todos los continentes y prácticamente en todos los países (Laval, 2003).

## 2.2. GENERALIDADES DE LA LECHE

### 2.2.1. Definiciones de la Leche

La leche es un líquido blanco, opaco, de sabor ligeramente azucarado y de olor poco acentuado. Constituye un sistema químico y físico-químico muy complejo y, de modo esquemático se puede considerar como una emulsión de materia grasa en una solución acuosa que contiene numerosos elementos, unos en disolución y otros en estado coloidal (Veisseyre, 1988).

Es un líquido de composición compleja, su función natural es ser un alimento exclusivo de los mamíferos jóvenes durante el período crítico de su existencia, tras el nacimiento, cuando el desarrollo es rápido y no puede ser sustituida por otros alimentos.

La gran complejidad de la composición de la leche responde a esta necesidad, la glándula mamaria constituye igualmente un emuntorio; por ello se puede encontrar también en la leche sustancias de eliminación, sin valor nutritivo (Alias, 1991).

### 2.2.2. Definición Química

La leche es uno de los fluidos más completos que existen. El término sólidos totales se usa ampliamente para indicar todos los componentes con exclusión del agua y el de sólidos no grasos cuando se excluye el agua y la grasa (Molina, 1987).

**Cuadro 1.** Composición química de la leche procedente de algunos mamíferos.

<b>Mamífero</b>	<b>Vaca</b>	<b>Humana</b>	<b>Cabra</b>	<b>Oveja</b>	<b>Yegua</b>
<b>Composición</b>					
<b>Agua</b>	87.1	87.4	87.0	82.6	90.6
<b>Proteínas</b>	3.4	1.4	3.3	5.5	2.0
<b>Grasas</b>	3.9	4.0	4.2	6.5	1.1
<b>Carbohidratos</b>	4.9	7.0	4.8	4.5	5.9
<b>Minerales</b>	0.7	0.2	0.7	0.9	0.4

Fuente: Magariños, 2000.

### **2.2.3. Definición Física**

Desde el punto de vista físico, la leche es un líquido de color blanco opalescente característico (bovinos), este color se debe a la refracción que sufre los rayos luminosos que inciden en él, al chocar con los coloides en suspensión con ligeras tonalidades amarillentas por el contenido de grasas y carotenos, de olor característico y sabor ligeramente dulce de consistencia ligeramente fluida (Molina, 1987).

### **2.2.4. Definición Fisiológica**

La leche es el líquido segregado por las hembras de los mamíferos a través de las glándulas mamarias, cuya finalidad básica es alimentar a su cría durante un determinado tiempo (Alcides, 2010).

### **2.2.5. Definición Legal**

La leche es el producto del ordeño higiénico, efectuado completa y profundamente en una o más hembras de ganado lechero bien alimentado y en buen estado de salud y no debe contener calostro, Alcides, (2010). En las disposiciones generales de las normas INEN 0009 (norma técnica ecuatoriana), la leche cruda no debe contener calostro o ser obtenida en el periodo comprendido entre los 12 días anteriores y los 7 días posteriores al parto (INEN, 2008).

### **2.2.6. Definición Dietética**

Desde el punto de vista dietético o nutritivo, la leche es el alimento más completo que entrega la naturaleza. Artificialmente el hombre ha podido elaborar alimentos más perfectos, pero en ellos se encuentra invariablemente incluida la leche. Sin embargo, los requerimientos nutritivos de los seres humanos son muy complejos y ningún aislado lo satisface todo. Las imperfecciones de la leche se hacen evidentes al procurar llevar alimentos a la madurez sobre una base exclusivamente láctea (FAO, 2011).

### **2.3. USO DE MEDICAMENTOS EN ANIMALES DE PRODUCCIÓN LÁCTEA**

El uso de antibióticos es sin lugar a dudas una de las principales herramientas en el control y erradicación de numerosas enfermedades infecciosas de origen bacteriano en animales de producción y compañía. Sin embargo, su empleo requiere de evaluaciones y pruebas que demuestren la inexistencia de concentraciones de estos fármacos en la leche, carne y otros productos de origen animal, con el fin que la población humana reciba un alimento de buena calidad exenta de residuos de estas drogas.

El término residuos, se refiere a pequeñas concentraciones de estos fármacos que quedan en la leche o carne después de finalizado un tratamiento, independientemente de la vía de administración del producto.

Los riesgos de estos fármacos en la población humana se centran fundamentalmente en los siguientes aspectos: reacciones de hipersensibilidad, efectos tóxicos específicos, aparición de cepas resistentes y susceptibles de ser transmitidas al hombre y alteraciones de la flora intestinal.

Por ello en la actualidad se debe conocer las concentraciones máximas permitidas, y como herramienta para su detección existen diversos métodos (Elias, 2011).

#### **2.3.1. Medicamentos Utilizados en la Industria Pecuaria**

Los medicamentos veterinarios se utilizan en los animales para favorecer su crecimiento y para curar o prevenir infecciones. Entre estas sustancias están: los antibióticos usados para el tratamiento de infecciones causadas por bacterias, los vermífugos para combatir los endoparásitos, los desinfectantes y detergentes en los procesos de limpieza y desinfección y los pesticidas en el control de garrapatas, moscas u otros.

En todos los casos, el uso de medicamentos o aditivos plantea un problema de salud pública, en la medida en que estos pueden originar residuos en los alimentos derivados de los animales tratados; por lo tanto, la utilización de



cualquier medicamento veterinario, debe estar siempre ligada a dos conceptos básicos: el respeto del tiempo o período de retiro o supresión, y la aparición o presencia de residuos en los productos obtenidos de animales tratados.

Después de administrar un medicamento a un animal, tiene lugar un proceso metabólico que favorece su eliminación; en términos generales la mayor parte del producto y de sus metabolitos se excretan por la orina y las heces; sin embargo también se pueden encontrar estos productos en la leche o en la carne después de sacrificar el animal; por lo tanto, lo ideal sería que cuando los animales estén sometidos a un tratamiento, la leche obtenida de estos animales, se separe de la leche del resto de animales no tratados, hasta que se sepa con certeza que se puede consumir, sin que existan restos de inhibidores.

Aunque el principio activo se administra al animal en dosis terapéuticas, teóricamente atóxicas o con alguna toxicidad leve, es necesario analizar los riesgos que representan los residuos para el consumidor, con base en estudios científicos sobre la toxicidad de estas sustancias (Parra, 2003).

### **2.3.2. Residuos de Medicamentos en Leche**

Residuo es toda sustancia química o biológica que, al ser administrada o consumida por el animal se elimina y/o permanece como metabolito en la leche con efectos nocivos para el consumidor (Cotrino, 2001).

El residuo ilegal es el que está presente cuando se exige la ausencia, o bien, el que está en cantidad o proporción superior a un límite máximo permitido o autorizado de residuo. Los residuos más problemáticos presentes en la leche son los que se derivan de fármacos antibacterianos, hormonas promotoras del crecimiento y de ciertos pesticidas, metales pesados y productos químicos. El uso de éstos compuestos hace que tomen contacto con diferentes tejidos comestibles de los animales, así se ve expuesto a ellos el ser humano.

Los residuos químicos afectan la calidad de la leche, al igual que su proceso de industrialización y son un peligro para la salud humana por efectos acumulativos causa manifestaciones tóxicas, afecciones orgánicas diversas, alergia e incluso

cáncer.

Por lo tanto, es muy importante que se respeten los tiempos indicados entre la última administración del compuesto a los animales y el ordeño (conocido como “período de retiro”), para garantizar al consumidor que la leche que ingiera no contengan residuos (Parra, 2003).

### **2.3.3. Tiempo o Periodo de Retiro o Suspensión**

El tiempo o período de retiro o suspensión, es el período de tiempo que se debe esperar para destinar la leche al consumo humano o animal, desde el momento en que se suministró el último tratamiento a la vaca en producción, con el objeto de que no existan residuos de dicho medicamento en el alimento con una tolerancia de cero por ciento.

Las compañías farmacéuticas fijan el tiempo de retiro de la leche, fundamentadas en las propiedades farmacocinéticas de las distintas formulaciones en vacas en ordeño, y en los estudios toxicológicos en humanos.

En general los períodos de retiro oscilan entre cuatro a seis días para los antibióticos más usados y es raro que se eliminen residuos de antibióticos por un período mayor que el tiempo de retiro declarado por el fabricante del fármaco.

Sin embargo, se debe tener en cuenta las enfermedades en las cuales se disminuye significativamente la producción, el tiempo de retención de la droga en la ubre puede aumentarse. Otros factores que pueden prolongar el tiempo de retiro pueden ser las enfermedades renales y hepáticas, y la administración de varias drogas simultáneamente.

En estos casos se recomienda extender el período de retiro de la leche, o consultar acerca de otras medidas que podrían adoptarse. El período de retiro debe figurar en forma clara y precisa en la etiqueta de todos los preparados comerciales, Parra (2003); y para ejemplificar este punto a continuación el siguiente cuadro.

**Cuadro 2.** Período de retiro de algunos antibióticos inyectables utilizados en bovinos.

<b>Antimicrobianos Inyectables</b>		
<b>Ingrediente Activo</b>	<b>Período de Retiro</b>	
	<b>LECHE</b>	<b>CARNE</b>
Amoxicilina Trihidrato	96 horas	25 días
Ampicilina Trihidrato	48 horas	6 días
Cefquinoma	168 horas	14 días
Ceftiofur	12 horas	24 horas
Ciprofloxacina	No usar en vacas en producción	5 días
Enrofloxacina	No usar en vacas en producción	5 días
Eritromicina	72 horas	14 días
Espiramicina	168 horas	====
Florfenicol 300 mg/ml	No usar en vacas en producción	28 días
Gentamicina	72 horas	21 días
Kanamicina	72 horas	21 días
Oxitetraciclina hidrocloreuro	72 horas	21 días
Oxitetraciclina L.A 200 mg/ml	96 horas	28 días
Oxitetraciclina L.A 300 mg/ml	144 horas	28 días
Penicilina G procaínica+Sulfato de Estreptomina 20/20	36 horas	30 días
Penicilina G procaínica	48 horas	15 días
Penicilina G procaínica + Dihidroestreptomina	168 horas	30 días
Sulfadimetoxina	96 horas	15 días
Sulfadoxina + Trimetoprim	96 horas	10 días
Sulfametazina	96 horas	15 días
Tilosina	96 horas	21 días

Fuente: Parra, 2003.

**Cuadro 3.** Periodo de retiro de algunos antibióticos intramamarios utilizados en bovinos.

Antibióticos Intramamarios	Periodo de Retiro	
	LECHE	CARNE
Ingrediente Activo		
Amoxicilina	60 horas	12 días
Cefacetilum (UTC. Natrium)	96-120 horas	====
Cefalexina Monohidrato	36-48 horas	====
Cefapirina Benzatinica - Secado	No usar en vacas en producción	42 días
Cefapirina Sódica	96 horas	4 días
Cefopera Zona Sódica	84 horas	====
Cloxacilina Benzatinica - Secado	No usar en vacas en producción	30 días
Cloxacilina Sódica	72 horas	10 días
Espiramicina - Secado	No usar en vacas en producción	21 días
Hetacilina Potásica	72 horas	10 días
Penic. G Procainica + Dihidroest - Nafcilina -Secado	No usar en vacas en producción	====
Pirlimicina	36 horas	28 días

Fuente: Parra, 2003.

