



FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE LA LECHE CRUDA BOVINA  
PRODUCIDA EN DOS CANTONES DE LA PROVINCIA DE NAPO.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista.

Profesor Guía

Dr. David F. Andrade O.

Autor

Willian Roberto Erazo Reinoso.

Año

2017

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

MVZ. David Francisco Andrade Ojeda

C. I. 1712693165

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Ing. María José Amores Villacrés

C. I. 1711857134

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

WILLIAN ROBERTO ERAZO REINOSO

C. I. 1500680929

## **AGRADECIMIENTOS**

A toda mi familia, en especial a mis padres, mis hermanos y mis abuelos, que han sido mi guía y siempre han estado para mí. A mis amigos que siempre estuvieron conmigo. A mis profesores especialmente al Dr. David que me guio a lo largo de este trabajo. Todos los técnicos de las oficinas del MAGAP Baeza y Quito. A los miembros del laboratorio de calidad de leche de AGROCALIDAD. A los productores de las asociaciones que formaron parte de este estudio. A mi VW Gol que me acompaña a todas partes.

## **DEDICATORIA**

A mi mami que siempre me ha guiado por el camino correcto, dándome un ejemplo de amor y perseverancia además de su apoyo sin condiciones, a mis hermanos Efrén y Negra que hemos compartido muchas alegrías y tristezas y las hemos superado como familia. A mis cuatro abuelos Domi, Mamaizoy, Papander y Don Ángel por el apoyo y cariño. Y al mayor. Nada es imposible para el que nunca deja de soñar.

## RESUMEN

La producción láctea en la zona alta de la provincia de Napo, es una fuente importante de ingresos económicos para sus habitantes. Existen pocos registros de calidad de leche, y estos a su vez, indican parámetros por debajo de la norma ecuatoriana. El objetivo de este trabajo fue, identificar que parámetros se alteran en el post ordeño y previo al transporte, en dos asociaciones de ganaderos ubicadas en Papallacta y el Chaco, con el uso de dos equipos para análisis de calidad de leche, Ekomilk® y CombiFoss™. Se analizaron un total de 68 muestras tomadas a lo largo de cuatro semanas, analizándose los parámetros de GRASA, PROTEÍNA, SÓLIDOS NO GRASOS (SNG), DENSIDAD, CONTEO BACTERIANO TOTAL (CBT), CONTAJE DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS) Y CRIOSCOPIA. Los componentes fisicoquímicos a excepción de la densidad, no violaron la norma NTE INEN 0009:2012. La Grasa presentó un valor  $P > 0,05$  indicando que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambas poblaciones con los dos equipos, mientras que los valores de Proteína y SNG presentaron un valor  $P > 0,05$  en el CombiFoss™, y resultados opuestos ( $< 0,05$ ) con el Ekomilk®. Los dos equipos demostraron un valor superior de grasa en el Chaco, mientras que SNG y Proteína fueron superiores en Papallacta. En el Chaco, se encontraron los porcentajes de agua y CCS elevados, superando la norma, el CBT se mantuvo en los parámetros. Papallacta no sobrepasó la norma. Para el análisis estadístico, se aplicó un Análisis Regresión Múltiple y se usó el programa estadístico Statgraphics Centurión versión XVI. En conclusión, los componentes fisicoquímicos de la leche en ambas poblaciones se mantienen dentro de la norma, por otro lado, la calidad higiénica, en el Chaco supera los parámetros permitidos. El CombiFoss™ demostró datos menos fluctuantes y más fidedignos en comparación con el Ekomilk®, el que manifestó sensibilidad a descalibrarse y presentar datos menos confiables.

**Palabras Clave:** Grasa, Proteína, Sólidos No Grasos, Densidad, Crioscopia.

## ABSTRACT

The production of milk in the Province of Napo high zone is an important source of cash income for its households. There are only a few records of milk quality and even so they are below the Ecuadorian norms. The aim of this research was to identify which measures of milk quality are altered after milking and before its transportation in two dairy farms located in Papallacta and El Chaco, using two analyzers of milk quality Ekomilk® and CombiFoss™. During four weeks sixty eight samples were taken and studied in total, analyzing fat, protein, milk not-fat-solids (NFS), density, total bacteria count (TBC), somatic cells count (SCC) and cryoscope. The results were that physical and chemical properties except density did not violate NTE INEN 9:2012 norm, the two analyzers showed  $P > 0,05$  fat indicating that there is any difference statistically significant between the two households, however, protein and milk NFS resulted  $P > 0,05$  in the CombiFoss™, and opposite results ( $< 0,05$ ) in the Ekomilk®. The two analyzers demonstrated that there is a high level of fat in El Chaco, whereas NFS and protein were higher in Papallacta. The percentages of water and SCC were high beyond the norm but the TBC was within the measures in El Chaco, as for Papallacta did not transgress them. Regarding the statistical analysis a multiple regression analysis was applied and a Statgraphics Centurión version XVI statistical program was used. Finally, milk physical and chemical components in the two towns remain within the norms, on the other hand, hygienic quality exceeds accepted norms in El Chaco. CombiFoss™ demonstrated a minor fluctuation and an accurate data unlike Ekomilk® that showed propensity to not calibrate and provide less accurate data.

**Keywords:** Fat, Protein, Non-Fat Solids, Density, Crioscopy.



# ÍNDICE

1	CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Objetivos: .....	4
1.1.1	General:.....	4
1.1.2	Específicos:.....	4
1.2	Hipótesis:.....	4
2	CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1	Historia de la producción lechera bovina en el Ecuador .....	5
2.2	Producción de leche y caracterización de ganaderías lecheras.....	6
2.3	Producción actual de leche en la Provincia de Napo.....	6
2.4	Anatomía de la glándula mamaria .....	7
2.5	Factores que influyen sobre la composición láctea.....	8
2.5.1	Raza.....	8
2.5.2	Genética.....	9
2.5.3	Clima.....	9
2.5.4	Alimentación.....	9
2.6	Síntesis láctea en la glándula mamaria .....	10
2.7	Composición de la leche.....	11
2.7.1	Características fisicoquímicas de la leche y parámetros para medir calidad de leche.....	11
2.7.1.1	Grasa.....	11
2.7.1.2	Proteína.....	13
2.7.1.3	Sólidos no grasos (SNG).....	16
2.7.1.4	Densidad .....	16
2.7.1.5	Punto crioscópico .....	16
2.7.1.6	Conteo de células somáticas (CCS).....	17
2.7.1.7	Recuento de mesófilos aerobios (CBT).....	18
2.8	Métodos para determinar características fisicoquímicas y parámetros para medir calidad de leche.....	19

2.8.1 Métodos clásicos de laboratorio.....	20
2.8.2 Técnicas automatizadas para valorar la composición láctea bovina.....	24
3.1 Ubicación.....	26
3.2 Población y Muestra.....	29
3.3 Materiales.....	30
3.3.1 De campo.....	30
3.3.2 De laboratorio.....	30
3.3.3 Oficina.....	31
3.4 Metodología.....	31
3.4.1 Levantamiento de información.....	31
3.4.2 Selección de productores.....	32
3.4.3 Toma de muestras.....	32
3.4.4 Análisis de las muestras.....	32
3.5 Diseño experimental.....	34
3.5.1 Variables.....	34
3.5.2 Diseño experimental.....	36
3.5.3 Análisis estadístico.....	37
<b>3 CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>38</b>
4.1 Diagnóstico situacional.....	38
4.2 Resultados de los componentes de la leche analizados por ondas ultrasónicas (Ekomilk®).....	39
4.2.1 Comportamiento y comparación de la calidad de la leche en las poblaciones estudiadas.....	40
4.3 Resultados de los componentes de la leche analizados por espectroscopia infrarroja (CombiFoss™).....	43
4.3.1 Comportamiento y comparación de la calidad de la leche en las poblaciones estudiadas.....	44
4.4 Comparación de los equipos utilizados en el estudio, CombiFoss™ y Ekomilk®.....	49
4.5 Influencia del clima sobre la calidad de leche.....	51
4.6 Limitantes del estudio.....	54

## 5 CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Y RECOMENDACIONES .....	55
5.1 Conclusiones:.....	55
5.2 Recomendaciones:.....	56
REFERENCIAS .....	57
ANEXOS .....	71

## 1 CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, la producción lechera bovina es una fuente importante de ingresos económicos, generando empleo para muchas personas de las zonas rurales (Ruiz, 2007). Por sus características fisicoquímicas, el ordeño, almacenamiento y transporte de la leche, hacen de esta un producto susceptible a alterarse (NTE INEN 9, 2012).

En los últimos años, ha aumentado la demanda de leche tanto cruda como de sus derivados, lo que ha estimulado el crecimiento y desarrollo de las lecherías; además, se ha ido implementando tecnología asociada a la producción y mejora de la calidad de leche (Vizcarra, 2015). Históricamente se halla los censos de los años de 1974 y 2000, donde la producción diaria de leche en el Ecuador, pasó de 1366 millones de litros a 3525 litros con el cambio de pastos y la implementación de nuevas técnicas productivas (ESPAC, 2014; Chauveau, 2007).

En la Amazonía, por su clima y la pobreza de sus suelos, junto con la falta de caminos y la topografía propia de la región, la producción ganadera ha sido muy limitada, pero, actualmente, se ha incorporado esta zona a la producción lechera nacional, aunque condicionada por el acceso a los predios y la distancia entre estos y los sitios de consumo (Vizcarra, 2015). Basado en la población bovina se asegura que la producción láctea nacional se la obtiene mayormente en la sierra, produciéndose en esta el 75,9%, a continuación, la costa con el 16,6%, y finalmente la amazonia, aporta con el 7,6% (INEC, 2011).

La provincia de Napo fue pionera en la Amazonía por producir leche cruda bovina para comercializar, esto gracias a su cercanía a Quito, encontrándose casi exclusivamente ganado bovino de la raza mestiza, con una relación de 4 hembras por cada macho, demostrando así el interés de las personas, por poseer hembras productoras de leche, por encima de machos productores de carne (MAG, 1995). En las poblaciones de: Cuyuja, Baeza, Cosanga, Borja y el

Chaco, se reemplazó los cultivos por potreros, dando inicio a la ganadería del Valle de Quijos (Vizcarra, 2015). Con la implementación de ferias agrícola-ganaderas, se ha demostrado el potencial agro-productivo y el desarrollo de esta provincia en la producción ganadera (MAG, 2017).

Actualmente, en la provincia de Napo, se encuentran 50169 cabezas de ganado, con una producción estimada de 35850 litros diarios de leche cruda en la zona alta de esta provincia, cuya comercialización está destinada a diferentes industrias procesadoras locales o nacionales (AGROCALIDAD, 2016, datos no publicados).

Con este proyecto, se busca evaluar el efecto del sistema de ordeño y pre transporte, sobre los componentes usados para dictaminar calidad de leche y características fisicoquímicos de la misma. Esto en cuatro muestreos seriados, con una semana de diferencia, realizado a dos asociaciones de ganaderos de la zona alta de la provincia de Napo, la primera ubicada en el cantón El Chaco, y la segunda en la parroquia de Papallacta cantón Quijos.

En la actualidad, el principal problema en la producción láctea de las dos zonas en estudio radica en la baja calidad de leche que aún se mantiene (Tabla 1), comparado con lo establecido en la norma NTE INEN 9:2012. Al momento, las asociaciones, se hallan vendiendo su producto a la procesadora de leche “El Ordeño” y a la empresa “Lácteos Ecuatorianos (Ecuallac)”; con la primera, según menciona la presidenta de la asociación del Chaco, se acordó un precio de 44 centavos de dólar, con la posibilidad de aumentar este valor, si mejora la calidad del producto, siempre y cuando no haya residuos de antibióticos o agua. En este caso, los productores son penalizados con multas económicas que van del 1 al 2% de la venta total de la quincena, cuando se detectan residuos de agua; y, la no compra de la leche hasta por 3 días cuando se detectan antibióticos. Cabe resaltar, que esta asociación cobra 4 centavos de dólar por litro para cubrir gastos administrativos: transporte, mantenimiento de equipos y salario del encargado. Recibiendo los productores en promedio 40

centavos de dólar por litro. Mientras que con “Ecuilac”, el precio es de 45 centavos de dólar por litro con estímulos por calidad de leche.

Tabla 1

Análisis de leche del último semestre por quincenas, Asociación del Chaco.

Quincena	% Grasa		% Proteína		% Sólidos no grasos	
	1	2	1	2	1	2
<b>Mes</b>						
<b>Sep. 2016</b>	-	3.211	-	3.054	-	9.010
<b>Oct. 2016</b>	3.114	3.098	3.140	2.924	9.024	9.025
<b>Nov. 2016</b>	2.840	3.190	2.700	3.090	8.326	9.042
<b>Dic. 2016</b>	3.050	-	3.100	-	8.880	-
<b>Ene. 2017</b>	3.000	3.042	2.960	3.012	8.245	8.900
<b>Feb. 2017</b>	3.122	-	2.874	-	9.004	-
<b>Media total</b>	<b>3.074</b>		<b>2.983</b>		<b>8.828</b>	

Tomado de Asociación de Ganaderos del Chaco, 2017.

Cabe resaltar que en la Asociación de Ganaderos de Papallacta, no existen datos sobre calidad de leche, pero se realiza prueba de antibióticos. Esta asociación vende su leche a la procesadora “El Ordeño”, a un costo de 45 centavos de dólar por litro, con tendencia a mejorar el precio tomando en cuenta la calidad de la misma.

## **1.1 Objetivos:**

### **1.1.1 General:**

- Comparar la calidad de la leche cruda bovina producida en dos cantones de la provincia de Napo, mediante parámetros fisicoquímicos y de calidad de pago para identificar deficiencias en las producciones.

### **1.1.2 Específicos:**

- Comparar los parámetros de calidad de leche (composición) de los productores en cuatro muestreos seriados en el periodo de un mes, valorados mediante el equipo Ekomilk y CombiFoss.
- Determinar qué parámetros se ven alterados en la composición de la leche cruda bovina, en el post ordeño y previo al transporte.
- Valorar las diferencias entre las composiciones y calidad de leche en base a características de manejo (agroecológicas) y de manejo de la leche desde el ordeño hasta el acopio.

## **1.2 Hipótesis:**

Existen diferencias en la composición y parámetros de calidad de la leche, relacionadas al manejo productivo (agroecológicos), el método de ordeño y transporte hasta el acopiador, entre los productores de dos cantones de la provincia del Napo.

## 2 CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Historia de la producción lechera bovina en el Ecuador

Históricamente, en el Ecuador, los aborígenes producían alimento de origen animal procedente de llamas y cuyes; con la llegada de los españoles, y la traída de bovinos, denominados Ibéricos, se dio origen al ganado criollo; debido a las características de los terrenos y clima europeos, el ganado que se obtuvo en la serranía ecuatoriana, presentó características productivas pobres ya que estos animales solo producían leche suficiente para las crías (Molina, 1985).

En 1906, se importó al país ganado de la raza Holstein Friesian traídos desde Estados Unidos; estos semovientes llegaron al sector de Turubamba, donde se inició con la adaptación de estos animales a las características propias del Ecuador; las importaciones continuaron hasta el año de 1924, con bovinos pura sangre, mejorando los animales criollos del país (Molina, 1985).

Con este súbito aumento de animales, se funda en 1942 la Asociación Holstein Friesian del Ecuador, iniciando en ese momento la mejora de animales lecheros que se sigue dado hasta estos días (Molina, 1985). En sus inicios, la producción láctea del país se daba con vacas criollas en las haciendas, en donde las personas las lazaban y amañaban para poder ordeñarlas, pero, con el crecimiento de las poblaciones y el acrecentamiento de la demanda de lácteos y cárnicos, las lecherías han ido evolucionando gracias a la implementación de mejora genética y nuevas tecnologías agropecuarias (Vizcarra, 2015).

La producción lechera para la industria inicia en los años 50, desde esa época se ha dado mejoramiento genético y productivo; la provincia que más leche produce a nivel nacional es Pichincha, en el cantón Mejía, Machachi, es considerada un icono nacional en producción láctea; en este sector, en el año de 1948, el promedio de producción era de 3,8 litros por día, actualmente esa



media es de 17,8 litros, con animales que producen hasta los 25 litros diarios (Vizcarra, 2015; ESPAC, 2014).

## **2.2 Producción de leche y caracterización de ganaderías lecheras.**

Según datos del INEC en el año 2011, el crecimiento bovino para ese año estuvo en el 2,0% en todo el país; siendo el territorio andino el que presenta el mayor número de animales con un 51,0%, seguido por la región litoral con el 36,7%, y la amazonia con el 12,3% del total nacional (INEC, 2011).

Considerando la producción en litros/vaca, se estima una media de: 6,57 litros en la sierra, mientras que en el oriente es de 4,17 litros, en la costa es 3,78, y 3,45 litros en las zonas no delimitadas (ESPAC, 2014). Estas medias se dan gracias a que en la región andina las ganaderías son especializadas, teniendo a su disposición pastos naturales y mejorados además de biotecnologías asociadas a la producción lechera; por un lado en la costa la ganadería se especializa en la producción cárnica con el uso de animales *Vos Indicus*, por otro lado, en el oriente existe una mezcla entre razas bovinas, a lo que se denomina doble propósito, o se mantienen animales del biotipo criollo (INEC, 2011).

## **2.3 Producción actual de leche en la Provincia de Napo.**

En la provincia de Napo, se producen 66953 litros de leche al día, de un total de 11897 vacas ordeñadas (INEC, 2013). Esta leche es comercializada a nivel local, y a industrias procesadoras a nivel nacional; específicamente en la zona alta de esta provincia, la producción se encuentra en 35850 litros diarios, los cuales se negocian a las procesadoras: Nestle, Andina, El Ordeño, e Industrias Artesanales del sector (AGROCALIDAD, 2016, Datos no publicados).

## 2.4 Anatomía de la glándula mamaria

La ubre, es una glándula sudorípara modificada, cuyo origen embrionario se da en el ectodermo (Pérez, 2015). Está formada por cuatro glándulas que terminan en los pezones, cada una independiente de la otra, estas a su vez secretan leche, la cual sirve de alimento para el ternero (Gasque, 2008).

Dentro del pezón, se encuentra la cisterna, la cual es una cavidad en la que se acumula la leche antes de salir al exterior a través del esfínter; esta a su vez se comunica con la cisterna de cada cuarto, las cuales recolectan la leche formada en los alveolos (García & Ochoa, La Leche, 1987). Esto siempre y cuando se dé el estímulo adecuado por la hormona oxitocina, cuya función es hacer que la leche vaya hacia estas cisternas (Gasque, 2008).

La unidad funcional de la glándula mamaria es el alveolo (Figura 1), el tamaño de esta estructura oscila entre 100 – 300 micras; estos a su vez se aglomeran formando racimos que dan paso a los lobulillos y estos al lóbulo, cuya desembocadura es el conducto mayor; alrededor del lumen de esta estructura se encuentran las células epiteliales, la inervación corre por cuenta de vénulas y capilares, además, se encuentran células mioepiteliales, las cuales son responsables de la secreción de leche, ya que estas son las células blanco de la oxitocina (Callejo, 2012).

La leche es excretada por conductos que, dependiendo de su situación, se clasifican como: intralobulillares, en los cuales desembocan los lobulillos; interlobulillares, estos a su vez son abastecidos por los anteriores; y los galactóforos que son los encargados de llevar la leche hacia la cisterna (Avila & Romero, 2009).

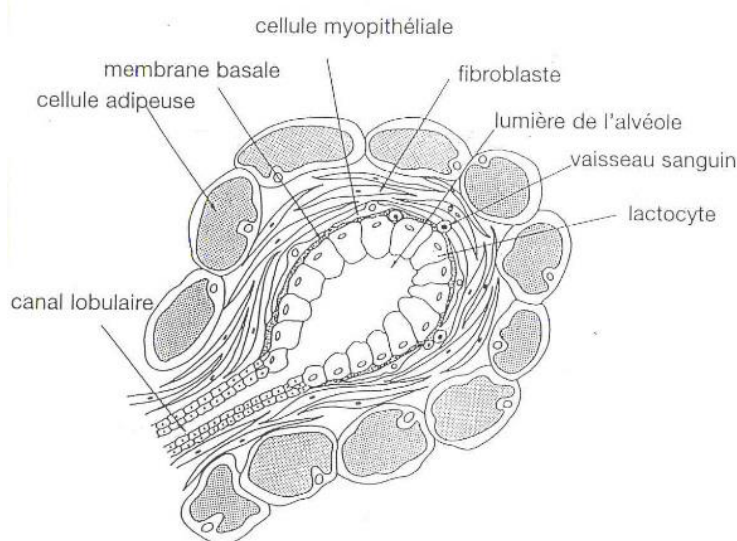


Figura 1. Partes del alveolo. Estructuras, que conforman el alveolo mamario Tomado de Callejo, 2012.

## 2.5 Factores que influyen sobre la composición láctea.

Desde el punto de vista económico, la calidad de la leche es un factor relevante, tanto para los productores como para la industria procesadora, y nutricionalmente para los consumidores (Morales, 1999). De aquí que hay un significativo número de elementos que modifican la composición de este producto de consumo masivo, entre estos se encuentran: la raza, la genética, el clima en el que se desarrollan las ganaderías entre otras (García & Ochoa, La Leche, 1987).

### 2.5.1 Raza.

Este es un factor importante, ya que, dependiendo de la raza, distintos componentes lácteos se hallan mayor o menormente concentrados, como ejemplo: la raza Jersey coloca mayor cantidad de grasa en la leche, en comparación con otras razas taurinas como la Holstein (Morales, 1999). Por otro lado, se sabe que razas *bos taurus* producen más leche en comparación

con razas cebuinas, pero con una composición grasa y proteica más bajos (García & Ochoa, La Leche, 1987).

### **2.5.2 Genética.**

El componente genético de cada individuo es un factor que se debe tomar en cuenta en cada producción (García & Ochoa, La Leche, 1987). Pues, la cantidad de leche producida y el porcentaje de grasa o proteína, por citar parámetros, son caracteres hereditarios, de allí la importancia de la selección (Morales, 1999).

### **2.5.3 Clima.**

El factor climático, juega un papel importante sobre la disponibilidad y calidad del alimento forrajero para los animales, además las condiciones ambientales alteran el consumo de alimento reflejándose directamente en la composición láctea (Clavache & Navas, 2012). También, las temperaturas ambientales elevadas, generan un estrés calórico, lo que hace que los animales disminuyan la ingesta de materia seca, elevando el consumo de agua (Stokes, Waldner, Jordan & Looper, 2012; Beede & Collier, 1985).

### **2.5.4 Alimentación**

La dieta suministrada juega un papel preponderante, ya que al variar en su contenido nutricional, modifica el volumen de leche producido, y las características fisicoquímicas de la misma (Cisint, Martín, & Toll, 2007). Además de influenciar claramente sobre la condición corporal de los animales, lo que modifica directamente el porcentaje de grasa en la leche (García & Ochoa, La Leche, 1987).

El pasto se ve alterado en su composición nutricional, dependiendo de: periodo de desarrollo, tipo de suelo y las condiciones meteorológicas, uso de

fertilizantes y el tipo de explotación lechera debido al pisoteo (Cisint, Martín, & Toll, 2007).

La grasa es el componente lácteo más sensible a los cambios en la dieta, pues, dependiendo del aporte de fibra, esta puede subir hasta en un 1%, en comparación con la proteína, que puede llegar al 0,3% (Valdés & Canto, 2011).

## **2.6 Síntesis láctea en la glándula mamaria**

Para la síntesis láctea en la ubre, se necesita un gran aporte sanguíneo, la cual está dada por las arterias pudenda externa e interna izquierda y derecha, y por todas sus ramificaciones (Avila & Romero, 2009). Estas ramificaciones, forman arteriolas que se distribuyen a lo largo de toda la glándula mamaria formando una red que llega a todos los alveolos (Pérez, 2015). Para formar un 1 kg de leche, la ubre necesita de 400 a 500 kg de sangre (Avila & Romero, 2009).

En la glándula mamaria, los lactocitos o células secretoras o epiteliales, toman la sangre que proviene de la circulación y de esta capturan los precursores necesarios para la síntesis láctea: aminoácidos, glucosa, ácidos grasos, ácido acético e hidroxibutírico, vitaminas y minerales (Callejo, 2012).

Los precursores ingresan al espacio extracelular entre las células epiteliales y capilares de la ubre, para ser atrapados del líquido extracelular hacia los lactocitos a través de la membrana basal (Troncoso, 2014). Estas células forman un ciclo compuesto de tres fases: una de secreción, otra de excreción y la última de reposo (Callejo, 2012).

En la fase de secreción, se da la síntesis de los componentes lácteos, una vez formados, estos se acumulan en el extremo más cercano a la luz alveolar de la célula; a continuación, inicia la fase excretora, en la cual los componentes antes sintetizados, son volcados a la luz alveolar, almacenándose en la ubre hasta el ordeño (Callejo, 2012).

Cuando aumenta la presión dentro del alveolo por acumulo de leche, se detiene la producción hasta que se dé el vaciado de la misma, ya sea en el ordeño o por amamantamiento del ternero; cuando se vacía la glándula mamaria, reinicia la síntesis láctea, estimulando la producción de prolactina, manteniendo la lactancia (Callejo, 2012).

## **2.7 Composición de la leche.**

La leche es un líquido blanco, formada por una parte sólida rica en glúcidos y una acuosa conocida como suero (Pérez, 2015). Además de ser fuente de nutrientes, energía, grasa y proteína de calidad; también, brinda minerales esenciales como: calcio, selenio, magnesio, vitaminas, riovflavina y el ácido pantoténico (FAO, 2016).

Químicamente, la leche es un fluido muy completo, formada por sólidos 13% y agua 87% (Manterola, 2004). Divididos en sólidos totales y no grasos; los sólidos totales, son todos los componentes de la leche excepto el agua; mientras que los sólidos no grasos, se considera a todos los componentes menos la grasa y el agua (Agudelo & Bedoya, 2005). Porcentualmente hablando, la leche de vaca presenta: materia seca 12,4%, grasa 3,4%, proteína 3,5%, lactosa 4,6% y ceniza 0,8% (Hazard, 2002). Estos valores son representativos, tomando en cuenta una media, ya que la composición porcentual de la leche varía acorde a factores individuales, raciales y ambientales (García & Ochoa, La Leche, 1987).

### **2.7.1 Características fisicoquímicas de la leche y parámetros para medir calidad de leche.**

#### **2.7.1.1 Grasa.**

La grasa es el compuesto más inconstante en la leche, tanto en su concentración como en su composición; en vacas lecheras, esta se ve limitada

por la dieta (Palmquist, 2006). La concentración baja, cuando se implementa dietas con alto contenido de carbohidratos fácilmente fermentables como almidones y grasas insaturadas; por el contrario, este porcentaje se puede aumentar usando grasas by pass hacia el rumen (Hillgartner, Salati, & Goodridge, 1995).

La grasa está formada por glóbulos cuyo diámetro oscila entre 3 a 4 micras; al reposar la leche, estos ascienden, formando la nata, por lo que es importante la homogenización al momento de la toma de una muestra (Zavala, 2005). El 98% se halla a manera de triglicéridos, lo restante son: glicolípidos, ácidos grasos, vitaminas liposolubles, fosfolípidos, colesterol y esteroides; los ácidos grasos más importantes son: palmítico, mirístico, oleico y linoleico (Manterola, 2004). Además, la leche posee otros lípidos como: diacilglicerol (cerca del 2%), el colesterol (abajo del 0,5%) y los fosfolípidos (el 1%) (Lindmark, 2008).

Los ácidos grasos de la leche presentan dos orígenes de manera similar: la alimentación y la acción microbiana ruminal (Parodi, 2004). El acetato y el ácido butírico se generan en el rumen por fermentación de los alimentos; el ácido butírico se convierte en  $\beta$ -hidroxibutirato durante la absorción a través del epitelio ruminal; la grasa bovina contiene ciertos ácidos grasos como el ácido pentadecanoico y el ácido heptadecanoico, los cuales son sintetizados por la flora bacteriana del rumen (German & Dillard, 2006).

Del 40 al 60% de los ácidos grasos lácteos son de cadena larga, los cuales derivan de la dieta, pero este porcentaje depende de la cantidad de grasa contenida en el alimento; los ácidos grasos de 4 carbonos a 16 carbonos, se sintetizan de novo en la glándula mamaria, y los superiores a estos, es decir de 17 en adelante, se originan tanto en la dieta como en la síntesis de novo (Palmquist, 2006).

Más del 95% de los ácidos grasos de cadena larga se derivan de las lipoproteínas ricas en triacilglicerol (TAG) de la sangre; los ácidos grasos no

esterificados también se absorben, pero la captación neta es medible sólo cuando las concentraciones de ácidos grasos no esterificados (AGNE) son altas, especialmente en las primeras semanas de lactancia cuando el balance energético es negativo, y se produce una movilización extensa de los lípidos corporales (Enjalbert, Nicot, Bayourthe, & Moncoulon, 1998). Cuando las vacas no están en balance energético negativo, el tejido adiposo contribuye con menos del 15% de ácidos grasos de cadena larga absorbidos (Palmquist, 2006). Tres cuartas partes de los triglicéridos de las lipoproteínas intestinales son absorbidas por la glándula mamaria; la proporción de ácido palmítico en la grasa láctea derivada de los lípidos sanguíneos (Thompson & Christie, 1991). El balance energético negativo, se da cuando la vaca consume más energía para la producción de leche que la suministrada por la dieta (Ceballos, Gómez, Vélez, Villa, & López, 2002).

Cuando la ingesta de grasas en la dieta es baja, casi todo el ácido palmítico se sintetiza de novo en el tejido mamario; a medida que aumenta la captación de ácidos grasos de los TAG de la sangre, la proporción de ácido palmítico de la síntesis de novo disminuye hasta el 30% o menos (Palmquist, 2006).

### **2.7.1.2 Proteína.**

En el rumen, gracias a la acción de bacterias proteolíticas (*Bacteroides ruminicola*) las proteínas provenientes de la dieta son degradadas hasta amoníaco (Deng, Xi, Mao, & Wanapat, 2007). Este a su vez, sirve de base para la síntesis bacteriana ruminal, pero, está estrechamente ligado al metabolismo de los carbohidratos provenientes de la dieta (Bach, Calsamiglia, & Stern, 2005).

En el alveolo mamario, se da el inicio la síntesis proteica, con la transcripción del Ácido Ribonucléico de Transferencia (ARNt) y de Ácido Ribonucléico mensajero (ARNm) mediados por la ARN-polimeraza a partir de ADN (Gebauer & Hentze, 2004). Después, estos viajan al citoplasma, donde, el ARNt se une a



las Aminosil-sintetasas, mientras que el ARNm va al retículo endoplasmático rugoso (Ben-Shem, y otros, 2011). Al final del proceso de traducción, se da la síntesis de caseínas (García, Montiel, & Borderas, 2013).

La proteína presente en la leche de vaca oscila entre 2,9% a 3,9%, con una media de 3,5%; formada por un 80% de caseínas y el 20% de proteínas séricas (Agudelo & Bedoya, 2005). Estas últimas divididas en: proteínas del lacto-suero 18%, y las presentes en el glóbulo graso a nivel de la membrana 2% (Swaisgood, 2003 & Reinhardt & Lippolis, 2006).

### **a) Caseína**

Las caseínas son un grupo único y diverso de proteínas presentes en la leche bovina, aunque se presume que su función es principalmente nutricional, tienen una notable capacidad para estabilizar proteínas, es decir, para inhibir la agregación y la precipitación de proteínas, que es comparable a las chaperonas moleculares de choque térmico (Thorn, y otros, 2005).

Los principales tipos de caseína son:  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$  y  $\kappa$  (Walstra, Wouters, & Geurts, 2006). De estas, las más importantes son las  $\alpha$ -caseínas, formadas por 8-10 grupos fosfato de serilo, mientras que la  $\beta$ -caseína contiene aproximadamente 5 residuos de fosfoserina, y es más hidrófoba que las  $\alpha$ -caseínas y la  $\kappa$ -caseína; debido a que las  $\alpha$ -caseínas y  $\beta$ -caseínas están altamente fosforiladas, son muy sensibles a la concentración de sales de calcio (Phadungath, 2005). A diferencia de otras caseínas, las  $\kappa$ -caseínas son glicoproteínas, y sólo tienen un grupo de fosfoserina, por lo tanto, son estables en presencia de iones de calcio, y desempeñan un papel trascendental en la protección de otras caseínas, estableciendo las micelas de caseína (Walstra, Wouters, & Geurts, 2006).