#### 2.3.4. TriSensor Test Kit

El dispositivo con el que se detectó los residuos de antibióticos se llama TriSensor Test Kit, que consiste en un análisis rápido que detecta residuos de antibióticos en los grupos de las sulfamidas, tetraciclinas y betalactámicos; a continuación detallamos los fármacos que se detectan con este análisis:

- Sulfamidas

<b>Sulfamidas</b>	
<b>Antibiótico</b>	<b>Detección límite (µg/l)</b>
Sulfamethazine	25-50 ppb
Sulfametoxazol	25-50 ppb
Sulfadiazina	50-75 ppb
Sulfathiazole	75-100 ppb
Sulfadimethoxine	50-75 ppb
Sulfaquinolona	75-100 ppb
Sulfapiridina	2-4 ppb
Sulfametoxipiridazina	3-4 ppb
Sulfametizol	40-50 ppb
Sulfamerazina	25-50 ppb
Sulfachloropyridazine	25-50 ppb

- Tetraciclinas

<b>Tetraciclina</b>	
<b>Antibiótico</b>	<b>Detección límite (µg/l)</b>
Tetraciclina	50-100 ppb
Clortetraciclina	15-50 ppb
Doxiciclina	5-20 ppb
Oxycitretetraciclina	50-70 ppb

- Betalactámicos

<b>Betalactámicos</b>			
<b>Antibiótico</b>	<b>Detección límite (µg/l)</b>	<b>Antibiótico</b>	<b>Detección límite (µg/l)</b>
<b>Penicilinas</b>		<b>Cefalosporinas</b>	
Penicilina G	3-4 ppb	Cefalexina	75-10 ppb
Ampicilina	4-5 ppb	Cefapirina	6-15 ppb
Amoxicilina	4-5 ppb	Cefazolina	35-50 ppb
Cloxacilina	4-8 ppb	Cefoperazone	5-20 ppb
Dicloxacilina	5-8 ppb	Cefpiramide	10-20 ppb
Nafcilina	15-30 ppb	Cefepime	4-8 ppb
		Cefmetazole	30-50 ppb

### 2.3.5. Riesgos del Consumo de Leche y Derivados con Residuos de Antibióticos

Los residuos de antibióticos en la leche, además de ser un peligro para la salud humana y los procesos de industrialización de la leche, tienen implicaciones económicas (no pago de la leche con presencia de inhibidores, menores precios,

etc). El mercado actual de lácteos es cada vez más exigente en productos libres de residuos; por lo tanto, obtener leche libre de antibióticos es un elemento esencial para la comercialización (Parra, 2003).

### **2.3.5.1. Riesgos para el humano**

Aunque los residuos solo se encuentren en los alimentos en muy baja concentración, es posible que la ingestión regular de pequeñas cantidades de una misma sustancia pueda determinar manifestaciones tóxicas a largo plazo, por efectos acumulativos.

Los efectos tóxicos pueden agruparse en directos e indirectos:

- Son efectos directos, aquellos producidos por la utilización de antibióticos en condiciones terapéuticas. Se manifiestan en variadas formas clínicas como: toxicidad en riñón, hígado, sangre, médula, oído, efectos teratogénicos, carcinogénicos y alergias graves.
- Los efectos indirectos son los asociados a los fenómenos de resistencia bacteriana y a las reacciones alérgicas. Además, los antibióticos presentes en la leche pueden inducir alteración de la flora intestinal, desarrollo de microorganismos patógenos y reducción de la síntesis de vitaminas.

La resistencia bacteriana es un problema ecológico, pues las cepas resistentes a antimicrobianos, no solamente afectan a los individuos que están siendo tratados, sino que también afectan a los individuos que comparten el mismo ambiente.

Existe evidencia microbiológica y clínica, de que las bacterias resistentes pueden pasar de animales a humanos, haciendo más difícil el tratamiento de las infecciones; además, todas las bacterias son afectadas cuando se utiliza un tratamiento antimicrobial, tanto a las que va dirigido el tratamiento, como a las que no.

Algunas personas pueden desarrollar reacciones alérgicas con la ingestión de leche con pequeñas cantidades de antibióticos (penicilina, betalactámicos, tetraciclinas y aminoglucósidos).

La principal fuente de residuos de estos antibióticos es la leche de vacas tratadas con estas bases vía intramamaria (Parra, 2003).

### **2.3.5.2. Fármacos implicados en reacciones adversas en humanos**

**Penicilina**: La mayoría de los reportes relacionados con casos de sensibilidad se deben a la penicilina y su fuente de residuos es la leche de vacas tratadas con infusiones intramamarias.

**Cloranfenicol**: El cloranfenicol produce en las personas anemia aplásica con cantidades muy pequeñas. Por esta razón se ha prohibido su uso en animales de consumo humano.

**Sulfametazina**: Este medicamento produce por toxicidad crónica, un adenocarcinoma tiroideo en ratas.

**Aminoglicósidos (estreptomina, kanamicina, gentamicina)**: Los posibles efectos adversos por residuos de aminoglicósidos se limitan a la flora gastrointestinal (resistencia bacteriana), debido a la poca capacidad de absorción.

**Tetraciclinas**: Las tetraciclinas están relacionadas con problemas de osificación y dentición en niños en crecimiento y pueden inducir resistencia bacteriana (Sánchez, 1995).

### **2.3.5.3. Causas más comunes de aparición de residuos de antibióticos**

La presencia de inhibidores en leche es responsabilidad de las ganaderías. La mayoría de las veces se debe a un mal manejo de los tiempos establecidos por las casas comerciales de los fármacos. Entre las principales causas de residualidad de antibióticos, están las siguientes:

- No respetar los tiempos de retiro de los medicamentos.
- Ordeño de vacas que han presentado aborto o con períodos secos muy cortos, y que hayan sido tratadas con antibióticos de larga acción.
- Uso de medicamentos no aprobados.

- Carencia de registros de medicación.
- Sobredosificación de medicamentos.
- Aplicación de medicamentos sin recomendación del Médico Veterinario.
- Administración de medicamentos por vías no recomendadas por los laboratorios fabricantes.
- Residuos de soluciones desinfectantes en el equipo de ordeño.
- Mezcla con leches contaminadas.
- Descarte de leche, solamente del cuarto mamario tratado con antibiótico (Botero, 1997).

### **2.3.6. Implicaciones Tecnológicas**

La presencia de residuos de antibióticos afecta el proceso de industrialización de la leche, pues la mayoría de los inhibidores impiden o retardan el desarrollo de las bacterias lácticas, ocasionando mayores costos de elaboración de materia prima y alteración del programa de producción, que implica una pérdida de rentabilidad para la empresa.

Los inhibidores en la leche no desaparecen totalmente con los tratamientos térmicos. De acuerdo con algunos estudios realizados, la penicilina pierde solamente 8% de su actividad luego de la pasteurización y 50% con la esterilización. La ebullición de la leche destruye 66% de residuos de estreptomicina y 90% de residuos de tetraciclinas (Parra, 2003).

Entre los principales problemas que se presentan al procesar leche con residuos de antibióticos, están:

- Formación de una cuajada inadecuada durante la elaboración del queso, la cual induce una maduración anormal.
- Disminución de la producción de acidez durante el proceso de elaboración de



productos fermentados.

- Disminución del crecimiento de los cultivos lácticos cuando se propagan en leche en polvo reconstituida (Vallejo, 1993).

## 2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE

La leche es una secreción nutritiva de color blanquecino opaco producida por las glándulas mamarias de las hembras (raras veces y patológicamente, también por los machos) de los mamíferos incluidos los monotremas. Esta capacidad es una de las características que definen a los mamíferos.

La principal función de la leche es la de nutrir a las crías hasta que son capaces de digerir otros alimentos. Además, cumple las funciones de proteger su tracto gastrointestinal contra patógenos, toxinas e inflamación y contribuye a la salud metabólica regulando los procesos de obtención de energía, en especial el metabolismo de la glucosa y la insulina (Roca, 2013).

**Cuadro 4.** Composición de la leche de diferentes especies.

<b>Nutriente</b>	<b>Vaca</b>	<b>Búfala</b>	<b>Humano</b>
Agua, g	88,0	84,0	87,5
Energía, kcal	61,0	97,0	70,0
Proteína, g	3,2	3,7	1,0
Grasa, g	3,4	6,9	4,4
Lactosa, g	4,7	5,2	6,9
Minerales, g	0,72	0,79	0,20

**Fuente:** Agrobot, 2011.

### 2.4.1. Agua

El valor nutricional de la leche como un todo, es mayor que el valor individual de los nutrientes que la componen debido a su balance nutricional único. La cantidad de agua en la leche refleja ese balance. En todos los animales el agua es el nutriente requerido en mayor cantidad y la leche suministra una gran cantidad de

agua, conteniendo aproximadamente 90% de la misma.

La cantidad de agua en la leche es regulada por la lactosa que se sintetiza en las células secretoras de la glándula mamaria. El agua que va en la leche es transportada a la glándula mamaria por la corriente circulatoria.

La producción de leche es afectada rápidamente por una disminución de agua y cae el mismo día que su suministro es limitado o no se encuentra disponible. Esta es una de las razones por las que la vaca debe de tener libre acceso a una fuente de agua abundante todo el tiempo (Agrobit, 2011).

#### **2.4.2. Proteínas**

El contenido de proteínas depende fundamentalmente de la alimentación y oscila entre el 3 y 3.6%, es necesario someter este parámetro a un constante control, sobre todo en las fábricas de queso, debido a que el consumo de materia viene determinado, en gran parte por el contenido proteico de la leche; esto debido a la conversión para el rendimiento de leche en queso o cuajada.

Los componentes estructurales básicos de las proteínas son los aminoácidos. Frecuentemente se hace la clasificación de las proteínas de la leche en base a los componentes obtenidos por el método de separación fraccionada. Este método distingue entre caseína, albumina y globulina (Spreer, 1991).

#### **2.4.3. Materia Grasa**

Está compuesto de una mezcla de triglicéridos que contiene más de diecisiete ácidos grasos y sustancias asociadas tales como las vitaminas A, D, E y K, fosfolípidos como la cefalina y lecitina. De todos los componentes es la que más varía; oscila entre el 3.2% y el 6%; estas variaciones se deben principalmente a la selección realizada para obtener las distintas razas de vacuno.

**Cuadro 5.** Composición en porcentaje de grasa, en leche de diferentes razas bovinas.

<b>Raza</b>	<b>Producción (litros/ordeño)</b>	<b>Grasa (%)</b>
Jersey	7.97	4.6
Normanda	7.25	4.4
Guersey	7.61	4.5
Roja Noruega	9.06	4.2
Roja Sueca	9.06	4.2
Brown Suizo	9.38	4
Montbeliarde	8.15	3.8
Ayrshire	8.11	3.9
Overo Colorado	5.04	3.5
Holstein Friesian	10.56	3.6

**Fuente:** Agrobot, 2011.

El contenido graso también depende de: la alimentación, alojamiento, estado sanitario y las características individuales de las vacas lecheras. La grasa de la leche se diferencia de otras grasas animales, especialmente de las grasas corporales, entre otras cosas por poseer muchos más tipos de ácidos grasos, sobre todo es más rica en ácidos grasos insaturados.

La determinación de la grasa es de gran importancia ya que, este parámetro influye en el precio a pagar por litro de leche, permite determinar si una muestra de leche cumple con los valores legales establecidos. Su valor es necesario conocerlo para estandarizar la leche a los valores requeridos para la elaboración de derivados, además de tener valores de referencia para la selección genética de los rebaños (Spreer, 1991).

#### **2.4.4. Lactosa**

Los glúcidos de la leche están compuestos esencialmente por la lactosa y algunos otros azúcares en pequeñas cantidades, como glucosa (0.1%) y la galactosa. La

lactosa es el carbohidrato característico de la leche, es un disacárido, este juega un papel importante en los procesos de acidificación de la leche (elaboración de productos de la leche ácida, madura de la nata) ya que representa el substrato nutritivo para las bacterias lácticas (Spreer, 1991).

El mercado de la leche presenta una fuerte intervención estatal en casi todos los países, fijándose precios máximos y mínimos según donde nos encontremos. Un producto representativo de la leche fluida, es la leche en polvo, ya que hay que tener en cuenta que la leche fluida no es un producto almacenable, aunque lo puede ser a un elevado coste.

La producción mundial de leche de todas las especies que se ordeñan es de aproximadamente 653 millones de toneladas métricas. El 83% del total de leche está representado por la leche de vaca. Le siguen por orden de importancia decreciente la leche de búfala con un 12,4%, la de cabra con un 2%, la de oveja con un 1,3% (Inforcarne, 2013).

#### **2.4.5. Sales Minerales de la Leche**

Se conocen como sales minerales en la leche, los componentes de la leche que estén en forma de iones o que son ionizables (excepto iones hidroxílicos y los de hidrógeno). Se incluyen aparte de los iones de las sales orgánicas e inorgánicas, también las proteínas, ya que sus grupos ionizable pueden formar sales al unirse con los cationes. Las sustancias salinas se determinan generalmente a partir de las cenizas.

El contenido en sales depende de: la raza, de la fase de lactación, del estado de salud (alteraciones endócrinas, por ejemplo, pueden modificar considerablemente la proporción de sales) y sobre todo del aporte mineral que contenga el alimento de las vacas. Los procesos infecciosos que afectan a las ubres producen alteraciones muy evidentes del contenido en sales de la leche (Spreer, 1991).

#### **2.4.6. Vitaminas**

Las vitaminas son producidas fundamentalmente por las plantas bajo la influencia

de la luz solar. En el ser humano y en los animales tienen la función de biocatalizador, indispensable para el mantenimiento y el incremento de la sustancia celular y para garantizar las funciones orgánicas de mantenimiento.

Actúan a ínfimas concentraciones por lo que no proporciona energía. Estas son aportadas al organismo por los alimentos o se sintetizan a partir de sus precursores (pro-vitaminas) contenidos en estos. El contenido de vitaminas de la leche cruda depende fundamentalmente de la alimentación y del estado de salud de los animales.

Por otro lado, los tratamientos y transformaciones a los que se somete la leche pueden rebajar algo su contenido vitamínico.

Entre las principales vitaminas tenemos: vitamina A (retinol), provitamina (caroteno), vitamina D, E, K, ácido pantoténico, ácido fólico y nicotinamida (Spreer, 1991).

**Cuadro 6.** Vitaminas de la leche entera de vaca en 100 g.

Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad
Ácido fólico añadido	0 µg.	Vitamina A	46 µg.
Alfa caroteno	0 µg.	Vitamina B1	0,04 mg.
Alfatocoferol	0,10 mg.	Vitamina B12	0,30 µg.
Beta caroteno	28 µg.	Vitamina B2	0,19 mg.
Beta criptoxantina	0 µg.	Vitamina B3	0,73 mg.
Betacaroteno	28 µg.	Vitamina B5	0,35 µg.
Betatocoferol	0 mg.	Vitamina B6	0,04 mg.
Caroteno	28 µg.	Vitamina B7	3,50 µg.
Deltatocoferol	0 mg.	Vitamina B9	5,50 µg.
Folatos alimentarios	5,50 µg.	Vitamina C	1,40 mg.
Gammatocoferol	0 mg.	Vitamina D	0,03 µg.
Niacina preformada	0,08 mg.	Vitamina E	0,10 mg.
Retinol	41,30 µg.	Vitamina K	0,34 µg.
Tocoferoles totales	0,10 mg.		

**Fuente:** <http://alimentos.org.es/vitaminas-leche-entera-vaca>, (2016).

#### **2.4.7. Sólidos Totales y Sólidos no Grasos**

El porcentaje promedio de sólidos totales es de 12.7% representados por la grasa en emulsión, las proteínas es suspensión coloidal, lactosa, vitaminas, sales y otros componentes orgánicos e inorgánicos en solución.

Los componentes sólidos no grasos representan en promedio 8.7%. El peso específico de la leche aumenta proporcionalmente con el porcentaje de sólidos no grasos y disminuye a medida que aumenta el contenido de grasa.

El aguado y la adición de crema tienden a disminuir esta propiedad mientras que la separación de la grasa láctea la aumenta. La leche descremada por lo tanto tiene mayor densidad que la leche íntegra.

La determinación de sólidos totales (ST) y sólidos no grasos (S.N.G.) es de importancia para:

- Determinar si una muestra cumple con los requisitos legales establecidos.
- Dichos valores combinados con la información lactométrica y otras pruebas complementarias permite establecer si una leche se encuentra adulterada.
- Establecer el rendimiento de la leche para la elaboración de productos lácteos (queso, yogurt, leche en polvo, etc.).
- Tener valores de referencia para la selección genética de los rebaños (Spreer, 1991).

#### **2.5. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS**

La leche es un compuesto líquido, opaco, de color blanco marfil y con doble de viscosidad que el agua. Esa coloración cambia ligeramente debido a la porción lipídica, el que da aspecto amarillento a la superficie cuando la leche se deja un tiempo en reposo; los causantes son los pigmentos carotenoides que hay en los pastos con que se alimentan los animales.

El sabor de la leche es delicado, suave, ligeramente azucarado; su olor tampoco

es muy intenso, aunque sí característico. La grasa que contiene presenta una causada tendencia a captar los olores fuertes o extraños procedentes del ambiente (Spreer, 1991).

## 2.6. CARATERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS

Las características físico – químicas de una sustancia resultan de su composición y estructura. Las propiedades estructurales de una sustancia se traducen sobre todo en su textura. La textura responde a cómo se caracterizan, fundamentalmente por métodos sensoriales (Spreer, 1991).

## 2.7. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Algunas propiedades físicas de la leche son:

- La leche de vaca tiene una densidad media de 1.032 g/l. Es una mezcla compleja y heterogénea compuesta por un sistema coloidal de tres fases:
  - a) **Solución:** Los minerales, así como los hidratos de carbono se encuentran disueltos en el agua.
  - b) **Suspensión:** Las sustancias proteicas se encuentran con el agua en suspensión.
  - c) **Emulsión:** La grasa en agua se presenta como emulsión.
- Contiene una proporción importante de agua (cerca del 87%). El resto constituye en extracto seco que representa 130 gramos por litro y en el que hay de 35 a 45 g de materia grasa.
- Otros componentes principales son: los glúcidos, lactosa, las proteínas y los lípidos. Los componentes orgánicos (glúcidos, lípidos, proteínas, vitaminas), y los componentes minerales. La leche contiene diferentes grupos de nutrientes.
- Las sustancias orgánicas (glúcidos, lípidos, proteínas) están presentes en cantidades más o menos iguales y constituyen la principal fuente de energía.
- Estos nutrientes se reparten en elementos constructores, tales como las

proteínas, y en compuestos energéticos, como los glúcidos y los lípidos (Spreer, 1991).

## **2.8. CRIOSCOPIA DE LA LECHE Y PUNTO DE CONGELACIÓN**

La leche por poseer numerosas sustancias en solución, tiene un punto de congelación inferior al del agua. El promedio es de  $-0.545\text{ }^{\circ}\text{C}$  y se considera una constante fisiológica que solamente varía dentro de límites muy reducidos ( $-0.535$  a  $-0.550\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), porque depende de la presión osmótica de la secreción láctea, la cual en condiciones normales se mantiene constante por lo que depende a su vez de la presión osmótica de la sangre.

El descenso crioscópico normal observado en la leche se debe principalmente a la lactosa y sales minerales que se encuentra en solución. La grasa y las proteínas no influyen significativamente sobre esta propiedad.

En cambio, la acidificación debida a la fermentación de la lactosa si aumenta el descenso crioscópico por la formación de un mayor número de moléculas de soluto originadas en el proceso fermentativo.

Cuando se le agrega agua a la leche se disminuyen sus solutos y el punto de congelación aumenta acercándose al del agua. El aumento en el punto de congelación es proporcional a la cantidad de agua adicionada (Alias, 1991).

Al considerar el punto de congelación podemos manifestar que es muy constante, oscilando entre  $-0.53$  y  $-0.55\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La determinación de este índice permite detectar en la leche un aguado a partir del 3%. Este también puede alterarse por un aumento o descenso de contenido de gases de la leche por la descomposición de la lactosa y por la modificación del pH (INEN, 2008).

## **2.9. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

### **2.9.1. pH de la Leche**

Según la legislación ecuatoriana guiada por las normas INEN, nos habla que la leche es de característica cercana a la neutra. Su pH puede variar entre 6.5 y 6.65



(INEN, 2008).

### **2.9.2. Acidez de la Leche**

Como dato referencial de las normas INEN, nos habla que una leche fresca, posee una acidez de 0.13 a 0.17 grados Dornic ( $^{\circ}\text{D}$ ); esta acidez se debe en un 40% a la anfotérica, otro 40% al aporte de la acidez de las sustancias minerales,  $\text{CO}_2$  disuelto y ácidos orgánicos; el 20% restante se debe a las reacciones secundarias de los fosfatos presentes (INEN, 2008).

### **2.9.3. Lactosa**

La lactosa es un azúcar que está presente en todas las leches de los mamíferos: vaca, cabra, oveja y en la humana, y que también puede encontrarse en muchos alimentos preparados. Es el llamado azúcar de la leche ( $\text{C}_{12}$ ,  $\text{H}_{22}$ ,  $\text{O}_{11}$ ) disacárido natural compuesto de glucosa y galactosa. La lactosa está presente en la leche como una solución verdadera y es de 4.7% (Alais, 1991).

## **2.10. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA LECHE**

En lactología se aplica los conocimientos microbiológicos con tres finalidades:

1. Prevenir e impedir la transmisión de bacterias patógenas vehiculadas por la leche y los productos lácteos para proteger la salud de los consumidores.
2. Prevenir y reducir el desarrollo de las bacterias indeseables en la leche y los productos lácteos para impedir su alteración.
3. Favorecer y dirigir el desarrollo de las bacterias útiles en algunos productos lácteos como los fermentados.

En la leche los microorganismos importantes se clasifican en: bacterias, levaduras y mohos. Los factores ambientales tales como: la temperatura, el pH y el oxígeno del aire, aparte de los nutrientes y el agua como elemento disolvente juegan un importante papel para el crecimiento, la reproducción y el metabolismo de estos organismos, sobre todo influyen la temperatura como factor regulador sobre su

desarrollo.

El contenido microbiano de la leche cruda dice mucho de su calidad, está en función, por una parte, de la higiene mantenida en el proceso de obtención de la leche, es decir la limpieza de las instalaciones de ordeño, de las condiciones de almacenamiento y del transporte y, por otra, del estado sanitario de la vaca, especialmente de la ubre.

La leche obtenida de una vaca sana contiene entre 100 y 10000 gérmenes por mililitro, siendo la población media de 1000. Durante el ordeño las primeras fracciones de leche están generalmente más contaminadas que el resto; la leche del final del ordeño puede ser cinco veces menor que la del principio, por lo que el canal del pezón puede ser una importante fuente de contaminación.