La producción de muchas de las variedades de queso, inicia con la alteración específica de proteínas por enzimas proteolíticas o precipitación isoelectrica

(Čejna & Chládek, 2005). Los altos tratamientos térmicos a los que se someten muchos productos lácteos sólo son posibles gracias a la estabilidad térmica de las caseínas (Fox & McSweeney, 1998).

### **b) Proteínas séricas.**

La mayoría de las proteínas séricas son de tipo globular altamente hidrofóbicas con cadenas peptídicas compactas y plegadas; son sensibles al calor y se desnaturalizan, volviéndose insolubles una vez calentada la leche (Walstra, Wouters, & Geurts, 2006). Los dos componentes principales de la proteína de suero son:  $\alpha$ -lactoalbúmina y  $\beta$ -lactoglobulina, el resto son albúmina sérica (sanguínea), inmunoglobulinas, proteasas-peptonas y pequeñas cantidades de enzimas y proteínas con funciones metabólicas específicas, tales como lisozima y la lactoferrina (Hinrichsa, y otros, 2004).

La albúmina sérica es una proteína secundaria que presumiblemente ingresa a la leche por filtración del suero sanguíneo; es una molécula grande que tiene tres dominios globulares, dando como resultado una forma alargada (Parra, 2008).

Las inmunoglobulinas son anticuerpos sintetizados en respuesta a la estimulación por antígenos específicos; producidas en la sangre (Hinrichsa, y otros, 2004). Las concentraciones de estas son variables, distinguiéndose distintas clases de inmunoglobulinas, incluyendo las Gammaglobulinas, y Macroglobulinas, que se producen en la leche (Walstra, Wouters, & Geurts, 2006). Aquí están presentes las IgG, IgA e IgM, cuya concentración es altamente variable (Akhtar & Dickinson, 2007). Se sabe poco sobre la acción de la IgG y la IgA, cuya concentración es la más alta en la leche, solo que algunas bacterias son inhibidas por estas (Walstra, Wouters, & Geurts, 2006). Sin embargo, la IgM es de gran importancia en la leche, ya que incluye las llamadas lacteninas L1 y L3, que son inhibidores de bacterias Gram-positivas (Hinrichsa, y otros, 2004). Estas lacteninas son aglutininas, la L3 actúa

especialmente contra algunas cepas de *Lactococcus lactis* (Walstra, Wouters, & Geurts, 2006).

### **2.7.1.3 Sólidos no grasos (SNG)**

Este conjunto lo conforman la proteína, lactosa y sales minerales disueltas en la leche, pero, solo son medibles cuando la leche no contiene adulterantes de ningún tipo (Moncada & Pelayo, 2011). Las proteínas conforman el 37% siendo las caseínas las predominantes; la lactosa el 56%, el 6% por minerales como: hierro, magnesio, fósforo, calcio, potasio (López, Sepúlveda, & Restrepo, 2010). Y un 1% de vitaminas y enzimas (García & Ochoa, Componentes de la Leche, 1987).

### **2.7.1.4 Densidad**

La densidad de la leche es una relación entre el peso y el volumen, generalmente se mide a 15 ° C (Feitosa & Brita, 1998). Para obtener la densidad en leche caliente, se debe aplicar la variación de temperatura que es de 0.0002 g/cm<sup>3</sup> por cada grado que se halle por encima del valor antes mencionado (Celis & Juarez, 2009). Este parámetro puede variar entre 1.029 y 1.033 g/cm<sup>3</sup> (NTE INEN 9, 2012). Valores inferiores pueden indicar adición de agua, o, valores por encima, indican leche con un bajo contenido de grasa (Feitosa & Brita, 1998).

### **2.7.1.5 Punto crioscópico**

El punto de congelación se usa para comprobar adulteración de la leche por adición de agua, cuando esto sucede, se reduce la concentración de grasa, proteínas, sales y lactosa disueltas en el suero (Bhandari & Singh, 2011). De los principales constituyentes de la leche, la lactosa y los cloruros forman entre el 75 y el 80% del valor del punto de congelación y desempeñan el papel más importante en la llamada depresión del punto crioscópico, mientras que la

lactosa aporta aproximadamente 0,296 °C a esta depresión, los cloruros, junto con los cationes Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> aproximadamente 0,119 °C, y el 20-25% restante está afectado por otros constituyentes de la leche, como: calcio, magnesio, lactatos, fosfatos, citratos, urea, etc. (Fox & McSweeney, Milk Lipids, 1998).

Sin embargo, el punto crioscópico de la leche en masa se mantiene relativamente constante, teniendo pequeñas diferencias entre razas: 0,002-0,007 °C, siendo las vacas Holstein quienes tienen generalmente el punto crioscópico más bajo (Bhandari & Singh, 2011). La grasa no tiene efecto sobre el punto de congelación, mientras que las proteínas afectan muy poco: la caseína puede disminuir el punto de congelación en 0,000001 °C y las proteínas en general 0,000407 °C (Kessler, 1984).

Cuando el punto de congelación es inferior a -0,535 °C, se supone que la leche está exenta de agua añadida; los valores comprendidos entre -0,530 y -0,534 °C indican que se necesita control de la producción; entre -0,525 a -0,529 °C existe una fuerte probabilidad de presencia de agua; y donde el punto de congelación es de -0,525 °C o más la leche se encuentra adulterada con agua (Singhal, Kulkarni, & Rege, 1997)

#### **2.7.1.6 Conteo de células somáticas (CCS)**

En las vacas lactantes sanas, los macrófagos son el tipo celular dominante que se encuentra en la leche y en los tejidos mamarios, estos son un componente importante de la defensa inmune no específica y juegan un papel clave en la presentación de antígenos; durante la invasión bacteriana, hay una afluencia rápida y masiva de neutrófilos, siendo estos predominantes en la leche y el tejido mamario durante las primeras etapas de la infección bacteriana (Bradley & Green, 2005).

Las células somáticas en la leche son principalmente glóbulos blancos, o leucocitos; los predominantes son los neutrófilos polimorfonucleares (PMN), los

macrófagos y los linfocitos (Auldist, 2013). Los neutrófilos tienen una función inmune no específica reducen el número de bacterias a través de la fagocitosis (Hernández & Bedolla, 2008). Si las bacterias son capaces de soportar esta respuesta celular inicial, se perpetúa la cascada inflamatoria y se continúa la diapedesis de los leucocitos hacia el lumen alveolar y hacia la leche (Auldist, 2013)

Características físicas como: viscosidad, pH y punto de congelación, se ven alterados por la elevación del conteo de células somáticas (CCS), además de generar un sabor rancio, por el aumento de cloruros y la baja de lactosa (Feitosa & Brita, 1998).

#### **2.7.1.7 Recuento de mesófilos aerobios (CBT)**

Todo componente extraño que ingrese a la leche ya sea a través de la ubre, durante o después del ordeño, pueden alterar la higiene de la misma, y estos son: físicos, químicos o microbianos (Walstra, Wouters, & Geurts, *Microbiology of Milk*, 2006). La medición de estos microorganismos, es un reflejo de la calidad higiénica del ordeño o del transporte de la leche (RENALOA, 2014).

Las bacterias, son clasificadas por la temperatura en que mejor se desarrollan, de ahí que los mesófilos, tienen un crecimiento óptimo en rangos que van desde 20 a 40°C. (Walstra, Wouters, & Geurts, *Microbiology of Milk*, 2006). Por esta razón es indispensable el manejo de la temperatura de la leche a 4°C. (Javaid, y otros, 2009).

La primera carga de bacterias que se produce en la leche está relacionada con el ordeño, ya que en este punto influye la limpieza de la ubre y los pezones, después está la higienización de los materiales usados al momento de la ordeña como son: baldes, tanques, cernidoras, etc. (Magariños, 2000). Es importante recalcar que el CBT no se ve notoriamente alterado en presencia de

mastitis, a excepción de la producida por *Staphylococcus agalactiae* (González, Molina, & Coca, 2010).

## 2.8 Métodos para determinar características fisicoquímicas y parámetros para medir calidad de leche

Las características fisicoquímicas de la leche son la base esencial para el pago por calidad, de aquí que, para su análisis, se han ido desarrollando diferentes técnicas de laboratorio, que implican instrumental, tiempo y personal adecuado, haciéndolas más costosas (Draaiyer, Dugdill, Bennett, & Mounsey, 2009). Actualmente, se cuenta con equipos especializados para análisis de leche, estos usan espectroscopia infrarroja o ultrasonido, realizando el trabajo en menos tiempo y relativamente más barato (Artica, 2014).

Ya sea con el uso de un laboratorio especializado en calidad de leche, o de los equipos antes mencionados, los parámetros (Tabla 2) medidos deben mantenerse adentro de los límites establecidos en la norma NTE INEN 9:2012.

Tabla 2

Parámetros norma NTE INEN 9:2012.

Parámetro	Mínimo	Máximo
<b>Sólidos no grasos</b>	8,2%	-
<b>Punto crioscópico</b>	-0,536 °C	-0,512°C
<b>Recuento de células somáticas/cm<sup>3</sup></b>	-	7.0x10 <sup>5</sup>
<b>Recuento de microorganismos aeróbios mesófilos REP, UFC/cm</b>	-	1,5 x 10 <sup>5</sup>
<b>Grasa</b>	3%	-
<b>Proteína</b>	2,9%	-

Tomado de NTE INEN 9, 2012.

## **2.8.1 Métodos clásicos de laboratorio.**

### **2.8.1.1 Método de Gerber.**

Este método de laboratorio se utiliza para la medición de grasa; es necesario el empleo de un butirómetro, el cual usa una cantidad específica de leche (Draaiyer, Dugdill, Bennett, & Mounsey, 2009). Esta técnica, separa la grasa de la leche mediante la adición de ácido sulfúrico, el cual rompe las proteínas que cubren el glóbulo graso, y después se añade alcohol amílico, cuya función es facilitar el apartamiento de la grasa del resto de los sólidos lácteos; el siguiente paso es centrifugar por 5 minutos, y se realiza una medición directa de la grasa, la cual se expresa en g/100g de la muestra (García, Fernández, & Fuentes, 2013).

### **2.8.1.2 Método de Kjeldahl**

Este método es usado para la determinación de nitrógeno total, pero para ser expresado en porcentaje de proteína, se debe aplicar el factor de conversión (PANREAC, 1994). Se pesa una cantidad de leche, la cual es mezclada con otra de sulfato de potasio y ácido sulfúrico concentrado; se añade sulfato de cobre, el cual cataliza esta mezcla, convirtiendo el sulfato de amonio a nitrógeno orgánico, esta reacción química se eleva hasta el punto de ebullición; una vez frío, se añade hidróxido de sodio con la finalidad de soltar el amoníaco, este gas se destila con ácido bórico y se titula con ácido clorhídrico; el amoníaco, indica la cantidad de nitrógeno (NTE INEN 16, 2015).

Después se usa el factor de conversión, el cual es una fórmula matemática (Ecuación 1) que indica el porcentaje de proteína a partir del nitrógeno obtenido anteriormente (Romero, 1997).

$$Proteína\% = \frac{1,40N (V_1 - V_0)}{P} \times 6,38 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

V1= volumen de ácido clorhídrico en ml en la determinación.

V0= volumen de ácido clorhídrico en ml en el ensayo.

P= leche en gramos usada

6,38= constante (PANREAC, 1994).

### 2.8.1.3 Prueba de Sólidos

Esta prueba se utiliza para la medición de sólidos totales (ST) de la leche, para la obtención de SNG, es necesario el uso de una fórmula (Ecuación 2); para este ensayo se necesita de un lactómetro (Draaiyer, Dugdill, Bennett, & Mounsey, 2009). Se coloca la leche en una probeta de 250 ml, después se lleva a Baño María a 20°C, a continuación, se introduce el lactómetro haciendo que este gire, cuando se haya detenido completamente, hay que proceder a tomar la medida (NTE INEN 11, 1984).

$$SNG = ST - \%G \quad (\text{Ecuación 2})$$

Dónde:

SNG= sólidos no grasos

ST= sólidos totales

%G= porcentaje de grasa (Draaiyer, Dugdill, Bennett, & Mounsey, 2009).

### 2.8.1.4 Prueba de lactodensímetro.

Este es un método de laboratorio para medición de densidad de la leche, el proceso a seguir es el ya descrito para la medición de ST (NTE INEN 11, 1984). Este es un método barato y rápido, se lo puede usar para detectar, además: agua añadida, contenido de sólidos; pero, puede ser inexacto por la toma de la medida o por la temperatura, por lo que es necesario el uso en



conjunto con otros métodos de laboratorio como el crioscopio (Draaiyer, Dugdill, Bennett, & Mounsey, 2009).

#### **2.8.1.5 Termistor Método Crioscopio.**

Este método es usado para determinar agua añadida o extraña en la leche, mediante el uso de la temperatura (NTE INEN-ISO 5764 , 2013). El termistor es un termómetro sumamente exacto, el cual funciona con materiales semiconductores, con mucha resistencia a las variaciones térmicas (ISO 5764, 2009).

Para dictaminar presencia de agua se usa un crioscopio, el que mide el punto de congelación de la leche cruda, al cual se le comprueba su calibración con el uso de tres standard: 512, 422, 621; los que poseen parámetros conocidos indicados en el procedimiento PEE/CL/013 (AGROCALIDAD, 2015). Este principio se basa en los desiguales puntos de congelación de la leche y el agua, para verificar, se realiza la prueba del lactodensímetro (Draaiyer, Dugdill, Bennett, & Mounsey, 2009).

#### **2.8.1.6 Contaje de Células Somáticas (CCS).**

Este procedimiento es conocido como método de cultivo convencional; se mezcla azul de tripano con leche, después se coloca una pequeña muestra en un portaobjetos con una película de líneas transversales, extendiéndola muy suavemente, para posteriormente hacer el conteo bajo un microscopio electrónico (Pelvan & Unluturk, 2015).

Los núcleos celulares son fácilmente visibles, se deben contar de forma manual a manera de tiras, tomando en cuenta que dentro del campo del microscopio es observable al menos la mitad, se debe usar una fórmula matemática (Ecuación 3) para el cálculo del factor de trabajo (Draaiyer, Dugdill, Bennett, & Mounsey, 2009).

$$Wf = \frac{20 \times 100}{dxb} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Dónde:

Wf= factor de trabajo.

d= diámetro del microscopio en milímetros

b= número de tiras completas contadas (Draaiyer, Dugdill, Bennett, & Mounsey, 2009)

### **2.8.1.7 Recuento Total Bacteriano.**

Este método se base en un cultivo bacteriano estándar, en el cual se coloca la leche dentro de un agar y se realiza el cultivo tomando en cuenta la temperatura y el tiempo; es un método costoso y demorado, además, es necesario el uso de personal calificado (Draaiyer, Dugdill, Bennett, & Mounsey, 2009).

Se debe preparar una dilución a base de tampón fosfato, después esta se esteriliza, observando que no contenga ningún tipo de variaciones (Draaiyer, Dugdill, Bennett, & Mounsey, 2009). Esta dilución, se coloca en cajas Petri a razón de 1 cm<sup>3</sup> en cada una, después se pone 20 cm<sup>3</sup> de agar para recuento, esto se debe realizar máximo en 45 minutos después de la preparación de la dilución (NTE INEN 1 529-5, 2006). Las mezclas se deben colocar suavemente con movimientos circulares; a continuación, se coloca las placas en la incubadora a 37,5 °C por 48 horas (Draaiyer, Dugdill, Bennett, & Mounsey, 2009).

Al final se cuenta las colonias bacterianas, que suelen oscilar entre 15 y 300 por caja, esto con la ayuda de un contador, las colonias pequeñas o difusas, se cuentan como una; después, se realiza el cálculo matemático con el uso de una fórmula (Ecuación 4), para obtener el número de bacterias por cm<sup>3</sup> o gramos (NTE INEN 1 529-5, 2006).

$$N = \frac{\sum c}{V(n_1+0,1n_2)d} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Dónde:

$\sum c$ = sumatoria de todas las colonias

V= volumen colocado por caja Petri

$n_1$ = cantidad de láminas de la primera disolución

$n_2$ = cantidad de láminas de la segunda disolución

d= coeficiente de disolución (NTE INEN 1 529-5, 2006).

## **2.8.2 Técnicas automatizadas para valorar la composición láctea bovina.**

### **2.8.2.1 Determinación de los componentes de la leche cruda bovina por ultrasonido.**

Este tipo de equipos, son pequeños, compactos, y tienen un tiempo de procesado de muestras lácteas muy rápido, analizando: grasa, proteína, densidad, porcentaje de agua y sólidos no grasos (EKOMILK, 2017).