Algunas decenas de miles de gérmenes por mililitro llegan a la leche procedentes del ambiente que rodea al animal (aire, alimento estiércol, etc.) y la presencia de otras decenas de miles y hasta millones de gérmenes se debe a una insuficiente limpieza del ordeñador, las instalaciones de ordeño, de las tuberías y de los medios de transporte.

Si se mantiene la temperatura de la leche a la temperatura a la cual sale de la ubre, se observa, que a los 20 – 40 minutos ya se ha doblado el número de gérmenes. Por esta razón es más conveniente mantener una temperatura de almacenamiento de 8 – 10 °C (Spreer, 1991).

## **2.11. CÉLULAS SOMÁTICAS**

El recuento de células somáticas en la leche es un indicador del estado general de salud de la glándula mamaria de la hembra lactante, el cual es ampliamente utilizado para el mejoramiento de la calidad en producción lechera. La reducción del recuento de células somáticas es una prioridad para veterinarios y productores, ya que existe una relación entre éste y la pérdida de leche (Carrión, 2013).

Las células somáticas son leucocitos o glóbulos blancos en la sangre que pasan a

la leche en respuesta a una lesión sufrida en la glándula mamaria. El recuento de las células somáticas (RCS) estima la inflamación de la glándula mamaria.

El recuento de las células somáticas (RCS), cuenta el número de macrófagos, linfocitos y neutrófilos que pasan a la leche como consecuencia de la infección, y por lo tanto una inflamación de la glándula mamaria por leve que esta sea va a repercutir negativamente en la producción.

Además, la presencia de antibióticos, contaminación bacteriana o de un recuento de células somáticas alto afecta negativamente a la calidad de la leche, a su estabilidad ante los tratamientos térmicos de pasteurización, por lo tanto, el recuento de estas células es un indicativo, tanto de mastitis en un hato como de calidad de la leche.

Las bacterias que invaden el canal del pezón pueden clasificarse en contagiosas o ambientales. Las bacterias contagiosas se diseminan entre los pezones de una vaca o entre diferentes vacas de un hato como resultado de prácticas de manejo inadecuadas al momento del ordeño (García, 2004).

Las células somáticas son simplemente células del organismo (varios tipos de leucocitos o células blancas de la sangre) y normalmente están presentes en la leche en niveles bajos: macrófagos un 60%, linfocitos un 25% y neutrófilos un 25%.

La presencia de un incremento del número de estas células dentro del alveolo es un indicador como respuesta a la infección, aun cuando no han sido detectadas al observar la leche de la vaca, (ejemplo de aquello, es la mastitis subclínica).

Por tanto, las células somáticas son células corporales. Estas pasan a la leche procedente de la sangre y del tejido glandular. El contenido de células somáticas en la leche es muy importante, porque nos permite conocer el estado funcional y de salud de la glándula mamaria en periodo lactante debido a su estrecha relación con su composición.

De todas las células de la leche de un cuarto infectado, aproximadamente el 99%

serán leucocitos, mientras que el resto serán células secretoras que se originan de los tejidos de la glándula mamaria, juntos esos dos tipos de células constituyen la cuenta de células somáticas de la leche que comúnmente es expresada en mililitros (Reyes, 2008).

**Cuadro 7.** Clasificación de la leche según el número de células somáticas presentes en la leche.

Positivo	Superiores a 5000000 CS	Mastitis Clínica
Sospechoso Aparente	Menores a 5000000 y superiores a 1000000 CS	Mastitis Subclínica
Sospechoso Débil	Menores a 1000000 y superiores a 500000 CS	Mastitis Subclínica
Normal	Menores a 500000 CS	

Fuente: Mateus, (1983).

## 2.12. TRABAJOS SIMILARES

- a) **Máttar Salium, Montería – Colombia 2008.** En la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba se realizó un muestreo de una empresa acopiadora de leche en la ciudad de Montería, encontrando un total de 27% de casos positivos, esta leche es destinada para el consumo humano de la ciudad de Montería perteneciente al trópico colombiano.
- b) **Rodríguez Leonel, Managua – Nicaragua 2011.** En la Universidad Nacional Agraria, en los centros de acopio de Matiguás, Matagalpa, durante el periodo de noviembre 2010 – 2011, se determinó la presencia de residuos de laboratorio, con un 24% de casos positivos. El análisis se le hizo con el dispositivo *Beta Star Combo* que es un test rápido de residuos de antibióticos.
- c) **Camacho Díaz, Guerrero – México 2010.** En la Universidad Autónoma de Guerrero se realiza un estudio de residuos de antibióticos en leche cruda en la región de Tierra Caliente con un muestreo de 129 productores con un total de 48.60% de casos positivos, el test usado es Delvostest® SP.
- d) **Noa Elizabeth, Jalisco – México 2009.** En el departamento de Salud Pública de la Universidad de Guadalajara, Jalisco – México se determinó la aparición de antibióticos en leche cruda en el estado de Jalisco en diez centros de acopio con 264 muestras obteniendo un 5% de casos positivos de

residualidad de antibióticos.

- e) **Máttar Salium, Monteria – Colombia 2008.** En el estudio de presencia de antibióticos en leches crudas en el municipio de Monteria con la prueba rápida BioX Total con 445 muestras obteniendo un 25% de casos positivos.

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. MATERIALES**

#### **3.1.1. Materiales de Campo**

- Libreta de apuntes.
- Hojas para toma de datos.
- Esferográficos.
- Cámara fotográfica.
- Botas.
- Overol.
- Recipientes para recolectar muestras.
- Guantes.
- Marcador para identificar los recipientes.
- Hielera con sus respectivos hielos.
- Cofia.
- Mandil.
- Corrector.
- Lápiz.
- Borrador.

#### **3.1.2. Materiales de Laboratorio**

- Kit (TriSensor), Kit para detectar presencia de antibióticos en leche.
- Lactoscan.
- Test por colorimetría para recuento de células somáticas.
- Fenoltaleína.
- Hidróxido de sodio 1/9 normal.

#### **3.1.3. Materiales de Oficina**

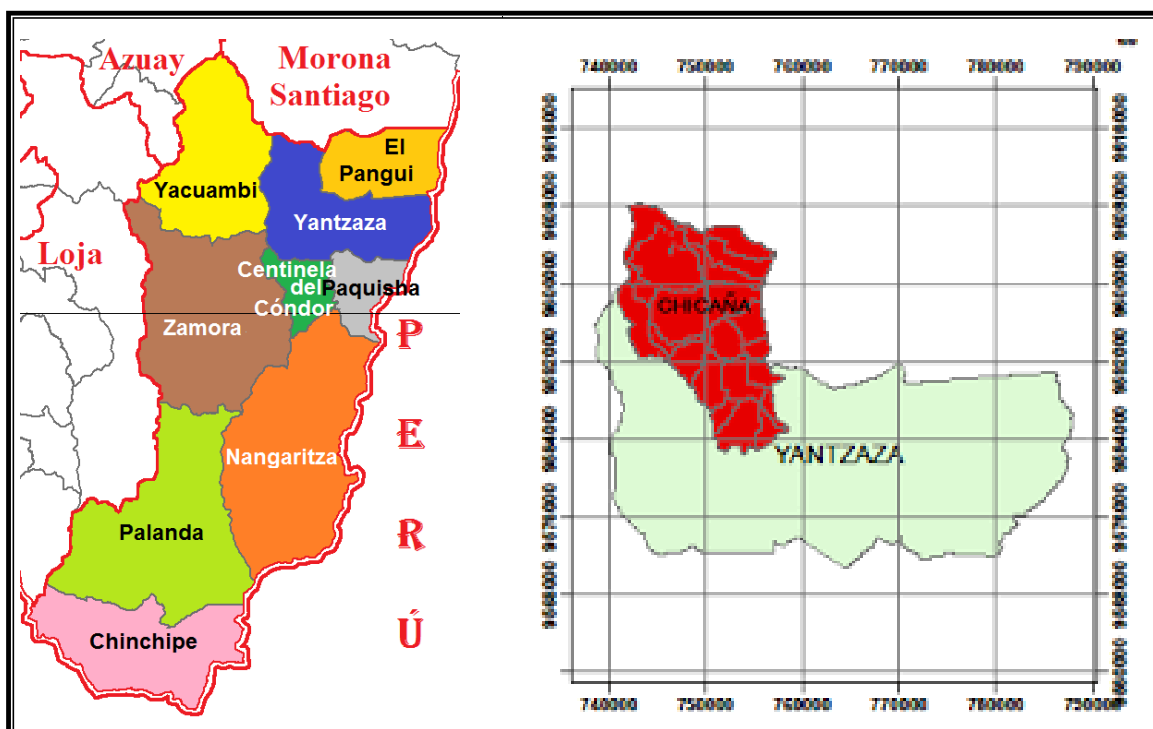
- Computadora.
- Impresora.
- Hojas de tamaño INEN A4.

## 3.2. MÉTODOS

### 3.2.3. Ubicación del Área de Estudio

La parroquia Chicaña está ubicada en el cantón Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe, los límites de la parroquia “Chicaña” son: al norte con la provincia de Morona Santiago, al sur con la parroquia Yantzaza, al Este con el cantón El Pangui y al Oeste con el cantón Yacuambi y Zamora.

Tiene una altura de 800 a 2000 m.s.n.m, con temperaturas promedio de 18 a 24°C y con una precipitación media anual de 2000 – 3000 mm, con un ecosistema del sub-trópico.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la parroquia Chicaña.

### 3.2.2. Tamaño y Selección de la Muestra

Para la realización de este trabajo investigativo se consideró el 100% de los productores que venden la leche al centro de acopio de “Chicaña” con un total de 36 productores; a cada proveedor se le realizó tres repeticiones.

### 3.2.3. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se determinó intervalos de confianza utilizando el modelo estadístico “T” al 95% de confianza.

### 3.2.4. Recolección y Transporte de las Muestras

Se procedió a recolectar las muestras en frascos estériles de 100ml debidamente identificados con una numeración y una hoja de registro de cada uno de los productores.

Las muestras obtenidas se las colocó inmediatamente en una hielera la cual contenía un gel para mantener una temperatura promedio de 4°C, para trasladarlas a las instalaciones de la Planta Piloto de Procesamiento de Lácteos de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Loja, en donde se llevó a cabo las pruebas correspondientes.

### 3.2.5. Variables de Estudio

➤ Test de residuos de antibióticos	➤ Proteína (%).
➤ Grasa (%).	➤ Sólidos no grasos (%).
➤ Sólidos totales (%).	➤ Densidad (kg/lt).
➤ Lactosa (%).	➤ Sólidos totales (%).
➤ Punto de congelación (°C).	➤ Sales minerales (%).
➤ pH.	➤ Conductividad eléctrica (mS/cm).
➤ Recuento de células somáticas.	➤ Acidez (°D).

### 3.3. TRISENSOR TEST KIT

Son tirillas que identifican residuos de antibióticos en leche, de forma ascendente a descendente, permiten identificar los grupos desulfamidas, tetraciclinas y los betalactámicos.