Los equipos ultrasónicos, succionan una pequeña cantidad de leche hacia la cámara de procesamiento, donde por medio de un microprocesador, los datos son traducidos y cuantificados para su observación; no es necesario el manejo de personal altamente calificado, o el uso de químicos riesgosos (AGROCALIDAD, 2016).

El principio de esta tecnología se basa en ondas ultrasónicas, las cuales atraviesan de manera específica cada cuerpo; acorde a las características fisicoquímicas de estos, cuando hay modificaciones o alteraciones, la propagación de estas ondas varía, después estos resultados son cambiados a valores porcentuales lo que es conocido como traducción (Campo & Villada, 2015). Todo este proceso se da dentro de la cámara, donde gracias a un emisor, el cual consta de un transductor eléctrico que envía ondas de 10 V, hacia el receptor, el que también posee un transductor que envía las ondas a

un osciloscopio, donde analiza los resultados y los traduce (Terroba & Iglesias, 2007).

### **2.8.2.2 Determinación de los componentes de la leche cruda bovina por espectroscopia infrarroja.**

Actualmente, este tipo de equipos son los más rápidos del mundo en lo que respecta a análisis de muestras de leche, más o menos 600 muestras procesadas en una hora, con resultados muy precisos y confiables; esto gracias al uso de un espectrofotómetro infrarrojo que permite analizar cualquier componente de la leche (FOSS, 2008).

El principio de esta clase de equipos se basa en longitudes de onda electromagnética, similar a las microondas; de acuerdo con su longitud, se dividen en: corta, media y lejana; de estas, las dos primeras, son utilizadas para la medición cualitativa y cuantitativa de alimentos (Penner, 2010). Al dispararse la onda electromagnética, se produce una vibración intermolecular que altera la vibración natural (Corti, Savini, Dreassi, & Lonardi, 1992). Cada una de estas produce un tono específico, el cual es medido, aquí está implicado el hidrógeno, haciendo a este proceso muy útil y confiable para el análisis de alimentos (Nørgaard, Bro, & Balling, 2012).

Los datos obtenidos como resultado del análisis de las ondas electromagnéticas, son co-lineales, los cuales son analizados mediante un método químio-métrico con la ayuda de un software, el cual se basa en algoritmos tomando como referencia la ley de Lambert-Beer; cuyo principio toma los espectros latentes y dictamina las concentraciones de los diferentes componentes en la muestra analizada (Nørgaard, Bro, & Balling, 2012).

### CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Ubicación.

Este estudio se llevó a cabo en la parte alta de la provincia de Napo en los cantones Quijos y el Chaco, dónde se encuentra un total de 31704 bovinos (Tabla 3). Específicamente en la Asociación de Ganaderos de la Parroquia de Papallacta y en la Asociación de Productores Agropecuarios y de Comercialización del Chaco. Los que comercializan su leche a distintas empresas lácteas (Tabla 4).

Tabla 3

Número de bovinos en la provincia de Napo, dividido en cantones y parroquias.

<b>PROVINCIA</b>	<b>CANTÓN</b>	<b>PARROQUIA</b>	<b>N° de Bovinos</b>	
<b>NAPO</b>	A. TOLA	A. TOLA	<b>3011</b>	
		TENA	<b>990</b>	
			TALAG	<b>104</b>
			PUERTO NAPO	<b>1127</b>
			MISAHUALLI	<b>2074</b>
			PANO	<b>236</b>
			CHONTAPUNTA	<b>1497</b>
			AHUANO	<b>1026</b>
		ARCHIDONA	ARCHIDONA	<b>1669</b>
			COTUNDO	<b>6317</b>
			USHPAYACU	<b>414</b>
		QUIJOS	COSANGA	<b>1936</b>
			BAEZA	<b>3031</b>
			CUYUJA	<b>3007</b>
			PAPALLACTA	<b>1407</b>
			BORJA	<b>3139</b>
			SUMACO	<b>1542</b>
		EL CHACO	SARDINAS	<b>1505</b>

LINARES	<b>1670</b>
EL CHACO	<b>2926</b>
SANTA ROSA	<b>6347</b>
GONZALO DIAZ DE PINEDA	<b>3979</b>
OYACACHI	<b>1215</b>
<b>TOTAL</b>	<b>50.169</b>

Tomado de AGROCALIDAD, 2016, datos no publicados.

Tabla 4

Producción diaria de leche en los cantones Quijos y El Chaco, por empresa lechera.

<b>VOLUMEN DE LECHE EL CHACO Y QUIJOS DIARIOS</b>			
<b>SECTOR</b>	<b>CHACO</b>	<b>QUIJOS</b>	<b>TOTAL</b>
<b>NESTLE</b>	3100	11400	14500
<b>ORDEÑO</b>	2950	8400	11350
<b>ANDINA</b>	1700	3500	5200
<b>INDUSTRIAS ARTESANALES</b>	4200	600	4800
	<b>Producción total</b>	<b>35850</b>	

Tomado de AGROCALIDAD, 2016, datos no publicados.

La Asociación de Ganaderos de la parroquia de Papallacta, se ubica entre 3000 m.s.n.m. y 3600 m.s.n.m. (Figura 2), comprendiéndose entre los sectores de: El Volcán, La Variante, el Pueblo y Chalpi Chico. Estos lugares conforman un ecosistema “Bosque siempreverde montano alto del norte y centro de la cordillera oriental de los Andes” (MAE, 2012). Posee una temperatura media de 9.8°C (GAD Quijos, 2014). Con una precipitación diaria cuya media es de 2.5 mm y una humedad de 82% (INAMHI, 2017).

Esta parroquia posee un suelo de origen volcánico (inceptisoles y andosoles) poco profundos, de textura franco a franco limoso. Su topografía es laderaosa con pendientes muy pronunciadas (MAE, 2012, págs. 39-40).

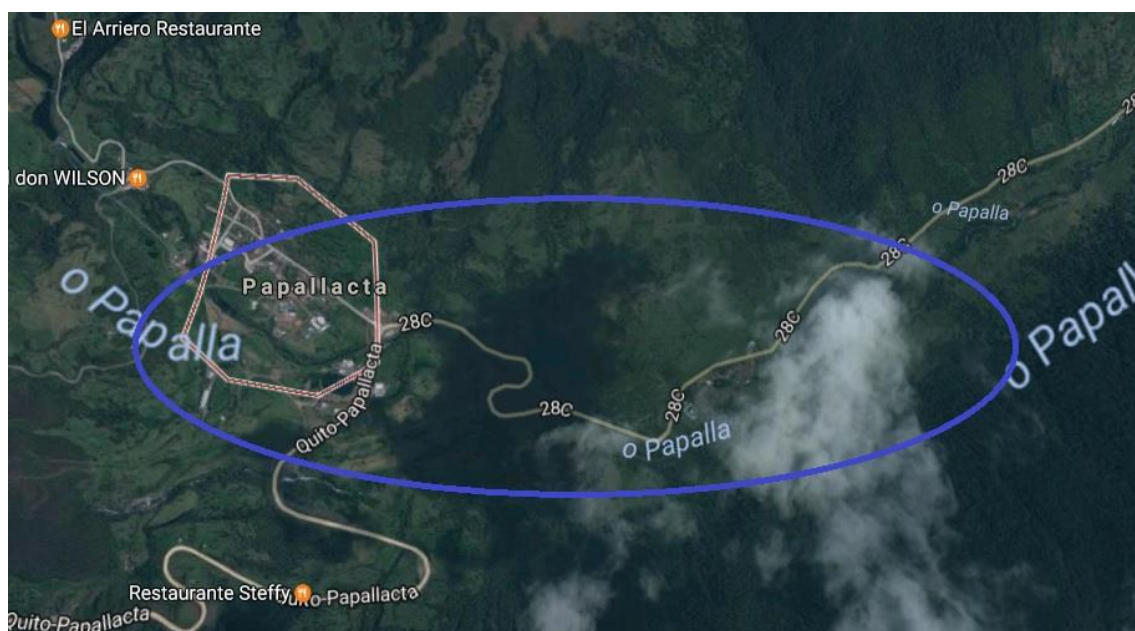


Figura 2. Parroquia de Papallacta. El área delimitada dentro de la línea azul, son los sectores donde se hallan las ganaderías que participaron de este estudio. Tomado de DigitalGlobe, 2017.

La Asociación de Productores Agropecuarios y de Comercialización del Chaco, se halla ubicada en El Chaco entre 1600 m.s.n.m. y 1700 m.s.n.m. (Figura 3), comprendiendo para este estudio los sectores de: San Juan, El Chaco y la Entrada. En estas se encuentra un ecosistema “Bosque siempreverde montano bajo del norte y centro de la cordillera oriental de los Andes” (MAE, 2012). En el cantón, la temperatura presenta una media de 24°C (AME, 2016). Una precipitación media de 1.2 mm y una humedad de 72% (INAMHI, 2017).

En esta zona la topografía presenta pendientes escarpadas e inclinadas, con un suelo inceptisol y andosol cuya textura es franco – franco, limoso – franco arcilloso (MAE, 2012, pág. 34).

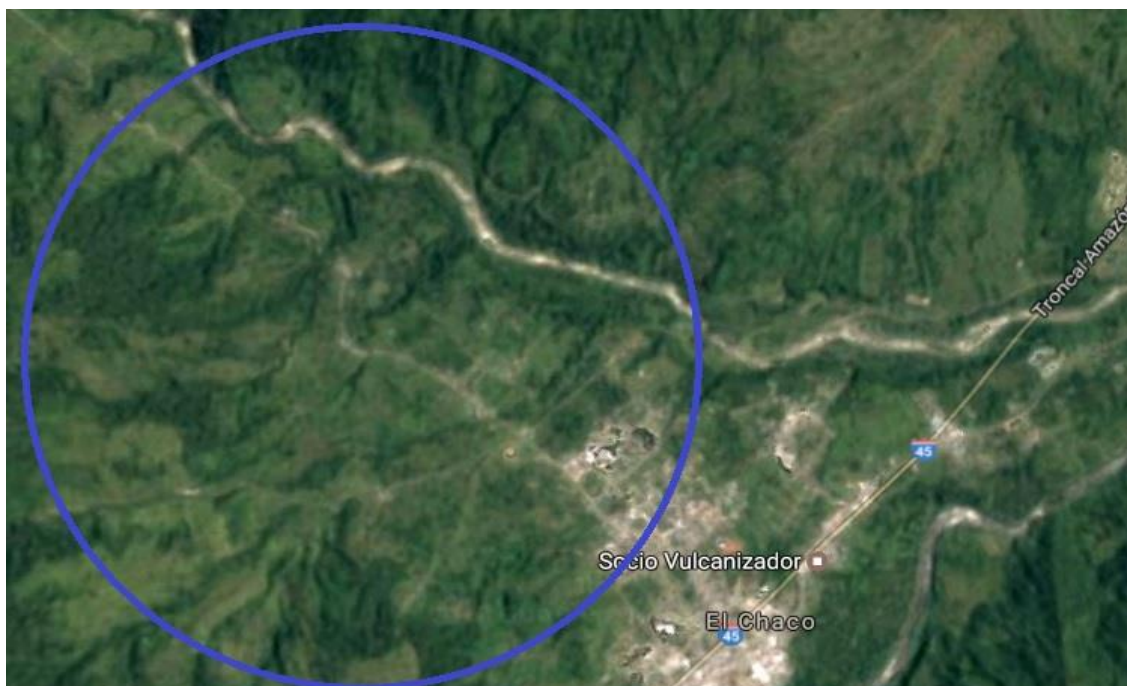


Figura 3. Ciudad del Chaco. El área delimitada dentro de la línea azul, acapara los sectores donde se encuentran las ganaderías participantes en este estudio. Tomado de Google Maps, 2017

### 3.2 Población y Muestra.

La Asociación de Ganaderos de Papallacta, actualmente cuenta con 17 productores, los cuales aglomeran su leche en el centro de acopio de la parroquia, en la que cuentan con un tanque de enfriamiento con capacidad para 1050 litros, al momento la producción diaria es de 520 litros como media (Asociación de Ganaderos de Papallacta, 2017). El número de animales es de 1407 cabezas a nivel de toda la parroquia (AGROCALIDAD, 2016, datos no publicados).

La Asociación de Productores Agropecuarios y de comercialización del Chaco, cuenta con 67 ganaderos asociados, estos poseen dos tanques de enfriamiento, con capacidad de 2150 litros cada uno; la producción diaria de leche es de 1740 litros como media (Asociación de Productores Agropecuarios



y de Comercialización del Chaco, 2017). El número de animales es de 2926 para el sector del Chaco (AGROCALIDAD, 2016, datos no publicados).

Tomando en cuenta las variables antes expuestas, se seleccionó a 9 productores por asociación, pero en la Asociación de Ganaderos de Papallacta solo se trabajó con 8 de sus miembros, debido a que un participante seleccionado para el estudio abandonó dicha agrupación.

### **3.3 Materiales.**

#### **3.3.1 De campo**

- Overol
- Encuestas
- Botas
- Esfero
- Agitador
- Cucharon de acero inoxidable
- Frascos para toma de muestras de leche.
- Cooler
- Refrigerante (gel)
- Etiquetas
- Densímetro
- Vehículo
- Cámara fotográfica

#### **3.3.2 De laboratorio**

- Mandil
- Cofia

- Mascarilla
- Guantes de látex
- Equipo para análisis de leche por ultrasonido (Ekomilk®)
- Equipo para análisis de leche por espectroscopia infrarroja (CombiFoos™)
- Reactivos para limpieza del equipo ultrasónico (jabón alcalino y jabón ácido)
- Agua destilada
- Refrigerador
- Gradillas
- Baño María
- Crioscopio
- Racks
- Reactivos cero, para verificación de calibración de los equipos.

### **3.3.3 Oficina**

- Libreta
- Esfero
- Computador

## **3.4 Metodología**

### **3.4.1 Levantamiento de información**

Mediante una encuesta dirigida (Anexo 1) hacia los productores asociados del Chaco y Papallacta, se pudo conocer su realidad actual, como: número de animales en producción, razas, tipo de alimentación (uso o no de sobre alimento y sales minerales), o solo pastos, y que tipo de pastos poseen, número y tipo de ordeños.

### **3.4.2 Selección de productores**

Al aplicar estadística descriptiva a los resultados obtenidos en las encuestas, tomando en cuenta las semejanzas de manejo y producción, se seleccionó a 9 productores en Papallacta y 9 en el Chaco, los cuales cumplían con los criterios de inclusión como: tipo de pasto (*Penisetum Clandestinum*), número de ordeños (1) de tipo manual, raza (Holstein criollo). Cabe mencionar que, en el Chaco, se trabajó con los productores del sector de San Juan, el Chaco y la Entrada, que fueron los que cumplieron el requerimiento de tipo de pasto, dentro de esta ruta existen 18 productores.

### **3.4.3 Toma de muestras**

Este procedimiento se realizó al momento de recoger la leche por el acopiador, entre las 8:30 y las 10 am. Cada muestra se tomó acorde a lo indicado en la norma NTE INEN 0004:1984 y en el instructivo para “Toma de muestras de leche cruda” (INT/CL/010) (AGROCALIDAD, 2016). De cada productor se tomaron tres muestras del total de la producción del día, de estas, una se colocó en un frasco sin ningún tipo de conservante, ya que esta fue para análisis inmediato, mientras que las otras dos fueron colocadas en frascos con conservantes (Bronopol y Azidiol), para su traslado al laboratorio de control de calidad de leche perteneciente a AGROCALIDAD en Tumbaco, manteniendo la cadena de frío.

Se realizó cuatro muestreos con siete días de diferencia, la temperatura en el transporte se mantuvo con una media de 5°C, hasta llegar al laboratorio del Chaco y Tumbaco.

### **3.4.4 Análisis de las muestras**

En el laboratorio de análisis de leche, perteneciente a la Asociación Productores Agropecuarios y de Comercialización del Chaco, se analizó cada

muestra sin conservante en el equipo Ekomilk® (ultrasónico), mientras que las que contenían conservante fueron llevadas y analizadas en el equipo CombiFoos™ (MilkoScan™ FT+ Fossomatic™ FC) por espectroscopia infrarroja, del laboratorio de control de calidad de leche de AGROCALIDAD.