**Figura 2.** Tirillas de identificación de antibióticos.

### 3.4. LACTOSCAN

Es un analizador de leche, que mide leche cruda de diferentes especies (bovinas, ovinas, caprinas, bufalinas y camélidas), leche UHT, crema, suero, mezclas de helado de crema, leche pasteurizada; dependiendo de la calibración que se haya realizado desde la fábrica, para los mencionados requerimientos, y solo tres a la vez; puede medir los siguientes parámetros físico – químicos, como: grasa%, sólidos no grasos%, densidad  $\text{kg/m}^3$ , proteínas%, lactosa%, contenido de agua%, temperatura de la leche  $^{\circ}\text{C}$ , punto de congelación  $^{\circ}\text{C}$ , sales minerales, pH, conductividad  $\text{mS/cm}$  y sólidos totales.

### 3.5. PORTA SCC MILK TEST

Para la medición del recuento de células somáticas utilizamos este kit y con la ayuda de un lector electrónico, se identificó con precisión, el número de células somáticas en cada una de las muestras.

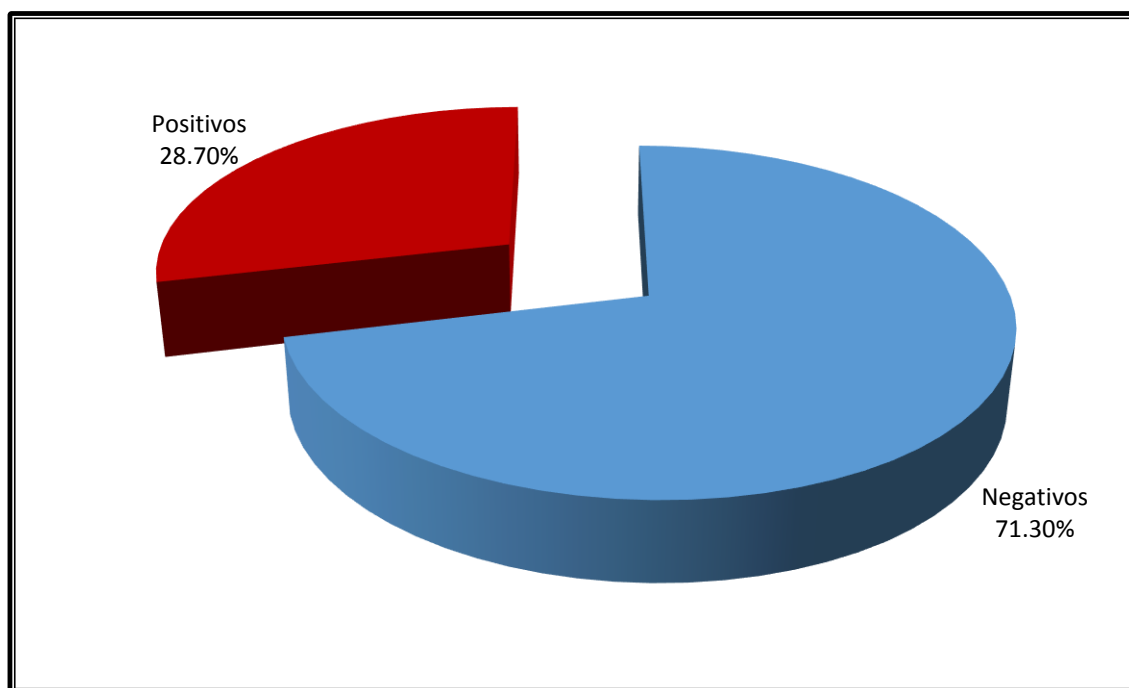


**Figura 3.** Lector electrónico para el conteo de células somáticas.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. LECHE CON PRESENCIA DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS

Se trabajó con el Test Kit “triSensor”, con el cual se identifica los grupos de antibióticos, tales como: sulfamidas, tetraciclinas y betalactámicos, obteniendo los siguientes resultados:



**Figura 4.** Residuos de antibióticos

En la figura 4, de las 108 muestras analizadas encontramos un número de 31 casos positivos equivalente al 28.70%, con un intervalo de confianza de 20.6% a 37.9%; en los casos negativos un total de 77, que corresponde a un 71.30%; en cuanto se refiere a residuos de antibióticos.

A continuación, explicaremos cada uno de los grupos que detecta este kit y sus equivalentes encontrados en el estudio de cada una de las muestras.

**Cuadro 8.** Número de casos positivos y negativos de residuos de antibióticos, de cada uno de los grupos del TriSensor Test Kit.

TriSensors Test Kit	Negativas	Positivas	Porcentaje Positivos	Intervalo de Confianza 95%
Sulfonamidas	98	10	9,26%	4,75-16,4%
Tetraciclinas	89	19	17,59%	11,3-25,8%
Betalactamicos	99	9	8,33%	4,24-15,0%

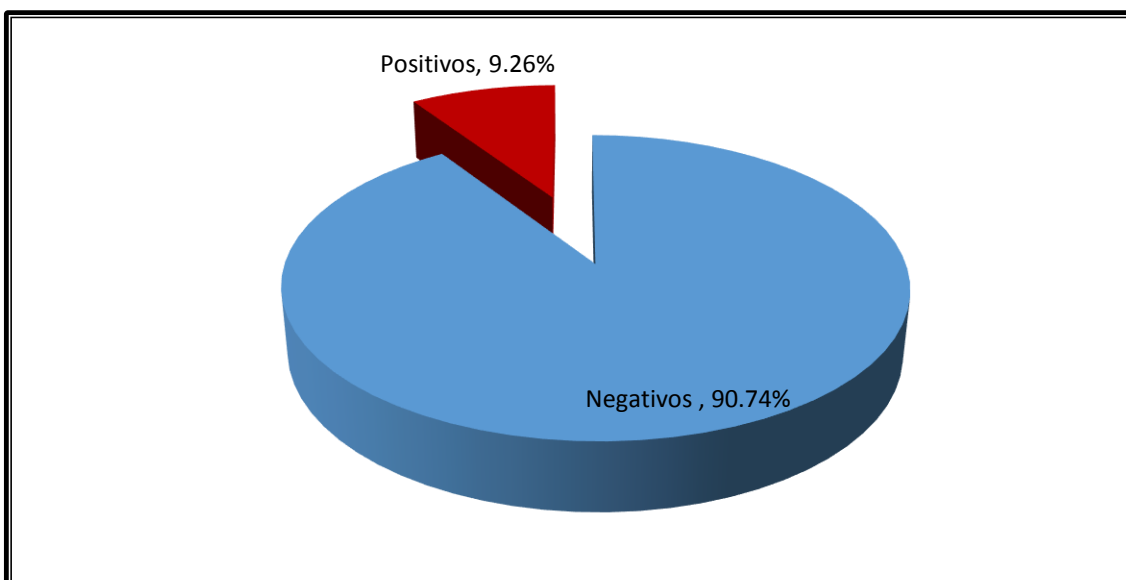
**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** El autor.

En el cuadro 8, la leche con residuos de antibióticos corresponde a los siguientes grupos: las tetraciclinas con 19 casos positivos equivalente al 17.59%, en segundo lugar, esta las sulfamidas con 10 casos positivos con un 9.26% y por último tenemos 9 casos positivos dando un 8.33% en el grupo de los betalactámicos.

#### 4.1.1. Porcentaje en Residuos de Antibióticos, por Grupos

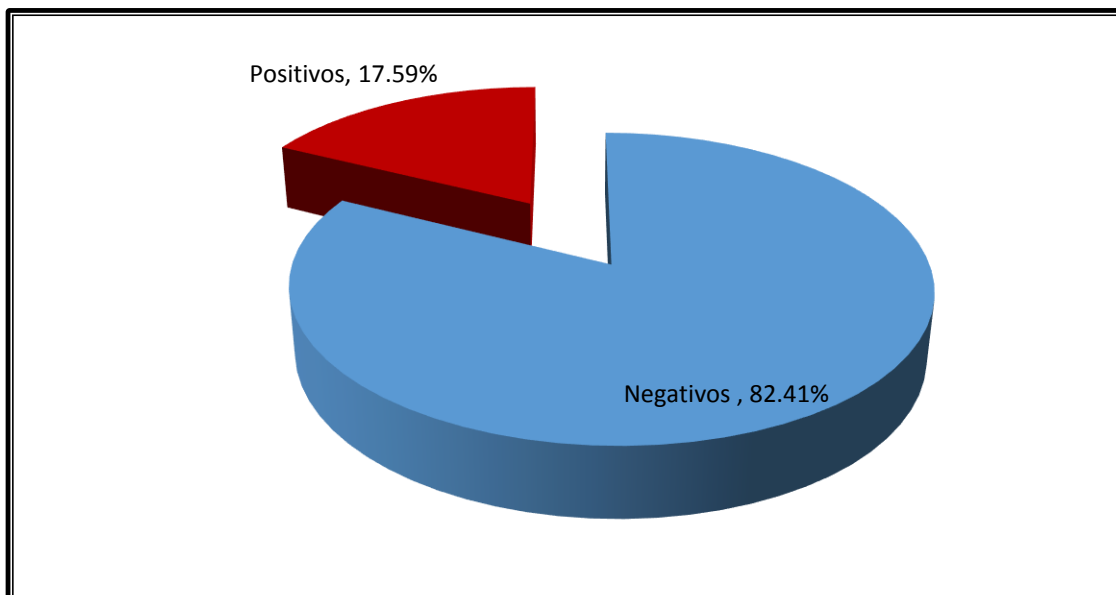
##### 4.1.1.1. Sulfamidas



**Figura 5.** Porcentaje de sulfamidas

En la figura 5, en el grupo de las sulfamidas, de 108 muestras analizadas se encontró el 90.74% de casos negativos y 9.26% de casos positivos.

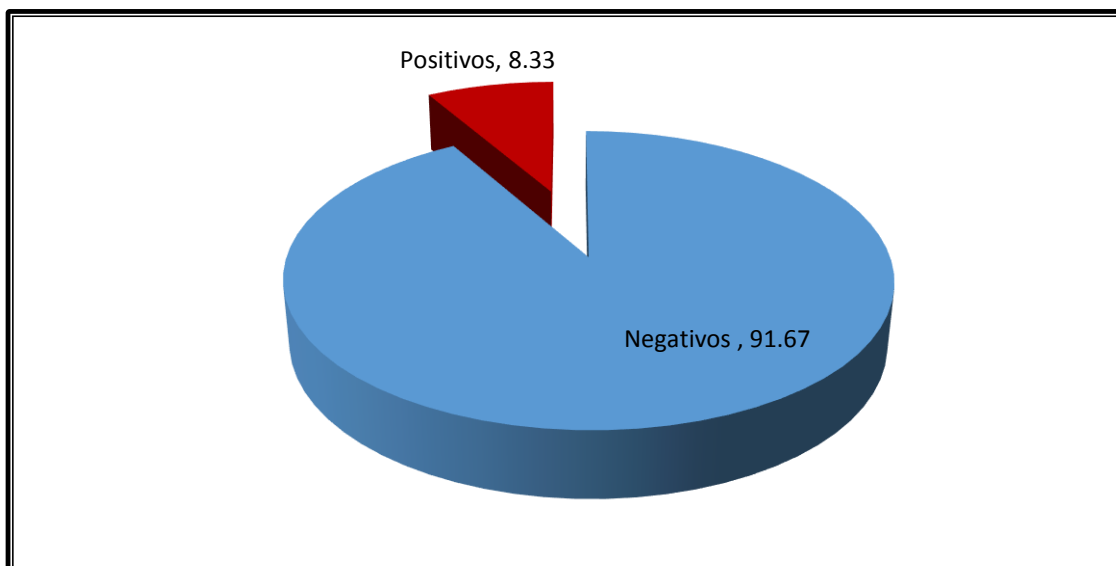
#### 4.1.1.2. Tetraciclinas



**Figura 6.** Porcentaje de las tetraciclinas.

En la figura 6, las tetraciclinas en un 82.41% de casos negativos y 17.59% de casos positivos, en 108 muestras analizadas.

#### 4.1.1.3. Betalactámicos



**Figura 7.** Porcentaje de las tetraciclinas

En la figura 7, en el grupo de los betalactámicos encontramos un 91.67% de casos negativos y 8.33% de casos positivos.

#### 4.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA LECHE EN EL SECTOR DE ESTUDIO

Se analizó un total de 36 hatos lecheros de la parroquia “Chicaña”, perteneciente al cantón Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe.

Inmediatamente finalizado el trabajo de campo, se procedió a realizar la tabulación de los resultados, los cuales se detallan a continuación.

**Cuadro 9.** Promedios y parámetros INEN de las características físico-químicas y microbiológicas de la leche en el sitio de estudio.

VARIABLES	PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	PARAMETROS INEN	
			Mínimos	Máximos
Grasa (%)	3,06	2,84-3,27	3,0	-
Sólidos no Grasos (%)	7,69	7,61-7,75	8,2	-
Densidad (kg/lit)	1,029	1,029-1,030	1,029	1,033
Lactosa (%)	4,23	4,18-4,26	4,7	-
Sales minerales (%)	0,64	0,63-0,64	0,68	-
Proteína (%)	2,87	2,79-2,94	2,9	-
Agua Adicionada (%)	1,61	1,05-2,16	0	-
Punto de Congelación (°C)	-0,485	-0.490 -0.479	-0,536	-0,512
pH	6,75	6,68-6,80	6,65	-
Conductividad (mS/cm)	4,99	4,86-5,10	5,49	-
Células Somáticas	$1,04 \times 10^6$	$9,67 \times 10^5$ $1,17 \times 10^6$	$7 \times 10^5$	-
Acidez (°D)	17,35	17,13-17,94	17,00	-
Sólidos totales (%)	10,75	9,90-10,95	11,20	-

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: El autor.

#### 4.2.1. Porcentaje de Grasa

**Cuadro 10.** Porcentaje de grasa.

VARIABLE	PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	PARAMETROS INEN
Grasa	3,06	2,84-3,27	3

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** El autor.

En el cuadro 10, se determina que el porcentaje de grasa es 3.06%, la norma técnica NTE INEN 0009 indica del 3%.

#### 4.2.2. Porcentaje de Sólidos no Grasos

**Cuadro 11.** Porcentaje de solidos no grasos.

VARIABLE	PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	PARAMETROS INEN
Solidos no Grasos	7,69	7,61-7,75	8,20

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** El autor.

En el cuadro 11, el promedio de solidos no grasos (% S.N.G.) es de 7.69% y según las normas NTE INEN 0009 es de 8.20%.

#### 4.2.3. Densidad

**Cuadro 12.** Densidad.

VARIABLE	PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	PARAMETROS INEN
Densidad	1,029	1,029-1,030	1.029-1,033

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** El autor.

En el cuadro 12, según la norma técnica NTE INEN 0009 ecuatoriana el rango mínimo es de 1.029 Kg./lt. y el máximo es de 1.033 Kg./lt., obteniendo un promedio de 1.029 en las muestras recolectadas y analizadas.

#### 4.2.4. Porcentaje de Lactosa

**Cuadro 13.** Lactosa.

VARIABLE	PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	PARAMETROS INEN
Lactosa	4,23	4,18-4,26	4,7

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** El autor.

En el cuadro 13, según los análisis realizados el porcentaje es de 4.23% y según las normas NTE INEN 0009 es de 4.70%.

#### 4.2.5. Porcentaje de Sales Minerales

**Cuadro 14.** Sales minerales.

VARIABLE	PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	PARAMETROS INEN
Sales minerales	0,64	0,63-0,64	0,68

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** El autor.

En el cuadro 14, según la norma NTE INEN 0009, el parámetro es de 0.68%, pero en nuestros resultados es 0.64%.

#### 4.2.6. Porcentaje de Proteína

**Cuadro 15.** Proteína.

VARIABLE	PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	PARAMETROS INEN
Proteína	2,87	2,79-2,94	2,9

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** El autor.

En el cuadro 15, la proteína obtenida es de 2.87% y según las normas NTE INEN 0009 nos indica 2.90%.

#### 4.2.7. Porcentaje de Agua Adicionada

**Cuadro 16.** Agua adicionada.

VARIABLE	PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	PARAMETROS INEN
Agua adicionada	1,61	1,05-2,16	0

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** El autor.

En el cuadro 16, el porcentaje de agua añadida es 1.61% y las normas técnicas ecuatorianas nos indican que debe ser del 0%.

#### 4.2.8. Punto de Congelación

**Cuadro 17.** Punto de congelación.

VARIABLE	PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	PARAMETROS INEN
Punto de Congelación	-0,485	-0,490	-0,536 -0.512

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** El autor.

En el cuadro 17, se identifica el promedio del punto de congelación de  $-0.485^{\circ}\text{C}$  y las NTE INEN 0009 nos da un rango de  $-0.536^{\circ}\text{C}$  a  $-0.512^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.2.9. Potencial Hidrógeno

**Cuadro 18.** pH

VARIABLE	PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	PARAMETROS INEN
pH	6,75	6.68-6.80	6,65

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** El autor.

En el cuadro 18, se identifica un pH de 6.75 y el que recomienda la norma NTE INEN 0009 es de 6.65.



#### 4.2.10. Conductividad Eléctrica

**Cuadro 19.** Conductividad eléctrica.

VARIABLE	PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	PARAMETROS INEN
Conductividad	4,99	4,86-5,10	5,49

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** El autor.

En el cuadro 19, la conductividad eléctrica según la norma NTE INEN 0009 es de 5.49 mS/cm y los valores obtenidos son de 4.99 mS/cm.

#### 4.2.11. Recuento de Células Somáticas

**Cuadro 20.** Recuento de células somáticas.

VARIABLE	PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	PARAMETROS INEN
Células Somáticas	$1,06 \times 10^6$	$9,67 \times 10^5$ $1,17 \times 10^6$	$7 \times 10^5$

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** El autor.

En el cuadro 20, en el recuento de células somáticas obtenemos  $1.06 \times 10^6$  y las normas NTE INEN 0009 nos indican de  $7 \times 10^5$ .

#### 4.2.12. Acidez

**Cuadro 21.** Acidez.

VARIABLE	PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	PARAMETROS INEN
Acidez	17,35	17,13-17,93	17,00

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** El autor.

En el cuadro 21, se muestra que la acidez obtenida en el estudio corresponde al 17.35ºD y en la norma NTE INEN 0009 es de 17 ºD.

#### 4.2.13. Porcentaje de Sólidos Totales

**Cuadro 22.** Sólidos totales.

VARIABLE	PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	PARAMETROS INEN
Sólidos totales	10,75	9,90-10,95	11,20

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** El autor.

En el cuadro 22, los sólidos totales corresponde al 10.75% y las normas INEN señalan un 11.20%.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN 2629), la leche que va destinada para el consumo humano de los ecuatorianos no debe contener residuos de antibióticos; sin embargo, en el presente estudio se encontró un 9.26% de casos positivos en el grupo de las sulfamidas, las tetraciclinas 17.59% y 8.33% los betalactámicos.

A diferencia de los resultados obtenidos por Camacho (2010), Noa (2009) y Mattar (2008) quienes en residuos de betalactámicos con la prueba rápida DELVOSTEST, Twin Sensor<sup>®</sup> y Bio-X Total obtienen 48.60%, 13.80% y 24.50% de casos positivos respectivamente. En cuanto a las sulfamidas Noa (2009), obtiene 13.80% y Mattar (2008), el 25% de casos positivos.

En lo relacionado a tetraciclinas Noa (2009), identificó 13.80%; que lo atribuye al estado sanitario de los animales en las ganaderías, en unos casos por desconocimiento y en otros casos por falta de ética del ganadero, comercializan la leche proveniente de animales que se encuentran en tratamiento.

Comparado con los autores citados, se concluye que en la zona de nuestro estudio sí existen residuos de antibióticos en un menor porcentaje en la leche que se comercializa.

El autor Parra (2003), indica que la residualidad de antibióticos en leche es un problema de salud pública por los riesgos que presenta para el consumidor, ya que sus efectos acumulativos causan manifestaciones tóxicas, afecciones orgánicas diversas, alergias e incluso cáncer. Los residuos químicos afectan la calidad de la leche, al igual que su proceso de industrialización, también tiene implicaciones económicas, no permite la adecuada cuajada e induce una maduración anormal en la producción de quesos, disminución de acidez durante el proceso de elaboración de productos fermentados.

## 5.2. GRASA

En el presente trabajo se obtuvo el 3.06% de grasa, no obstante, comparando con los resultados obtenidos por Ambuludí (2015), en el cantón Centinela del Cóndor se encontró un 2.80%. Los dos trabajos son en zonas cercanas y tienen características similares en lo relacionado a clima, pastizales, razas y sistema de manejo.

A diferencia del 3.60% de grasa que obtuvo en el trabajo realizado por Mosquera (1990) en Cuaca – Colombia, con alimentación de *Brachiaria decumbens* y con acceso a bancos de proteína. Según Gonzalez (2010), la variación de la grasa puede ser observada entre vacas de la misma raza que reciben distinta alimentación. El factor que más interfiere en el porcentaje de grasa en la leche es la concentración de la fibra en la dieta o la relación forraje/concentrado. Así, 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.

## 5.3. PORCENTAJE DE SÓLIDOS NO GRASOS (S.N.G.)

En lo relacionado a los sólidos no grasos, en el presente estudio y en el realizado por Ambuludí (2015), obtienen 7.69% y 7.99% respectivamente, estas dos investigaciones tienen una similitud encontrándose dentro del parámetro establecido. Mosquera (1990), en su trabajo, obtiene 8.9%, con este investigador sí existe una diferencia de sólidos no grasos, pero con una suplementación de banco de proteínas.

El autor Gonzalez (2010), manifiesta que el porcentaje de sólidos no grasos también puede variar en función del tipo de alimentación suministrada a los animales; pero el tipo de variación es menor de lo observado en relación al porcentaje de grasa.

## 5.4. DENSIDAD

La norma NTE INEN 0009 ecuatoriana, sugiere que la densidad debe oscilar entre

1.0290 Kg./lt. a 1.0320 Kg./lt. a una temperatura de 15°C. En el sector de estudio obtuvimos un promedio de 1.02964 Kg./lt., lo que significa que se encuentra dentro de lo establecido por la norma mencionada.

Ambuludí, (2015) y Calderon, (2007), en lo referente a la densidad de la leche en el cantón Centinela del Cóndor y en el municipio de Montería – Colombia, obtienen 1.030 kg/lt y 1.030 Kg/lt respectivamente, valores que son similares y están dentro del rango establecido por las normas INEN.

Paez, (2002) en su estudio denominado Características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela, obtiene valores de 1.029kg/lt existiendo una ligera diferencia con los valores de Ambuludí (2015), Calderón (2007), parecidos a los valores obtenidos en el presente estudio.

## **5.5. LACTOSA**

En lo que respecta a la lactosa, se obtiene un promedio de 4.23%, que es similar al 4.35% obtenido por Ambuludí (2015), los dos trabajos se realizaron en zonas que poseen las mismas características de clima, alimentación, razas bovinas y manejo.