Desde la toma de las muestras, hasta su análisis en el equipo Ekomilk®, el tiempo fue de tres horas para las muestras tomadas en Papallacta, esto por el traslado que se debía realizar hacia el Chaco donde se encuentra el equipo. Mientras que las tomadas en el Chaco se analizaron después de una hora y treinta minutos, siempre manteniendo la cadena de frío. Las muestras de leche deben ser transportadas entre 2 y 8°C, importante que no se congele; cuando es para análisis inmediato, las muestras sin conservante deben ser analizadas máximo en 5 horas después de la toma, mientras que, con los conservantes mencionados anteriormente, la leche puede mantenerse hasta 5 días, en todos los casos mantener la cadena de frío (AGROCALIDAD, 2016).

Las muestras llevadas al equipo CombiFoos™, fueron analizadas de la siguiente manera: para el Chaco 24 horas después del muestreo, mientras que para Papallacta 6 horas posteriores al muestreo. Es importante resaltar que las muestras siempre se mantuvieron refrigeradas y a la llegada al laboratorio promediaron 5°C.

En el Ekomilk®, se analizó: Grasa, Proteína, SNG y Densidad, mientras que, en el CombiFoss™, se analizó: Grasa, Proteína, SNG, CBT y CCS, la diferencia de análisis se da porque el primer equipo no mide componentes de calidad higiénica de la leche. El contenido de agua se lo realizó en un crioscopio CryoSmart y la densidad con el uso de un termolactodensímetro.

### 3.5 Diseño experimental

#### 3.5.1 Variables

Para llevarse a cabo este estudio, se tomó en cuenta las siguientes variables (tabla 5):

Tabla 5

Operacionalización de las variables del estudio

<b>Variable</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Ítem</b>	<b>Instrumento</b>
Grasa	Cuantitativa Dependiente	Unión de ácidos grasos	Ordeño del día de la toma de muestras	%	40 ml	Medición directa
Sólidos no grasos	Cuantitativa Dependiente	Todos los componentes de la leche excepto la grasa	Ordeño del día de la toma de muestras	%	40 ml	Medición directa
Proteína	Cuantitativa Dependiente	Unión de aminoácidos	Ordeño del día de la toma de muestras	%	40 ml	Medición directa

Punto crioscópico	Cualitativa Dependiente	Temperatura de congelación de la leche	Ordeño del día de la toma de muestras	°C	40 ml	Medición directa
Células somáticas	Cuantitativa Dependiente	Indican el estado de la glándula mamaria	Muestra del primer ordeño del tanque completo	RCS/ml	40 ml	Medición directa
Alimentación	Cualitativa Independiente	Estado nutricional y mineral.	Pasto Concentrado Sales minerales	Kg		Medición directa
Número de ordeños	Cuantitativa Independiente	Cantidad de ordeños por día	Encuestas	Numérico (1-2)		Medición directa
Precipitación	Cuantitativa Independiente	Lluvia que cae en una unidad de tiempo	Dos días anteriores y al momento de la	mm	Pluviómetro	Medición directa

				toma de muestra s		
Temperatura	Cuantitativa Independiente	Cantidad de calor medida con un termómetro ambiental	Dos días anterior es y al momento de la toma de muestra s	°C	Termómetro	Medición directa
Humedad	Cuantitativa Independiente	Agua disuelta en el ambiente	Dos días anterior es y al momento de la toma de muestra s	%	Termómetro	Medición directa

### 3.5.2 Diseño experimental

Para este trabajo, se utilizó un estudio de tipo observacional de corte transversal. El cual se basa en las variables antes descritas, las cuales se analizaron con un análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de rangos múltiples (TUKEY HSD), adicionalmente se planteó la realización de la regresión múltiple (factorial), para definir qué variables influyen entre sí.

Debido a que en este estudio no se manipuló variables como cantidad/calidad de alimento y/o adición de medicamentos que alteren la calidad de leche, sino que se evaluó las características (variables) existentes en cada sector, no se ve la necesidad de tener un grupo control.

### **3.5.3 Análisis estadístico**

#### **3.5.3.1 Análisis regresión múltiple o factorial**

Esta es una técnica cuyo propósito es la reducción de datos, ayudando a encontrar grupos uniformes de variables, tomando como punto de partida un conjunto numeroso de variables; estos grupos se forman por correlaciones entre sí, pero con independencia entre variables; el objetivo de este análisis es reducir las variables maximizando los datos obtenidos de estas, conociendo que variables influyen sobre otras (De La Fuente, 2011). Este estudio de tipo multifactorial utiliza dos tipos de variables, las cuales están divididas en latentes y observables (Zamora, Monroy, & Chávez, 2010).

Los resultados obtenidos a lo largo de los cuatro muestreos de las dos poblaciones en estudio y datos del clima fueron compilados y tabulados en el programa Microsoft Excel 2016, para posteriormente ser analizados en el programa estadístico Statgraphics Centurión versión XVI.

El programa estadístico Statgraphics Centurión, ejecuta diferentes análisis estadísticos y gráficos comprando las muestras. Realiza un ANOVA con el fin de encontrar discrepancias significativas en las medias con un rango de confianza del 95,0%, en caso de haberlas, usa la Prueba de Rangos Múltiples, para saber que medias discrepan de otras.



## 4 CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo investigativo, se analizaron 68 muestras de leche, las cuales fueron obtenidas de las dos poblaciones objeto de este estudio, de los productores seleccionados previamente gracias a la encuesta realizada. Las muestras se tomaron posterior al ordeño y previo al transporte; cada una de estas fue tomada, rotulada y transportada, acorde a lo indicado en la norma NTE INEN 0004:1984. Cada muestra se analizó tanto en un equipo ultrasónico (Ekomilk®) y por espectroscopia infrarroja (CombiFoss™). Todo esto en un muestreo seriado con una duración de cuatro semanas.

### 4.1 Diagnóstico situacional.

La Tabla 6, presenta los resultados obtenidos de las encuestas hechas a los productores seleccionados para este estudio, demostrando que existe una similitud evidente entre los esquemas productivos de las dos zonas.

Tabla 6

Resultados de las encuestas.

Pregunta	Opciones	Chaco		Papallacta	
		N°	%	N°	%
¿Cuál es el principal pasto que posee en su predio?	Kikuyo	9	100%	8	100%
¿Qué raza al momento ordeña?	Holstein	9	100%	8	100%
Indique el número de animales que actualmente están en el ordeño.	1 a 5	3	33%	3	38%
	6 a 10	2	22%	5	63%
	11 a 15	4	44%	0	0%
	16 a 30	0	0%	3	38%
Indique el número de hectáreas destinadas a su ganadería de leche	1 a 15	3	33%	5	63%
	16 a 30	0	0%	3	38%
	31 a 45	4	44%	0	0%
	46 a 60	2	22%	0	0%
¿Cuántos ordeños realiza al día?	Uno	9	100%	8	100%
¿Qué tipo de ordeño realiza?	Manual	9	100%	8	100%
¿Usa sales minerales en sus vacas de ordeño?	Si	7	78%	7	88%
	No	2	22%	1	13%
¿Con qué frecuencia? (usa sales minerales)	Diario	6	67%	6	75%
	Semanal	0	0%	1	13%

	Mensual	1	11%	0	0%
¿Usa alimento balanceado en sus vacas de ordeño?	Si	7	78%	6	75%
	No	2	22%	2	25%
¿Con qué frecuencia? (usa alimento balanceado)	Diario	6	67%	5	63%
	Semanal	1	11%	1	13%
	Mensual	0	0%	0	0%

#### 4.2 Resultados de los componentes de la leche analizados por ondas ultrasónicas (Ekomilk®).

En la Tabla 7, se presentan las medidas de tendencia central de cada variable analizada en este estudio correspondientes a: Grasa, Proteína, SNG, Densidad, a lo largo de los 4 muestreos realizados en las dos poblaciones y comparándolas mediante el equipo Ekomilk®.

Tabla 7

Resumen estadístico Ekomilk®.

Población	VE	G	P	SNG	D
<b>Chaco</b>	$\bar{X}$	3,67	3,08	8,17	1,028
	Min.	3,55	3,07	8,13	1,027
	Max.	3,88	3,13	8,27	1,029
	DS.	0,15	0,02	0,06	0,0009
	CV.	4,25	0,93	0,78	0,09
	RF	0,06	104,84	66,80	0,77
	VP.	0,81	0,0001	0,0002	0,41
<b>Papallacta</b>	$\bar{X}$	3,63	3,24	8,56	1,029
	Min.	3,43	3,23	8,46	1,027
	Max.	3,92	3,25	8,61	1,030
	DS.	0,20	0,009	0,06	0,0014

CV.	5,74	0,29	0,81	0,13
RF	0,06	104,84	66,80	0,77
VP.	0,81	0,0001	0,0002	0,41

VE= Valor estadístico; G= Grasa; P= Proteína; SNG= Sólidos No Grasos; D= Densidad;  $\bar{X}$ = Media; Max= Valor Máximo; Min= Valor mínimo; CV= Coeficiente de Variación; DS= Desviación Estándar; RF= Razón F; VP= Valor P.

#### 4.2.1 Comportamiento y comparación de la calidad de la leche en las poblaciones estudiadas.

Con el uso del equipo ultrasónico Ekomilk®, se obtuvo los siguientes resultados, los que en comparación con la norma NTE INEN 9:2012, se comportaron de la siguiente manera: los SNG y la Densidad en la población del Chaco fueron bajas, marcando una media fuera de la norma vigente que establece un mínimo de 8,20 para los primeros y de 1,029 para los segundos. Por otro lado, con este equipo, la población de Papallacta, no mostró parámetros fuera de la norma.

Con el uso del equipo Ekomilk®, como se demuestra en la Figura 4, usando la media semanal, el parámetro de Grasa en las dos poblaciones, fue pareja, tomando una ligera elevación, en el último muestreo la población del Chaco, mientras que la Proteína y SNG, si bien mantienen una línea similar, la localidad de Papallacta siempre mantuvo superioridad sobre la otra en ambos componentes. El comportamiento de la Densidad fue ligeramente más bajo en el Chaco.

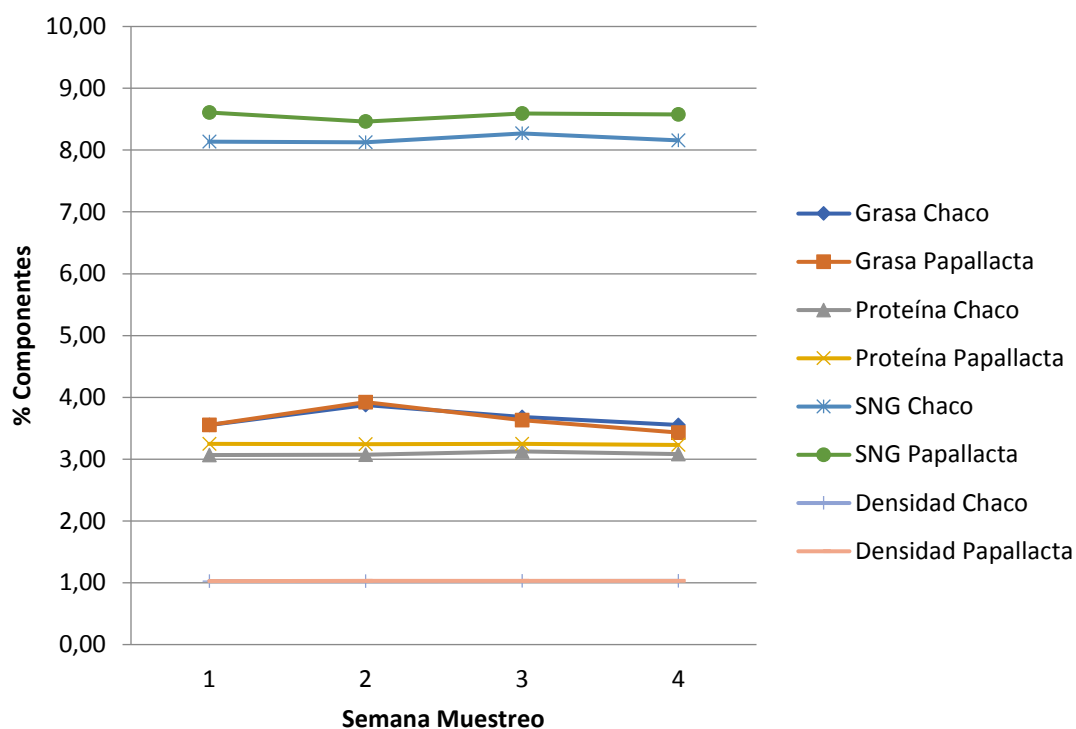


Figura 4. Comparación entre poblaciones. En la figura se presenta la media semanal de los parámetros analizados en el equipo Ekomilk®.

La grasa demostró un valor P mayor a 0,05, lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las dos poblaciones en estudio para esta variable, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Quiroz y otros (2016), los cuales no encontraron diferencias significativas en este y otros parámetros analizados, con el uso de un equipo ultrasónico en dos ecosistemas distintos. Pero, difiere del estudio realizado por Báez, Barrón, Granados, Quiroz & Purata (2015), quienes hallaron un valor P menor a 0,05, indicando la presencia de discrepancias estadísticamente significativas para este componente lácteo, con el uso del mismo equipo.

La proteína, en este estudio, demostró un valor P menor a 0,05, indicando la existencia de una discrepancia estadísticamente significativa en las dos poblaciones. Similar a lo encontrado por Quevedo (2014), el cual halla un valor P de 0,0212 para este parámetro con el uso de un equipo similar. Mientras que

Tristán (2012), encontró un valor P mayor a 0,05, indicando en su estudio que no existen diferencias estadísticamente significativas, además en su trabajo, la autora, expone las diferentes épocas del año, las cuales según menciona, no influyen sobre el porcentaje de este analito. Bacab & Solorio (2011) indican que las fluctuaciones halladas por los diferentes autores en el estudio de este parámetro, se pueden deber a los diferentes sistemas silvopastoriles de los estudios, o, a la etapa de crecimiento del pasto.

Los SNG presentaron un valor P menor a 0,05, demostrando la presencia de una discrepancia estadísticamente significativa de los promedios de las dos poblaciones estudiadas. Coincidiendo con lo encontrado por Rodríguez & Gómez (2013), los cuales describen valores P de 0,01 dentro del grupo control de su estudio, el cual recibió una dieta a base de forrajes similar a la suministrada en este trabajo. También se encontraron datos similares por Tristán (2012), la cual incluyó épocas distintas del año y los valores P se mantuvieron menores a 0,05 demostrando la presencia de una diferencia estadísticamente significativa. Asimismo, Báez, Barrón, Granados, Quiroz, & Purata (2015), encontraron valores parecidos, los autores asumen que las diferencias encontradas para este parámetro, se deben al medio ambiente en el que se desarrollan las ganaderías ya que este puede ser favorable o adverso para los animales.

La densidad mostró un valor P superior a 0,05, indicando la no existencia de una discrepancia estadísticamente significativa de las medias, semejante a lo encontrado por Báez, Barrón, Granados, Quiroz, & Purata (2015), los cuales hallaron valores P por encima de 0,05, con lo que deducen que este valor, no se ve afectado por influencia del ambiente ya que su estudio se realiza en dos alturas distintas, sino más bien, por la época del año. Por otro lado, Quiroz, y otros (2016), se toparon con valores P menores de 0,05; pero como los autores señalan, el 50% de sus muestras analizadas, fueron positivas a agua accidental o intencionalmente añadida.

### 4.3 Resultados de los componentes de la leche analizados por espectroscopia infrarroja (CombiFoss™).

La tabla 8 explica el comportamiento de los parámetros y componentes fisicoquímicos de la leche, comparando las medidas de tendencia central, de los análisis del equipo CombiFoss™ formado por el MilkoScan™ FT+ Fossomatic™ FC. Mientras que el contenido de agua se lo realizó por crioscopia (CryoSmart).

Tabla 8

Resumen estadístico CombiFoss™ y CryoSmart.

Población	VE	G	P	SNG	% Agua	CCS X1000	CBT X1000	D
<b>Chaco</b>	$\bar{X}$	3,87	3,27	8,65	0,88	793,97	2373,94	1,027
	Min.	3,80	3,24	8,59	0,49	633,78	425,67	1,027
	Max.	4,01	3,31	8,70	1,33	1179,11	3781,44	1,028
	DS.	0,09	0,02	0,04	0,39	259,20	1508,31	0,0005
	CV.	2,36	0,87	0,53	44,37	32,64	63,53	0,05
	RF	5,91	2,11	5,10	20,31	4,50	5,30	3,00
	VP.	0,051	0,196	0,064	0,004	0,078	0,060	0,134
<b>Papallacta</b>	$\bar{X}$	3,64	3,29	8,72	0,00	482,37	622,75	1.027
	Min.	3,51	3,27	8,67	0,00	346,00	495,38	1,027
	Max.	3,88	3,31	8,77	0,00	625,63	911,88	1,027
	DS.	0,16	0,01	0,04	0	137,98	194,25	0
	CV.	4,60	0,57	0,50	-	28,60	31,19	0
	RF	5,91	2,11	5,10	20,31	4,50	5,30	3,00
	VP.	0,051	0,196	0,064	0,004	0,078	0,060	0,134

VE= Valor estadístico; G= Grasa; P= Proteína; SNG= Sólidos No Grasos; CCS= Contaje de Células Somáticas; CBT= Conteo Bacteriano Total; D= Densidad;  $\bar{X}$ = Media; Max= Valor

Máximo; Min= Valor mínimo; CV= Coeficiente de Variación; DS= Desviación Estándar; RF= Razón F; VP= Valor P.

#### **4.3.1 Comportamiento y comparación de la calidad de la leche en las poblaciones estudiadas.**

Con el uso de un equipo por espectroscopia infrarroja (CombiFoss™), se encuentra que: en la población del Chaco, los CCS y porcentaje de agua se hallan elevados, esto en comparación con la norma NTE INEN 9:2012. La cual expresa un máximo de  $7,0 \times 10^5$  de CCS, y 0,00% de agua. Con el uso del termolactodensímetro, se encontró que, en ambas poblaciones estudiadas, la densidad es baja. Mientras que el resto de parámetros analizados en este estudio, están dentro de la norma antes citada.

En los muestreos semanales, analizados por espectroscopia infrarroja, los parámetros se comportaron de la siguiente manera (Figura 5): para la Grasa, se observa que la población del Chaco mantuvo una línea homogénea, y siendo siempre superior a la otra población analizada. La Proteína y los SNG, presentaron una regularidad similar para las dos poblaciones, con una ligera superioridad en Papallacta. La densidad, presentó a lo largo del estudio, una media similar baja, en ambas poblaciones.

La crioscopia, expresada como porcentaje de agua, para la población de Papallacta fue negativa, mientras que, en la población del Chaco, a lo largo del estudio se encontró positivo a agua a un productor el cual marcó una media de 8,64%, y en el último muestro, otro ganadero, además, presentó 0,90% de este adulterante.

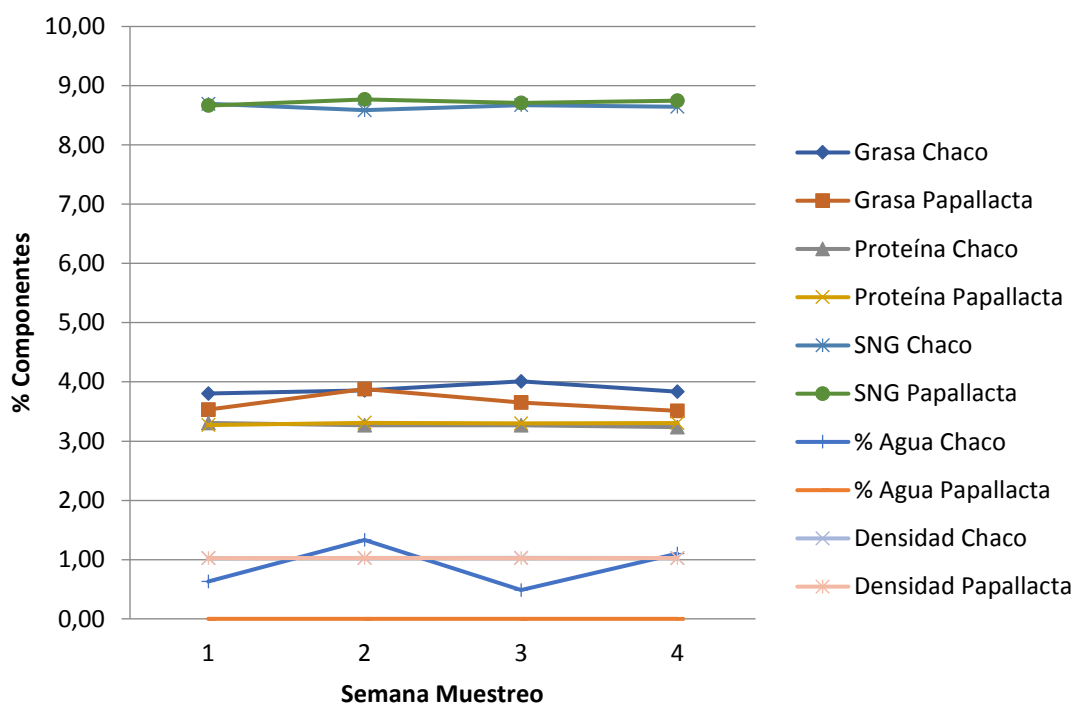


Figura 5. Comportamiento de los analitos a lo largo del muestreo.

Durante los muestreos semanales, para los analitos de: CBT y CCS, hubo un notorio comportamiento asimétrico en la población del Chaco (Figura 6). El CCS, inició alto en el Chaco, pero a lo largo del estudio marcó una tendencia hacia abajo, mientras que Papallacta siempre estuvo más bajo. El CBT, que demuestra higiene a lo largo del proceso de obtención de leche, en Papallacta, se mantuvo bajo y en su media más alta no sobrepasó los parámetros establecidos en la norma NTE INEN 9:2012. Por el contrario, en el Chaco, fue muy irregular, marcando una seria elevación en dos últimos muestreos, los cuales sobrepasan la norma citada anteriormente.



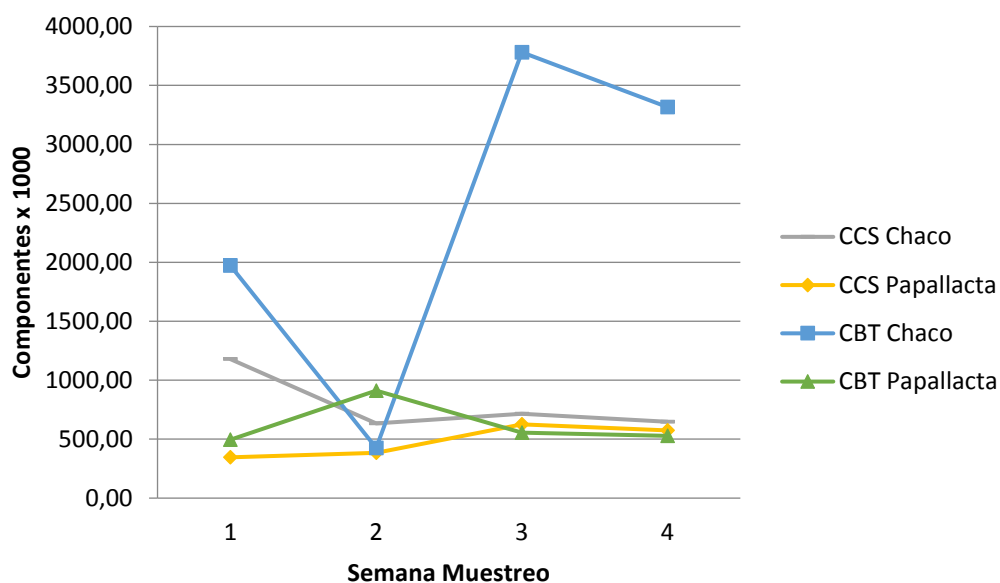


Figura 6. Comportamiento semanal de los analitos de CBT y CCS.

La grasa mostró un valor P superior a 0,05 indicando la no existencia de una discrepancia estadísticamente significativa para las medias de esta variable, lo que concuerda con lo encontrado por Jaramillo, Lopera, & Perez (2013), que describen valores P por encima de 0,05, siempre y cuando la toma de muestras sea la correcta, ya que estos autores, además, compararon el tiempo de agitado de la muestra. Oliszewski, Cisint, & Medina (2016) en cambio, demostraron que se encuentran diferencias estadísticamente significativas dependiendo de la estación, pues en su estudio encontraron que en la época de verano este parámetro, presenta un valor P menor a 0,05, mientras que, en el resto de estaciones, los valores se mantienen por encima de 0,05, esto en dos ecosistemas diferentes.

La proteína, tuvo un valor P mayor a 0,05, indicando la no existencia de una discrepancia estadísticamente significativa para la media de esta variable en las dos poblaciones analizadas. Esto es similar a lo encontrado por Weidmann, y otros (2002), los cuales no hallaron diferencias significativas, a excepción de la época de verano, en la cual hubo una variación, pero según sus autores, esto se dio por que, en esta temporada seca, la calidad del pasto disminuye y

se genera estrés calórico, afectando la calidad láctea. Lo mismo reporta Laporte & Paquin (1999), cuyos resultados presentaron una media en el valor P de 0,06 en un estudio realizado específicamente para proteína con el uso de espectroscopia infrarroja.

Los SNG tuvieron un valor P mayor a 0,05, demostrando la no existencia de una diferencia estadísticamente significativa entre la media de este parámetro en las dos poblaciones estudiadas. Datos similares fueron descritos por Liu, Ren, Liu, & Guo (2015), los que encontraron un valor P de 0,06, con un total de 100 muestras analizadas en un equipo por espectroscopia infrarroja. Resultados equivalentes fueron presentados por Barreto, do Nascimento, Constantino, Difante, & de Lima (2006), cuyo valor P fue de 0,66, demostrando que no existe diferencia estadística significativa para este parámetro con influencia del ecosistema donde se desarrollan las ganaderías.

El punto crioscópico, en este estudio se lo describe como porcentaje de agua para mayor facilidad de entendimiento, este parámetro fue analizado en un crioscopio CryoSmart. El valor P para este parámetro fue menor a 0,05, demostrando la presencia de una diferencia estadísticamente significativa en las dos poblaciones, pero esto es dividido a que una población presentó 0,00% de agua a lo largo de todo el estudio, mientras que la otra presentó una media de 0,88% de este líquido. Kędzierska, Litwińczuk, Florek, & Bałowska (2011), describen que el de punto de congelación de la leche, es un valor muy variable ya que este se halla influenciado por la raza y la etapa de lactancia principalmente; razón por la cual, en este estudio, se prefirió el uso del porcentaje de agua expresado por el punto de congelación. Brzozowski & Zdziarski (2006) corroboran estos resultados, pero deducen que, cuando el punto de congelación se expresa como porcentaje de agua, y esta presenta un porcentaje por encima de 0,01, se hallan en presencia de agua añadida accidental o intencionalmente.

El CCS, mostró un valor P superior a 0,05, indicando la no existencia de una discrepancia estadísticamente significativa para esta variable con las medias de las dos poblaciones en estudio. Schukken, Wilson, Welcome, Garrison, & Gonzalez (2003) indican que, este parámetro, muestra el estado de salud de la ubre, además exponen que es normal encontrar hasta 70000 células como media, así mismo Djabri, Bareille, Beaudeau, & Seegers (2002), describen que estos valores se aumentan con la edad de la vaca, la etapa de lactancia, y dan como indicador la disminución del volumen de producción y una baja en el tiempo de lactación. Por otra parte, Schepers, Lam, Schukken, Wilmink, & Hanekamp (1997), indican que la media normal debe ser de 200000 células somáticas, tomando en cuenta los factores descritos anteriormente.

El CBT, dio un valor P mayor a 0,05, indicando la no existencia de una discrepancia estadísticamente significativa entre los promedios de las dos poblaciones. Esto difiere con lo encontrado por Revelli, Sbodio, & Tercero (2004), los cuales hallaron un valor P de 0,001 en las dos poblaciones dentro de su estudio, los autores atribuyen esto a factores ligados a la conservación e higiene de la leche y transporte de la misma hasta los acopios. Por otro lado, si bien en este estudio, las medias de CBT se encuentran dentro de lo establecido por la norma NTE INEN 9:2012, son altos en comparación con lo encontrado por Oliszewski, Cisint, & Medina (2016), en cuyo estudio se describe una media de 87800 y 150000 para sus dos poblaciones analizadas, concluyendo que la obtención de leche es más higiénica en comparación con otros estudios.

La densidad fue medida con un Termolactodensímetro calibrado a 15°C, el cual dio como resultado un valor P mayor a 0,05, indicando la no existencia de una discrepancia estadísticamente significativa para los promedios de las poblaciones analizadas, pero se debe tomar en cuenta que el valor promedio es bajo, en comparación con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 9: 2012, pues las dos poblaciones dieron 1,027g/cm<sup>3</sup>, cuando la norma establece un mínimo 1,029 g/cm<sup>3</sup>. Similares resultados fueron hallados por Páez, López,

Salas, Spaldiliero, & Verde (2002), los cuales no encontraron diferencias estadísticamente significativas en sus dos poblaciones en estudio, pero la densidad igual fue baja, por lo que concluyen que esto se debe a que la leche no es enfriada correctamente posterior al ordeño, y al alto contenido de grasa en la leche.

#### 4.4 Comparación de los equipos utilizados en el estudio, CombiFoss™ y Ekomilk®.

A lo largo de todo el estudio, los resultados expresados por cada equipo fueron diferentes, para demostrar esto se comparó las medias semanales obtenidas por cada aparato. Si bien los equipos marcaron tendencias similares (Figura 7), se puede notar claramente la homogeneidad de las medias analizadas por espectroscopia infrarroja (CombiFoss™), ya que estas no se alejaron mucho de la media general, resultados contrarios, se obtuvieron con el uso de ultrasonido (Ekomilk®), el cual presenta resultados disparejos a lo largo de todo el estudio.

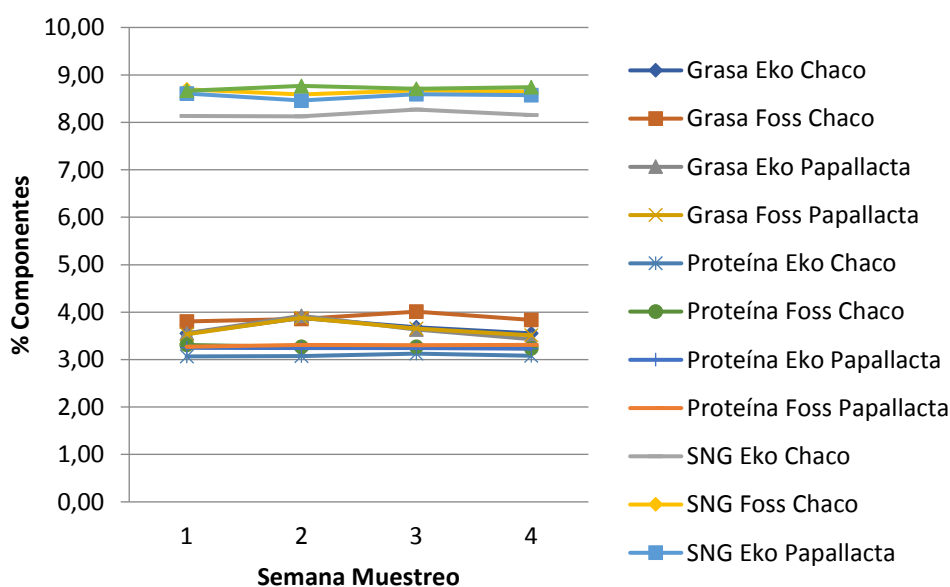


Figura 7. Comparación de los equipos usados en este estudio. La figura indica la línea de comportamiento de los parámetros analizados en los distintos aparatos para análisis de calidad de leche.

En la Tabla 9, se indica el resumen estadístico y tabla ANOVA, de los resultados obtenidos por cada equipo para los parámetros de Grasa, Proteína y SNG.

Tabla 9

Comparación de los valores obtenidos por cada equipo utilizados en el presente estudio.