Existe diferencia con el 5.64% de lactosa obtenida por Razz (2009), en su trabajo denominado Influencia de la Suplementación con Concentrado sobre la Composición Química de la Leche en Vacas Doble Propósito Pastoreando *Panicum máximum* – *Leucaena leucocephala*; esta diferencia se debe a que el estudio lo realizó en una zona de Bosque seco tropical y diferente alimentación (concentrado), lo que eleva el porcentaje de lactosa.

## **5.6. SALES MINERALES**

En lo relacionado a la obtención de sales minerales Ambuludí (2015), Espinoza 2015, Narvaez (2015), y los obtenidos 0.65%, 0.63%, 0.61% y 0.64% respectivamente, los cuatro trabajos citados tienen valores similares, el autor Alais (1991), manifiesta que la alimentación influye relativamente en el contenido de sales minerales en la leche de un animal en producción, la carencia de calcio y

fósforo influye en la producción láctea pero no en su composición mineral.

### **5.7. PROTEÍNA**

En lo que concierne a proteína, Ambuludí (2015), y los de la presente investigación 3.02% y 2.87% respectivamente, valores que se asemejan y se encuentran dentro de los parámetros establecidos; a diferencia de Peláez (2009), que en su investigación sobre la calidad físico – químico de la leche en el cantón Pablo Sexto de la provincia de Morona Santiago – Ecuador, identifica 2.57% de proteína, existiendo una significativa diferencia pese que los estudios fueron realizados en la amazonia del Ecuador.

Calderón (2007), obtiene 3.6% de proteína, existiendo una clara diferencia con los tres autores anteriores, el trabajo de este investigador es realizado en el caribe colombiano con otro tipo de condiciones ambientales a los de la región amazónica.

Aldaz (1997), nos menciona que la proteína de la leche se forma en la ubre a partir de los aminoácidos, que provienen principalmente de la proteína microbiana (hasta 70%) y de los alimentos ricos en proteína no degradable. Es decir, la proteína microbiana sintetizada en rumen y la proteína no degradable de la dieta son absorbidas como aminoácidos en el intestino delgado, sirviendo así de fuente de aminoácidos para el rumiante. En conclusión, la proteína en la leche es mucho menos influenciada por la alimentación, depende principalmente de la flora ruminal para sintetizar proteínas.

### **5.8. AGUA ADICIONADA Y PUNTO DE CONGELACIÓN**

La norma ecuatoriana NTE INEN 0009 sugiere 0% de agua añadida, que corresponde a un punto de congelación que oscila entre  $-0.536\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-0.512\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En los análisis realizados se identificó un 1.61% de agua añadida, que corresponde a un punto de congelación de  $-0.485\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; la realización de este trabajo fue en época invernal y los ganaderos ordeñan a la intemperie, existiendo una adición de agua involuntaria. Ambuludí (2015), obtiene 0% de agua añadida con un punto de congelación  $-0.505$ ; resaltando que la adición de agua ya sea intencional o

involuntaria actúa sobre el punto de congelación. Alias (1991), menciona que al agregar agua a la leche el punto de congelación aumenta acercándose al del agua (0°C).

### 5.9. POTENCIAL HIDRÓGENO (pH)

El pH obtenido en este trabajo es de 6.75, Briñez (1996), corrobora nuestro trabajo al obtener un pH 6.754 en su estudio del efecto del mestizaje y etapa de lactación en la vaca en algunos parámetros de la calidad de la leche.

Sanchez (1996), en su estudio de características físico químicas y sanitarias de la leche del estado de Mérida, Venezuela, obtiene un pH de 6.5; Ambuludí (2015), en su trabajo obtiene 6.51 de potencial de hidrogeno. Según Alias (1991) el pH no es un valor constante, varía en el curso de la lactación y bajo la influencia de la alimentación, los valores anormales son los inferiores a 6.5 o superiores a 6.9, encontrándose los valores de los trabajos mencionados en el estándar.

### 5.10. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

En lo que respecta a conductividad eléctrica (mS/cm, milisiemens por centímetro), Ambuludí (2015), Espinoza (2015), en su estudio en la provincia de Loja y también en la presente se obtuvo 4.75 mS/cm, 5.34 mS/cm y 4.99 mS/cm respectivamente; en el instructivo del manejo del LACTOSCAN (dispositivo analizador de leche), el parámetro mencionado es normal, en cuanto, este es un parámetro que permite valorar la salud de los cuartos mamarios del animal, pues valores inferiores a 4 mS/cm y superiores a 6 mS/cm, nos indicarían que el estado de salud del animal está en riesgo, por posibles casos de mastitis leve o severa.

### 5.11. RECuento DE CÉLULAS SOMÁTICAS

En lo referente a células somáticas se obtiene  $1.06 \times 10^6$  que es similar al  $1.27 \times 10^6$  que obtiene Ambuludí (2015). Según Mateus en su obra Mastitis Bovina, valores como los antes señalados los clasifica como una mastitis subclínica **sospechoso aparente**, cerca de pasar a mastitis subclínica **sospechoso débil**.

A diferencia de Faria (2009), que obtiene  $4.061 \times 10^6$  de células somáticas y según la clasificación de Mateus se encuentra de igual manera como una mastitis subclínica **sospechoso aparente**, pero cerca de pasar a una **mastitis clínica**.

### 5.12. ACIDEZ (°D)

En lo relacionado a la acidez (grados Dornic) se obtuvo 17.35°D que supera ligeramente a la NTE INEN 0009 que establece un rango entre 13 – 17°D, lo que demuestra que existe diferencia en las técnicas de ordeño y transporte de la leche.

Comparado con el resultado de Espinoza (2015), que obtuvo 16.65°D sí se encuentra dentro del rango establecido, demostrando que se realizó con buenas prácticas de ordeño y transporte de leche.

### 5.13. SÓLIDOS TOTALES

Se obtiene de la sumatoria de porcentajes de la grasa y los sólidos no grasos, Ambuludí (2015), Paez (2002), Razz (2009) y en nuestros análisis se obtuvieron 10.70%, 12.00%, 12.42 y 10.75% en lo que respecta a sólidos totales. Al respecto la Norma INEN 0009 sugiere un valor de 11,20%. Los resultados obtenidos son cercanos a dicho estatuto.

Gonzales (2010), indica que el porcentaje de grasa en la leche varía con la concentración de la fibra en la dieta, es decir a mayor cantidad de fibra en la alimentación se mejora el porcentaje de la grasa en la leche y en los sólidos no grasos varía en menor proporción.



## 6. CONCLUSIONES

En base a los resultados de cada una de las variables en estudio se llega a las siguientes conclusiones:

- En lo relacionado a residuos de antibióticos, se identificaron 77 casos negativos que equivalen al 71.30% y 31 casos positivos que representan el 28.70%, de los cuales en 10 casos que equivalen al 9.26%, se encontró residualidad de sulfamidas, en 19 casos residuos de antibióticos de tetraciclinas que equivalen a 17.59% y betalactámicos 9 casos que equivalen a 8.33%, incumpliendo con las normas INEN que indican el porcentaje de residuos de antibióticos debe ser cero.
- En lo referente a las características físico – químicas (grasa, sólidos no grasos, densidad, lactosa, sales minerales, proteína, pH, acidez y los sólidos totales), los porcentajes obtenidos en el presente estudio están dentro o cercanos a lo que establecen las normas INEN.
- En el conteo de células somáticas se encuentra  $1.06 \times 10^6$ , lo que significa que adquiere la categoría de sospechoso aparente o mastitis subclínica pero cercana a sospechoso débil.
- Los parámetros que no se aprueban según las normas técnicas ecuatorianas son: la adición de agua, el recuento de células somáticas y el punto de congelación.

## 7. RECOMENDACIONES

Las conclusiones generadas en el presente trabajo de investigación, permiten formular las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda al Ministerio de Salud y AGROCALIDAD, que hagan una socialización y concienciación sobre este tema a los proveedores de leche fluida cruda y controlar la venta de leche con residuos de antibióticos.
- Por el elevado conteo de células somáticas, también se recomienda a la institución gubernamental AGROCALIDAD que se capacite constantemente a los ganaderos, en temas como manejo de ganado bovino, higiene del ordeño, conservación y manejo de la leche.
- Por último, se recomienda que la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Loja, se sume a la concienciación de este tema, a los estudiantes de pregrado, inmiscuidos en la sanidad de rumiantes, para que ellos sean a su vez los que contribuyan a socializar este tema, a los ganaderos de su lugar de residencia.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Bioquímica de la leche. Leche y Derivados. (2010). <https://ingjulian.files.wordpress.com/2010/08/bioquimica-de-la-leche.pdf>. Consultado el 30 de mayo del 2016.
2. Técnicas de producción de leche de calidad en ganado vacuno. Gobierno de Navarra, Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (1997). <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&ved=0ahUKEwjBiLnTtpXPAhUHHh4KHTzXD3IQFghQMAg&url=http%3A%2F%2Fwww.itgganadero.com%2Fitg%2Fportal%2Fdocumentos.asp%3Fid%3D109%26d%3D1&usg=AFQjCNF39SuB4LROHL3upTDGdB6Q0oCbgA&bvm=bv.133053837,bs.1,d.dmo&cad=rja>. Consultado: 30 de mayo del 2016.
3. Ciencia de la leche. Alias Charles. (1991). [https://books.google.com.ec/books?id=bW\\_ULacGBZMC&pg=PA265&dq=p+h+de+la+vaca&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwir\\_4fq8pbPAhUn2IMKHesCBo0Q6AEIGjAA#v=onepage&q=ph%20de%20la%20vaca&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=bW_ULacGBZMC&pg=PA265&dq=p+h+de+la+vaca&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwir_4fq8pbPAhUn2IMKHesCBo0Q6AEIGjAA#v=onepage&q=ph%20de%20la%20vaca&f=false). Consultado: 31 de mayo del 2016.
4. Vitaminas de la leche entera de la vaca. Alimentos. (2016). <http://alimentos.org.es/vitaminas-leche-entera-vaca>. Consultado: 30 de mayo del 2016.
5. Composición de la leche y valor nutritivo. Agrobot. (2011). [http://www.agrobot.com/Info\\_tecnica/Ganaderia/prod\\_lechera/GA000002pr.htm](http://www.agrobot.com/Info_tecnica/Ganaderia/prod_lechera/GA000002pr.htm). Consultado: 30 de mayo del 2016.
6. Bríñez, W, et al. Efectos del mestizaje, etapa de lactación y números de partos de la vaca sobre la producción y algunos parámetros de la calidad en leche. Zulia – Venezuela. Revista Científica. FCV-LUZ. 1996. Vol.VL. N°1. 59-66.
7. Calderón, A. Rodríguez, V. Vélez, S. Evaluación de la calidad de leches en

- cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería – Colombia. Revista MVZ Córdoba. 2007. Vol.12. N°1. 0122-0268.
8. Camacho, D, et al. Residuos de antibióticos en leche cruda comercializada en la región Tierra Caliente, de Guerrero, México. Revista Electrónica Veterinaria. 2010. Vol.11. N°02. 1695-7504.
  9. Mastitis subclínica y conteo de células somáticas. Engormix. (2013). <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/sanidad/articulos/mastitis-subclinica-conteo-celulas-t5235/165-p0.htm>. Consultado: 2 de junio del 2016.
  10. Evaluación de rendimientos para queso fresco a partir de leche cruda fluida procedente de tres razas de ganado vacuno lechero. Universidad Nacional de Loja. (2015). <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11709/1/franklin%20espinoza%20corregido%20biblioteca.pdf>. Consultado: 20 de agosto del 2016.
  11. Evaluación de la presencia de antibióticos en leche de vaca. Universidad San Marcos. (2011). [http://www.vetermex.com/Pdfs/Trabajos\\_investigacion/Cefa\\_Milk\\_Forte/ANTIBIOTICOS\\_EN\\_LECHE.pdf](http://www.vetermex.com/Pdfs/Trabajos_investigacion/Cefa_Milk_Forte/ANTIBIOTICOS_EN_LECHE.pdf). Consultado: 12 de septiembre del 2016.
  12. Leche y productos lácteos. FAO. (2011). <http://www.fao.org/docrep/015/i2085s/i2085s00.pdf>. Consultado: 30 de mayo del 2016.
  13. Faria, J, et al. Agentes bacterianos y contaje de células somáticas en leche de cuartos de bovinos mestizos doble propósito ordeñados en forma manual o mecánica en cuatro fincas lecheras del estado Zulia, Venezuela. Revista Científica. FCV-LUZ. 2005. Vol.XV. N°1. 64-71.
  14. Composición de la leche y su valor nutritivo. Infocarne. (2014). [http://www.infocarne.com/bovino/composicion\\_leche.asp#](http://www.infocarne.com/bovino/composicion_leche.asp#). Consultado: 2 de junio del 2016.
  15. Calidad de la leche cruda. Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz. (2010).