Población	VE	G	G	P	P	SNG.	SNG.
		Eko.	Foss.	Eko.	Foss.	Eko.	Foss.
<b>Chaco</b>	$\bar{X}$	3,67	3,87	3,08	3,27	8,17	8,65
	Min.	3,55	3,80	3,07	3,24	8,13	8,59
	Max.	3,88	4,01	3,13	3,31	8,27	8,70
	DS.	0,15	0,09	0,02	0,02	0,06	0,04
	CV.	4,25	2,36	0,93	0,87	0,78	0,53
	RF		5,52		82,97		144,19
	VP.		0,057		0,0001		0,0000
<b>Papallacta</b>	$\bar{X}$	3,63	3,64	3,24	3,29	8,56	8,72
	Min.	3,43	3,51	3,23	3,27	8,46	8,67
	Max.	3,92	3,88	3,25	3,31	8,61	8,77
	DS.	0,20	0,16	0,009	0,01	0,06	0,04
	CV.	5,74	4,60	0,29	0,57	0,81	0,50
	RF		0,01		26,89		15,55
	VP.		0,928		0,0020		0,0300

VE= Valor estadístico; G Eko= Grasa Ekomilk; G Foss= Grasa CombiFoss; P Eko= Proteína Ekomilk; P Foss= Proteína CombiFoss; SNG Eko= Sólidos No Grasos Ekomilk; SNG Foss= Sólidos No Grasos CombiFoss;  $\bar{X}$ = Media; Max= Valor Máximo; Min= Valor mínimo; CV= Coeficiente de Variación; DS= Desviación Estándar; RF= Razón F; VP= Valor P.

Para el parámetro Grasa, el valor P fue mayor a 0,05 para el Chaco y Papallacta, esto quiere decir que no hay una discrepancia estadísticamente significativa entre los promedios de ambos equipos, esto concuerda con lo hallado por Tapia & Toapanta (2015), los cuales describen un valor P de 0,05 en el análisis de este parámetro comparando estos dos equipos.

La proteína, mostró un valor P menor a 0,05 para las dos poblaciones, lo que demuestra la existencia una discrepancia estadísticamente significativa para los promedios comparativos de ambos equipos para este parámetro. Esto difiere de lo encontrado por Ipiales (2015), quien describe un valor P de 0,07 sin hallar diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos por estos equipos. Por otro lado, Milanese y otros (2010) indican que los equipos ultrasónicos, son sensibles a descalibración, generando resultados variables.

Los SNG, presentaron un valor P menor a 0,05 para las dos poblaciones analizadas, demostrando que existe una diferencia estadísticamente significativa para este parámetro comparando los dos equipos, este valor es semejante al encontrado por Pauta (2015), quien describe un valor P de 0,004, además, tomó en cuenta el Coeficiente de Correlación con un valor de 0.996 y el Error Estándar con un valor de 0,147 para el análisis de este parámetro.

#### **4.5 Influencia del clima sobre la calidad de leche**

Para observar la influencia de las características climáticas sobre la calidad de leche, se tomó en cuenta los factores como la temperatura, pluviosidad y humedad, tomadas 48 y 24 horas antes al muestreo y el día de la toma de muestras. Obteniendo los resultados presentados en la Tabla 10.

Tabla 10

Tabla ANOVA. Influencia del clima en la composición láctea.

<b>Población</b>	<b>Parámetro</b>		<b>SC</b>	<b>df</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	
<b>Chaco</b>	<b>Grasa</b>	Reg.	0,03	9	0,00	18363854371	NaN	
		Res.	0,00	-6	0,00			
		Total	0,03	3				
	<b>Proteína</b>	Reg.	0,00	9	0,00	139896999,4	NaN	
		Res.	0,00	-6	0,00			
		Total	0,00	3				
	<b>SNG</b>	Reg.	0,01	9	0,00	3539774328	NaN	
		Res.	0,00	-6	0,00			
		Total	0,01	3				
	<b>% Agua</b>	Reg.	0,47	9	0,05	4,42655E+12	NaN	
		Res.	0,00	-6	0,00			
		Total	0,47	3				
	<b>CSS</b>	Reg.	201566,73	9	22396,3	3,88831E+11	NaN	
		Res.	0,00	-6	0,00			
		Total	201566,73	3				
	<b>CBT</b>	Reg.	6825011,39	9	758334,6	3,61344E+12	NaN	
		Res.	0,00	-6	0,00			
		Total	6825011,39	3				
	<b>Densidad</b>	Reg.	0,00	9	0,00	398200422,4	NaN	
		Res.	0,00	-6	0,00			
		Total	0,00	3				
	<b>Papallacta</b>	<b>Grasa</b>	Reg.	0,08	9	0,01	6,70385E+11	NaN
			Res.	0,00	-6	0,00		
			Total	0,08	3			
<b>Proteína</b>		Reg.	0,00	9	0,00	4514009774	NaN	
		Res.	0,00	-6	0,00			
		Total	0,00	3				
<b>SNG</b>		Reg.	0,01	9	0,00	-1,11242E+11	NaN	
		Res.	0,00	-6	0,00			

	Total	0,01	3			
	Reg.	0,00	9	0,00	NaN	NaN
<b>% Agua</b>	Res.	0,00	-6	0,00		
	Total	0,00	3			
	Reg.	57121,61	9	6346,85	1,80469E+13	NaN
<b>CSS</b>	Res.	0,00	-6	0,00		
	Total	57121,61	3			
	Reg.	113207,09	9	12578,57	1,76641E+13	NaN
<b>CBT</b>	Res.	0,00	-6	0,00		
	Total	113207,09	3			
	Reg.	0,00	9	0,00	0,67	NaN
<b>Densidad</b>	Res.	0,00	-6	0,00		
	Total	0,00	3			

---

CM = Cuadrado Medio; SC = Suma de Cuadrados; F = Razón F; Reg. = Regresión; Sig. = Significancia; NaN. = No Significativo.

Los datos obtenidos en el presente trabajo demuestran que no existe influencia de los factores de humedad, pluviosidad y temperatura, sobre la calidad de la leche, lo que concuerda con lo encontrado por Echeverri & Restrepo, (2009), los cuales describen que los componentes fisicoquímicos de la leche son muy poco influenciados por las características meteorológicas de las producciones, indicando que no hay una propensión objetiva entre la temperatura y la composición láctea. Estos resultados son corroborados por Arias, Mader, & Escobar (2008), los cuales indican que la calidad de la leche no se ve afectada directamente, sino se altera mas bien la productividad de los animales. Además, Clavache & Navas (2012), indican que estos factores, más afectan a la calidad del pasto, lo que influencia sobre la calidad de leche, y los componentes más sencibles son la grasa y la proteína.



#### **4.6 Limitantes del estudio.**

- El número de productores, esto debido a que no todos brindan la apertura necesaria para la realización de estudios de este tipo. Además de la aplicación de variables como tipo de pasturas y raza de animales que no son semejantes en el 100% de las producciones.
- El tiempo, ya que esto limitó el número de muestreos; además, restringió el análisis de otros elementos que alteran la constitución y calidad nutritiva e higiénica de la leche como: época del año, en la cual se hallan implicados los factores meteorológicos; etapa de la lactancia, que modifica la composición de la leche; higiene al momento del ordeño, que básicamente influye sobre los conteos bacterianos.

## 5 CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 5.1 Conclusiones:

Ninguna de las dos asociaciones se salió de la norma NTE INEN 9:2012 actualmente vigente en el país, exceptuando la densidad que fue baja en ambos casos. También, a lo largo del estudio, los dos equipos presentaron siempre la misma tendencia, pero, el método de espectroscopia infrarroja demostró mayor confiabilidad ya que indicó una línea muy homogénea, mientras que, por ondas ultrasónicas, los datos fueron menos confiables presentando una línea muy fluctuante.

En el post ordeño, se vio claramente alterada la cantidad de agua y CCS en la Asociación del Chaco, además, el CBT que si bien estuvo dentro de la norma antes citada, la media siempre fue alta, mientras que en la Asociación de Papallacta, estos parámetros se mantuvieron bajos a lo largo de todo el presente trabajo investigativo, concluyendo que, la calidad nutricional láctea en las dos asociaciones se mantuvo dentro de los parámetros establecidos, pero, la calidad higiénica es mala en la Asociación del Chaco.

Las condiciones meteorológicas no demuestran afectar directamente la calidad de la leche, pero, tomando en cuenta que, esta, en la mayoría de los casos no es enfriada, lo que hace que se eleve la temperatura dentro de los tanques mientras espera a ser retirada por el acopiador a la vera del camino, aumentándose de esta manera los conteos bacterianos previo al transporte, modificando claramente su calidad. Además, en la población del Chaco, que promedia 24°C, se halló alterados los CBT, mientras que en Papallacta estos son bajos, dónde se promedia 11°C, demostrándose que el mal manejo de la cadena de frío más la temperatura ambiente, contribuyen a la baja de la calidad higiénica de la leche.

## 5.2 Recomendaciones:

Tomando en cuenta que los equipos ultrasónicos son muy sensibles, se recomienda calibrarlos constantemente y lavarlos acorde a lo indicado en el manual del usuario.

En estudios posteriores, concientizar a los productores sobre la importancia de no adulterar la leche con cualquier elemento ajeno a esta y sobre la aplicación de BPO.

Para resultados más confiables, es recomendable utilizar equipos por espectroscopia infrarroja para análisis de calidad de leche ya que son más precisos.

Evitar el uso de plásticos para transporte o recolección de leche, puesto que estos son difíciles de lavar y contribuyen a los elevados conteos bacterianos.

Se recomienda, además, ejecutar trabajos enfocados en la densidad buscando el porqué de los pesos específicos bajos de la leche sin adulteración de ningún tipo

Mantener una cadena de frío constante en el post ordeño y previo al transporte, evitando así la proliferación bacteriana.

## REFERENCIAS

- AGROCALIDAD. (2015). *Manual de Procedimientos*. Quito: AGROCALIDAD.
- AGROCALIDAD. (2016). Determinación de la composición de leche cruda mediante ultrasonido. En AGROCALIDAD, *Procedimiento específico de ensayo*. Quito: AGROCALIDAD.
- AGROCALIDAD. (2016). Toma de muestras de leche cruda. En AGROCALIDAD, *Manual de procedimientos*. Quito: AGROCALIDAD.
- Agudelo, D., & Bedoya, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Lasallista de Investigación*, 38-42.
- Akhtar, M., & Dickinson, E. (2007). Whey protein–maltodextrin conjugates as emulsifying agents: An alternative to gum arabic. *Food Hydrocolloids*, 607-616.
- AME. (2016). *Asociación de Municipalidades del Ecuador*. Obtenido de Asociación de Municipalidades del Ecuador: <http://www.ame.gob.ec/ame/index.php/ley-de-transparencia/57-mapa-cantones-del-ecuador/mapa-napo/202-canton-quijos>
- Arias, R., Mader, T., & Escobar, P. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Revista de Medicina Veterinaria*, 7-22.
- Artica, L. (2014). *Métodos para el análisis fisicoquímico de la leche y derivados lácteos*. Huancayo: Libros y editoriales, TEIA.
- Auldist, M. (2013). Effect on Processing Characteristics. En J. Fuquay, P. Fox, & P. McSweeney, *Encyclopedia Of Dairy Sciences. Third Edition*. (págs. 902-907). London: Elsevier.
- Avila, S., & Romero, L. (2009). Anatomía y Fisiología de la Glándula Mamaria. En S. Avila, *Producción de leche con ganado bovino* (págs. 217-248). México: Autor-Editor.
- Bacab, H., & Solorio, F. (2011). Oferta y consumo de forraje y producción de leche en ganado de doble propósito manejado en sistemas silvopastoriles en Tepalcatepec, Michoacán. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 271-278.

- Bach, A., Calsamiglia, S., & Stern, M. (Mayo de 2005). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de US National Library of Medicine National Institutes of Health: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15876575>
- Báez, R., Barrón, A., Granados, Z., Quiroz, V., & Purata, A. (2015). Factores asociados a la calidad físico-química de leche en sistemas bovinos de doble propósito, en ranchos del Mezcalapa. *VII Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco 2015 IV Simposio Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical*, 295-300.
- Barreto, M., do Nascimento, A., Constantino, M., Difante, G., & de Lima, D. (2006). Physicochemical and sensory characteristics of milk from cows in different lactation stages and calving orders. *Ciências Agrárias, Londrina*, 1963-1970.
- Beede, D., & Collier, R. (15 de Febrero de 1985). *Alliance of Crop, Soil and Environmental Science Societies ACSESS*. Obtenido de Alliance of Crop, Soil and Environmental Science Societies ACSESS: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/jas/abstracts/62/2/JAN0620020543?access=0&view=pdf>
- Ben-Shem, A., Garreau de Loubresse, N., Melnikov, S., Jenner, L., Yusupova, G., & Yusupov, M. (2011). The Structure of the Eukaryotic Ribosome at 3.0 Å Resolution. *Science*, 1524-1529.
- Bhandari, V., & Singh, H. (2011). Physical Methods. En J. Fuquay, P. Fox, & P. McSweeney, *Encyclopedia Of Dairy Sciences Second Edition* (págs. 248-254). London: Elseiver.
- Bradley, A., & Green, M. (2005). Use and interpretation of somatic cell count data in dairy cows. *Farm Animal Practice*, 310-315.
- Brzozowski, P., & Zdziarski, K. (2006). Influence of genotype, age, lactation stage and daily milk performance of Black & White cows on the freezing point of milk. *Medycyna Wet*, 93-95.
- Callejo, A. (2012). *Universidad Politécnica de Madrid*. Obtenido de Universidad Politécnica de Madrid: <http://ocw.upm.es/produccion-animal/ordeno->

mecanico/Tema\_1.\_Anatomia\_y\_Fisiologia/breve-introduccion-a-la-anatomia-de-la-ubre-y-a-la-fisiologia-del-ordeno

- Campo, Y., & Villada, D. (2015). Efecto del ultrasonido en las propiedades físicas de la leche entera. *X Semana de ciencia, tecnología e innovación* (págs. 156-162). Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander.
- Ceballos, A., Gómez, P., Vélez, M., Villa, N., & López, L. (2002). Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 13-24.
- Čejna, V., & Chládek, G. (2005). The importance of monitoring changes in milk fat to milk protein ratio in holstein cows during lactation. *Central European Agriculture*, 540-544.
- Celis, M., & Juarez, D. (2009). Microbiología de la Leche. En R. Rodriguez, & M. Echevarria, *Procesos Fundamentales Fisicoquímicos y Microbiológicos* (págs. 4-7). Bahía Blanca: Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional.
- Chauveau, C. (2007). La producción lechera en las economías campesinas de la sierra: seguridad, dinamismo económico y pluriactividad. En F. Brassel, & F. Hidalgo, *Libre comercio y lácteos: La producción de leche en el Ecuador entre el mercado nacional y la globalización* (págs. 46-48). Quito: Punto y línea. Obtenido de SIPAE.
- Cisint, J., Martín, G., & Toll, J. (2007). Influencia de la alimentación en la composición química de la leche bovina, en la cuenca tambera del dpto. Trancas, Tucumán. *Avances en la Producción Vegetal y Animal del NOA*, 250-257.
- Clavache, I., & Navas, A. (2012). Factores que influyen en la composición nutricional de la leche. *Ciencia Animal*, 74-83.
- Corti, P., Savini, L., Dreassi, E., & Lonardi, S. (1992). *Researchgate*. Obtenido de Researchgate: [https://www.researchgate.net/publication/283142803\\_Application\\_of\\_NIR\\_S\\_to\\_the\\_control\\_of\\_pharmaceuticals\\_identification\\_and\\_assay\\_of\\_several\\_primary\\_materials](https://www.researchgate.net/publication/283142803_Application_of_NIR_S_to_the_control_of_pharmaceuticals_identification_and_assay_of_several_primary_materials)

- Dahl, G., Buchanan, B., & Tucker, H. (Abril de 2000). *Publmed*. Obtenido de pubmed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10791806>
- De La Fuente, S. (2011). *Universidad Autónoma de Madrid*. Obtenido de Universidad Autónoma de Madrid: <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/MULTIVARIANTE/FACTORIAL/analisis-factorial.pdf>
- Deng, W., Xi, D., Mao, H., & Wanapat, M. (05 de Mayo de 2007). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de US National Library of Medicine National Institutes of Health: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17484038>
- DigitalGlobe. (25 de Abril de 2017). *Google Earth*. Obtenido de Google Earth: <https://www.google.com.ec/maps/place/Papallacta/@-0.3810226,-78.1342918,1418m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x91d5c498fe86b327:0xa7e337d39e6790d0!8m2!3d-0.3772034!4d-78.1407651>
- Djabri, B., Bareille, N., Beaudeau, F., & Seegers, H. (2002). Quarter milk somatic cell count in infected dairy cows: a meta-analysis. *Veterinary Research*, 335-357.
- Draaiyer, J., Dugdill, B., Bennett, A., & Mounsey, J. (2009). *FAO*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/012/i0980e/i0980e00.htm>
- Echeverri, J., & Restrepo, L. (2009). Efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la leche en dos Municipios de Antioquia - Colombia. *Revista Lasallista de Investigación*, 50-57.
- EKOMILK. (2017). *EKOMILK*. Obtenido de EKOMILK: <http://www.ekomilk.eu/es/productos/ekomilk-standardmulta-pro>
- Enjalbert, F., Nicot, M., Bayourthe, C., & Moncoulon, R. (Septiembre de 1998). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de US National Library of Medicine National Institutes of Health: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9732314>
- ESPAC. (2012). *Ecuador en cifras*. Obtenido de Ecuador en cifras: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2012/PRESENTACION-Espac.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2012/PRESENTACION-Espac.pdf)