- [http://www.uv.mx/apps/agronomia/foro\\_lechero/Bienvenida\\_files/CALIDAD\\_DELALECHECRUDA.pdf](http://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDAD_DELALECHECRUDA.pdf). Consultado: 2 de junio del 2016.
- 16.** García, A. Células somáticas y alto recuento bacteriano. Dairy Science Department. 2004. Vol.ExEx. N°4031-S. 1-4.
  - 17.** Producción, comercio y consumo de carne y leche procedente de ganado vacuno. Infocarne. (2013). [http://www.infocarne.com/bovino/comercio\\_consumo\\_carne\\_leche\\_de\\_vaca.htm](http://www.infocarne.com/bovino/comercio_consumo_carne_leche_de_vaca.htm). Consultado: 30 de mayo del 2016.
  - 18.** Requisitos de la leche cruda NTE INEN 0009. INEN. (2008). [http://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). Consultado: 2 de junio del 2016.
  - 19.** Manual de industrias lácteas. Laval Alfa. (2003). [http://www.uv.mx/apps/agronomia/foro\\_lechero/Bienvenida\\_files/industrias/lacteas.pdf](http://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/industrias/lacteas.pdf). Consultado: 30 de mayo del 2016.
  - 20.** Máttar, S, et al. Detección de antibióticos en leches: Un problema de salud pública. Revista de Salud Pública. 2009. Vol.11(4). 579-590.
  - 21.** Mastitis en bovinos. Mateus Guillermo. (1983). <https://books.google.com.ec/books?id=yG0OAQAIAAJ&pg=PA13&dq=recuento+de+celulas+som%C3%A1ticas+de+la+vaca&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjg6MWxlpfPAhXCHh4KHUWHAbQQ6AEINzAH#v=onepage&q=recuento%20de%20celulas%20som%C3%A1ticas%20de%20la%20vaca&f=false>. Consultado: 30 de mayo del 2016.
  - 22.** Mosquera, P. Lascano, C. Producción de leche en vacas en pasturas de *Brachiaria decumbens* solo y con acceso controlado a bancos de proteína. Artículo Científico. Pasturas Tropicales. 1992. Vol.14. N°1. 1-10.
  - 23.** Composición y factores de variación de la leche. Universidad Politécnica de Valencia. (1987). <http://docplayer.es/301088-Caracteristicas-generales-de-la-leche.html>. Consultado: 30 de agosto del 2016.
  - 24.** Caracterización bromatológica y microbiológica de yogurt con diferentes dosificaciones de edulcorantes natural esvia *Stevia rebaudiana bertonii*. Universidad Nacional de Loja. (2015).

- <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11441/1/TESIS%20PARA%20BIBLIOTECA%20pdf.pdf>. Consultado: 8 de septiembre del 2016.
- 25.**Noa, E, et al. Evaluación de la presencia de residuos de antibióticos y quimioterapéuticos en leche en Jalisco, México. *Revista de Salud Animal*. 2009. Vol.31. N°1.
- 26.**Paez, L, et al. Características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela. *Revista Científica. FCV-LUZ*. 2002. Vol.XLL. N°2. 113-120.
- 27.**Residuos de medicamentos en la leche. Parra Manuel. (2003). [http://agronet.gov.co/www/docs\\_si2/20061024154510\\_control%20estrategico%20residuos%20medicamentos%20en%20la%20leche.pdf](http://agronet.gov.co/www/docs_si2/20061024154510_control%20estrategico%20residuos%20medicamentos%20en%20la%20leche.pdf). Consultado: 8 de agosto del 2016.
- 28.**Evaluación de la calidad físico – químico, microbiológico y organoléptico de la leche del cantón Pablo Sexto incluyendo buenas prácticas agrícolas. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (2009). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/842/1/27T0132.pdf>. Consultado: 15 de agosto del 2016.
- 29.**Razz, R, et al. Efecto de la suplementación con concentrado sobre la composición química de la leche en vacas doble propósito pastoreando *Panicum maximum* - *Leucaena leucocephala*. *Revista Científica. FCV-LUZ*. 2007. Vol. XVLL. N°1. 53-57.
- 30.**Reyes, H. Bedolla, C. Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 2008. Vol.IX. N°9. 1-33.
- 31.**Composición de la leche de vaca, oveja y cabra para la elaboración de quesos. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, España. (2013). [http://www.infocarne.com/documentos/composicion\\_leche\\_vaca\\_oveja\\_cabra\\_elaboracion\\_quesos.htm](http://www.infocarne.com/documentos/composicion_leche_vaca_oveja_cabra_elaboracion_quesos.htm). Consultado: 2 de junio del 2016.
- 32.**Residuos de antibióticos en leche entera de acopios de Matiguás – Matagalpa. Universidad Nacional Agraria. (2011). <http://repositorio.una.edu.ni/1423/1/tnq03r696.pdf>. Consultado el 15 de

- agosto del 2016.
- 33.** Sanchez, M, et al. Características físico – químicas y sanitarias de la leche del estado Mérida, Venezuela. Revista Científica. FCV-LUZ. 1996. Vol.VI.Nº2. 99-110.
  - 34.** Características físicas de la leche. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). (1987).  
[http://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). Consultado: 2 de junio del 2016.
  - 35.** Lactología Industrial. Spreer. (1991).  
<https://es.scribd.com/doc/141661/Lactologia-Industrial>. Consultado el 30 de mayo del 2016.
  - 36.** Manual de industrias lácteas. Tetra Pak. (2003).  
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32298/3/lopezduranmaria1.pdf>. Consultado el 30 de mayo del 2016.
  - 37.** Productos lácteos. Universidad de Córdoba. Veisseyre. (1988).  
[http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/02\\_17\\_37\\_10a.\\_leche.pdf](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/02_17_37_10a._leche.pdf). Consultado el 30 de mayo del 2016.
  - 38.** Valbuena, E, et al. Calidad microbiológica de las principales marcas de leche pasteurizada distribuida en la ciudad de Maracaibo, Venezuela. Revista Científica. FCV-LUZ. 2004. Vol. XIV, Nº1. 59-67.

## 9. ANEXOS

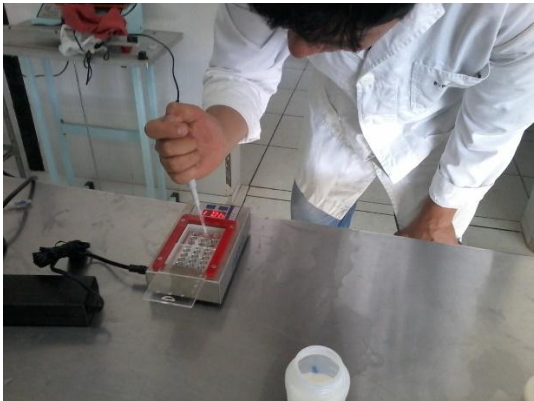
### 9.1. MEMORIAS FOTOGRÁFICAS DE LA EJECUCIÓN DE LA TESIS



**Foto 1.** Muestras recolectadas y llevadas hacia la Planta Piloto de Procesamiento de Lácteos.



**Foto 2.** Análisis de las muestras en la Planta Piloto de Procesamiento de Lácteos.



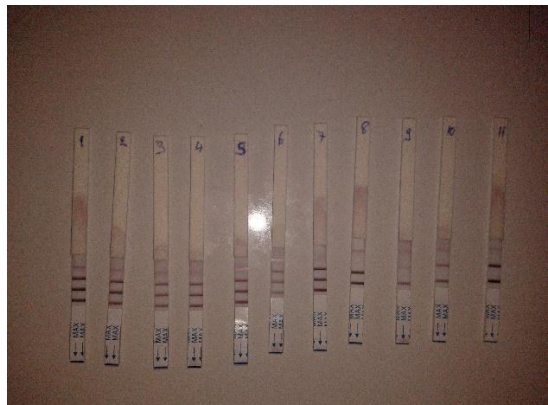
**Foto 3.** Preparación para el análisis de residuos de antibióticos.



**Foto 4.** Kit 3 sensor listo para el análisis de residuos de antibióticos.

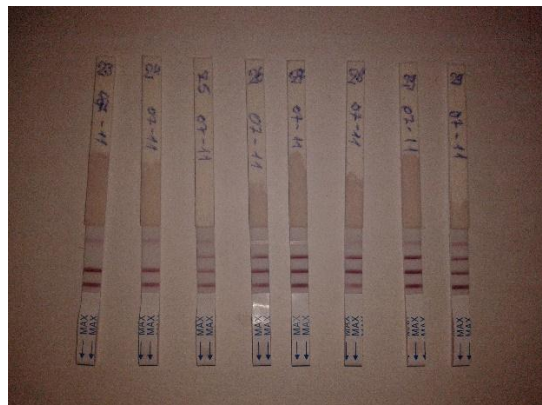


**Foto 5.** Análisis realizado y espera de los resultados.

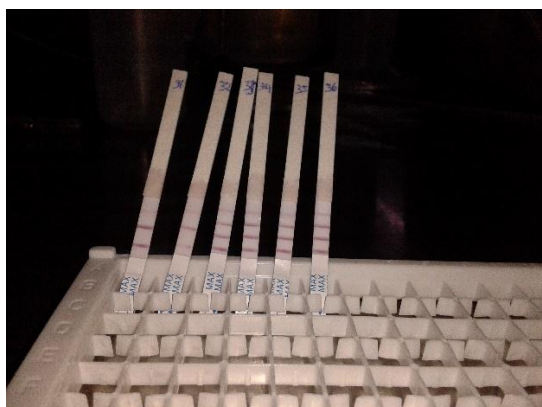


**Foto 6.** Identificación de cada uno de los resultados.





**Foto 7-8.** Identificación de los resultados y posterior lectura para la interpretación.



**Foto 9.** Tira N°31 positiva al grupo de las Tetraciclinas.



**Foto 10.** Prueba de células somáticas.



**Foto 11.** Identificación de la temperatura que llegaron las muestras a la Planta de Lácteos.



**Foto 12.** Prueba de acidez con el acidómetro Dornic, calibrado para acidez en leche.