- ESPAC. (2014). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Obtenido de Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2014-2015/2014/Informe%20ejecutivo%20ESPAC%202014.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2014-2015/2014/Informe%20ejecutivo%20ESPAC%202014.pdf)
- FAO. (2016). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/leche-y-productos-lacteos/calidad-y-evaluacion/es/#.WAPKBfnhC00>
- Feitosa, J., & Brita, M. (1998). Introdução. En J. Feitosa, & M. Brita, *Qualidade Higiénica Do Leite* (págs. 7-10). Juiz de Fora: Embrapa.
- FOSS. (Mayo de 2008). FOSS. Obtenido de FOSS: <http://www.foss.es/industry-solution/central-milk-testing/brochures-and-data-sheets>
- Fox, P., & McSweeney, P. (1998). Milk Lipids. En P. Fox, & P. McSweeney, *Dairy Chemistry and Biochemistry* (págs. 67-141). Cork: Thomson Science.
- Fox, P., & McSweeney, P. (1998). Milk Proteins. En P. Fox, & P. McSweeney, *Dairy Chemistry and Biochemistry* (págs. 146-154). Cork: Thomson Science.
- GAD Quijos. (2014). *Gobierno Municipal de Quijos: Aventura y Naturaleza*. Obtenido de Gobierno Municipal de Quijos: Aventura y Naturaleza: <http://aventura.quijos.gob.ec/aguas-termales-de-papallacta/>
- García, C., Montiel, R., & Borderas, T. (18 de Octubre de 2013). *Universidad Autónoma Metropolitana*. Obtenido de Universidad Autónoma Metropolitana: [http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/19\\_10\\_27\\_3153REVISIONGrasaGarcia.pdf](http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/19_10_27_3153REVISIONGrasaGarcia.pdf)
- García, C., Montiel, R., & Borderas, T. (19 de Junio de 2014). *Universidad Autónoma Metropolitana de Mexico*. Obtenido de Universidad Autónoma Metropolitana de Mexico:



[http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/19\\_10\\_27\\_3153REVISIONGrasaGarcia.pdf](http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/19_10_27_3153REVISIONGrasaGarcia.pdf)

García, E., Fernández, I., & Fuentes, A. (2013). *Repositorio Institucional de la Universitat Politècnica de València*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universitat Politècnica de València: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/30627/Grasa%20leche-%202013.pdf?sequence=1>

García, O., & Ochoa, I. (1987). Componentes de la Leche. En O. García, & I. Ochoa, *Derivados Lácteos. Módulo 2. Manejo de Leche* (págs. 21-22). Bogotá: SENA.

García, O., & Ochoa, I. (Septiembre de 1987). La Leche. En O. García, & I. Ochoa, *Derivados Lácteos. Módulo 1. Obtención Higiénica de la Leche* (págs. 9-17). Bogotá: SENA. Obtenido de Servicio Nacional de Aprendizaje: [http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21\\_1/alephe/www\\_f\\_spa/icon/31496/pdf/b1\\_car1.pdf](http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/31496/pdf/b1_car1.pdf)

Gasque, R. (2008). Glándula Mamaria y secreción láctea. En R. Gasque, *Enciclopedia Bovina* (págs. 417-425). Mexico DF: ISBN.

Gebauer, F., & Hentze, M. (Octubre de 2004). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de US National Library of Medicine National Institutes of Health: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15459663>

German, J., & Dillard, J. (2006). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de US National Library of Medicine National Institutes of Health: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16403683>

González, G., Molina, B., & Coca, R. (2010). *Universidad Veracruzana*. Obtenido de Universidad Veracruzana: [https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro\\_lechero/Bienvenida\\_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf](https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf)

- Google Maps. (25 de Abril de 2017). *Google Maps*. Obtenido de Google Maps:  
<https://www.google.com.ec/maps/@-0.3328341,-77.8258928,4942m/data=!3m1!1e3>
- Hazard, S. (2002). *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*. Obtenido de Instituto de Investigaciones Agropecuarias:  
<http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR22424.pdf>
- Hernández, J., & Bedolla, J. (2008). *FAO*. Obtenido de FAO:  
<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DJ2012039277>
- Hillgartner, B., Salati, L., & Goodridge, A. (Enero de 1995). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de US National Library of Medicine National Institutes of Health:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7831398>
- Hinrichsa, R., Götza, J., Nolla, M., Wolfschoonb, A., Eibelb, H., & Weissera, H. (Septiembre de 2004). *ScienceDirect*. Obtenido de ScienceDirect:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694604000391>
- INAMHI. (18 de Febrero de 2017). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Obtenido de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología:  
<http://186.42.174.241/pronostico/index.php>
- INEC. (2011). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos:  
[http://www.inec.gob.ec/espac\\_publicaciones/espac-2011/INFORME\\_EJECUTIVO%202011.pdf](http://www.inec.gob.ec/espac_publicaciones/espac-2011/INFORME_EJECUTIVO%202011.pdf)
- INEC. (2013). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Obtenido de Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua:  
[http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac%202013/InformeejecutivoESPAC2013.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac%202013/InformeejecutivoESPAC2013.pdf)
- INEC. (2015). *INEC*. Obtenido de INEC:  
[http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2014-2015/2015/Presentacion%20de%20resultados%20ESPAC\\_2015.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2014-2015/2015/Presentacion%20de%20resultados%20ESPAC_2015.pdf)

- Ipiales, A. (Mayo de 2015). *Repositorio Digital, Universidad Central del Ecuador*. Obtenido de Repositorio Digital, Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6415>
- ISO 5764. (2009). ISO. Obtenido de ISO: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:5764:ed-3:v1:en>
- Jaramillo, M., Lopera, Y., & Perez, M. (2013). *Repositorio Digital Institucional CES*. Obtenido de Repositorio Digital Institucional CES: [http://bdigital.ces.edu.co:8080/repositorio/bitstream/10946/1821/2/Medicin\\_on\\_parametros\\_calidad\\_leche.pdf](http://bdigital.ces.edu.co:8080/repositorio/bitstream/10946/1821/2/Medicin_on_parametros_calidad_leche.pdf)
- Javaid, S., Gadahi, J., Khaskeli, M., Bhutto, M., Kumbher, S., & Panhwar, A. (2009). Physical And Chemical Quality Of Market Milk Sold At Tandojam, Pakistan. *Pakistan Vet. J.*, 27-31.
- Kędzińska, M., Litwińczuk, Z., Florek, M., & Barłowska, J. (2011). The effects of breed and other factors on the composition and freezing point of cow's milk in Poland. *International Journal of Dairy Technology*, 336-342.
- Kessler, H. (1984). FAO. Obtenido de FAO: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DE19850104480>
- Laporte, M., & Paquin, P. (Julio de 1999). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de US National Library of Medicine National Institutes of Health: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10552532>
- Lindmark, H. (11 de Junio de 2008). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de US National Library of Medicine National Institutes of Health: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2596709/>
- Liu, J., Ren, J., Liu, Z.-M., & Guo, B.-H. (2015). A new comprehensive index for discriminating adulteration in bovine raw milk. *Food Chemistry*, 251-256.
- López, F., Sepúlveda, J., & Restrepo, D. (16 de Marzo de 2010). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/25060/370>

- MAE. (Septiembre de 2012). *Ministerio del Ambiente del Ecuador*. Obtenido de Ministerio del Ambiente del Ecuador: [http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS\\_ECUADOR\\_2.pdf](http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf)
- Magariños, H. (2000). *Producción Higiénica De La Leche Cruda*. Valdivia: Producción y Servicios Incorporados S.A.
- Manterola, H. (2004). *Universidad de Chile*. Obtenido de Universidad de Chile: [http://www.uchile.cl/documentos/nutricion-del-rebano-lecheropara-la-produccion-de-solidos\\_58311\\_5.pdf+ycd=2yhl=esyct=clnkygl=co](http://www.uchile.cl/documentos/nutricion-del-rebano-lecheropara-la-produccion-de-solidos_58311_5.pdf+ycd=2yhl=esyct=clnkygl=co).
- Milanesio, H., Fabro, M., Speranza, J., Fornero, P., Schamne, N., Demaría, M., . . . Nieto, I. (2010). *Sistema de preparación y certificación de materiales de referencia en matrices lácteas y su expansión a los países de Sudamérica*. Rafaela - Buenos Aires: Centro Nacional de Metrología.
- Molina, C. (1985). El ganado lechero ecuatoriano através de la historia. En H. Caballero, & T. Hervas, *Producción lechera en la sierra ecuatoriana* (págs. 69-74). Quito: IICA.
- Moncada, A., & Pelayo, B. (2011). Análisis químico, microbiológico y fisicoquímico de la leche: calidad y contenido nutrimental. En M. Estrada, *El libro blanco de la leche y los productos lacteos* (págs. 66-71). México D.F.: Litho Offset.
- Morales, M. S. (1999). Factores que afectan la composición de la leche. *Tecno Vet*, 20-24.
- Nørgaard, L., Bro, R., & Balling, S. (20 de Noviembre de 2012). FOSS. Obtenido de FOSS: <http://www.foss.es/industry-solution/central-milk-testing/papers>
- NTE INEN 1 529-5. (2006). *INEN*. Obtenido de INEN: <http://ia601900.us.archive.org/4/items/ec.nte.1529.5.2006/ec.nte.1529.5.2006.pdf>
- NTE INEN 11. (1984). *INEN*. Obtenido de INEN: <https://ia601602.us.archive.org/35/items/ec.nte.0011.1984/ec.nte.0011.1984.pdf>

- NTE INEN 16. (2015). *INEN*. Obtenido de INEN: <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/n-te-inen-16-2.pdf>
- NTE INEN 9. (2012). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/n-te/9-5.pdf>
- NTE INEN 9. (Septiembre de 2012). NTE INEN 9:2012. En INEN, *Instituto Ecuatoriano de Normalización* (págs. 2-3). Quito. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.n-te.0009.2008.pdf>
- NTE INEN-ISO 5764 . (Septiembre de 2013). *INEN*. Obtenido de INEN: [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS\\_2014/KCA/12092014/n-te\\_in-en\\_iso\\_5764extracto.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/KCA/12092014/n-te_in-en_iso_5764extracto.pdf)
- Oliszewski, R., Cisint, J., & Medina, C. (2016). Caracterización composicional, física-química y microbiológica de leche de vaca de la cuenca de Trancas. *Revista Argentina de Producción Animal*, 31-39.
- Páez, L., López, N., Salas, K., Spaldillero, A., & Verde, O. (2002). Característica físico-químicas de la leche cruda de Aroa y Yaracal, Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 113-120.
- Palmquist, D. (2006). Milk Fat: Origin of Fatty Acids and Influence of Nutritional Factors Thereon. *Advanced Dairy Chemistry*, 43-79.
- PANREAC. (1994). Leche y productos lácteos. En P. Q. SA, *Analíticos En Alimentaria: Metodos Oficiales De Analisis* (págs. 21-23). Montcada I Reixac: Centre Telemàtic Editorial, SRL. Obtenido de Universidad de Santiago de Compostela: <http://www.usc.es/caa/MetAnálisisStgo1/leche.pdf>
- Parodi, P. (2004). Milk fat in human nutrition. *The Australian Journal Of Dairy Technology.*, 10-26.
- Parra, R. (2008). Lactosuero: Importancia en la Industria de Alimentos. *Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 4968-4978.

- Pauta, A. (2015). *Repositorio Digital de la Universidad de Cuenca*. Obtenido de Repositorio Digital de la Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21765>
- Pelvan, M., & Unluturk, S. (2015). Application of Flow Cytometry and Fluorescence Techniques in Somatic Cell Analysis of Raw Milk. *International Journal of Food Processing Technology*, 11-15.
- Penner, M. (2010). Basic Principles of Spectroscopy. En S. Nielsen, *Food Analysis* (págs. 377-385). New York: Springer.
- Pérez, H. (2015). *Biblioteca. Estación Experimental Indio Hatuey*. Obtenido de Biblioteca. Estación Experimental Indio Hatuey.: <https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/veterinaria/fgm.pdf>
- Phadungath, C. (2005). Casein micelle structure: a concise review. *Songklanakarín J. Sci. Technology*, 202-212.
- Quevedo, M. (2014). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <http://www.bdigital.unal.edu.co/47306/1/7911010.pdf>
- Quiroz, J., Granados, L., Granados, L., Barrón, M., Hernández, G., & Oliva, J. (2016). Variación de la composición de la leche de vacas durante diferentes épocas climáticas en el trópico húmedo de México. *XXVIII Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco 2016 V Simposio Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical*, 80-84.
- Reinhardt, T., & Lippolis, J. (12 de Julio de 2006). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de US National Library of Medicine National Institutes of Health: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16834814>
- RENALOA. (Noviembre de 2014). *Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica*. Obtenido de Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica: [http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/Analisis\\_microbiologico\\_de\\_los\\_alimentos\\_Vol\\_III.pdf](http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/Analisis_microbiologico_de_los_alimentos_Vol_III.pdf)

- Revelli, G., Sbodio, O., & Tercero, E. (2004). Recuento de bacterias totales en leche cruda de tambos que caracterizan la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero. *Revista Argentina de Microbiología*, 145-149.
- Rodriguez, C., & Gómez, D. (2013). Efecto de la suplementación con diferentes dosis de grasa protegida sobre parámetros productivos y composicionales de la leche bovina. *Zootecnia Tropical*, 299-309.
- Romero, N. (1997). Métodos de análisis para la determinación de nitrógeno y constituyentes nitrogenados en alimentos. En C. Morón, I. Zacarías, & S. de Pablo, *PRODUCCIÓN Y MANEJO DE DATOS DE COMPOSICION QUÍMICA DE ALIMENTOS EN NUTRICIÓN* (págs. 165-170). Santiago: FAO-INTA. Obtenido de FAO.
- Ruiz, P. (2007). La importancia de la producción de leche en el Ecuador. En SIPAE, *LIBRE COMERCIO Y LÁCTEOS: La produccuión de leche en el Ecuador entre el mercado nacional y la globalización* (págs. 35-41). Quito: Punto y línea.
- Schepers, A., Lam, T., Schukken, Y., Wilmink, J., & Hanekamp, W. (1997). Estimation of Variance Components for Somatic Cell Counts to Determine Thresholds for Uninfected Quarters. *American Dairy Science Association*, 1833-1840.
- Schukken, H., Wilson, D., Welcome, F., Garrison, L., & Gonzalez, R. (2003). Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. *Veterinary Research*, 579-596.
- Singhal, R., Kulkarni, P., & Rege, D. (1997). Milk and Milk Products. En R. Singhal, P. Kulkarni, & D. Rege, *Handbook of Indices of Food Quality and Authenticity* (págs. 131-208). Cambridge: Elsevier.
- Stokes, S., Waldner, D., Jordan, E., & Looper, M. (14 de Abril de 2012). *Agriculture and Life Sciences Texas University Department of Animal Science*. Obtenido de Agriculture and Life Sciences Texas University Department of Animal Science: <http://animalscience.tamu.edu/wp-content/uploads/sites/14/2012/04/dairy-managing-milk-composition-normal-sources.pdf>

- Swaisgood, H. (2003). Chemistry of the Caseins. En P. Fox, & P. McSweeney, *Advanced Dairy Chemistry—1 Proteins* (págs. 139-201). London: Springer. Obtenido de Springer.
- Tapia, I., & Toapanta, P. (2015). *Repositorio Digital, Universidad Central del Ecuador*. Obtenido de Repositorio Digital, Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/handle/25000/6969>
- Terroba, D., & Iglesias, J. (2007). Ultrasonidos para la detección y el análisis no invasivo de microorganismos en productos lácteos . *Alimentaria*, 72-77.
- Thompson, G., & Christie, W. (Agosto de 1991). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de US National Library of Medicine National Institutes of Health: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1918511>
- Thorn, D., Meehan, S., Sunde, M., Rekas, A., Gras, S., MacPhee, C., . . . Carver, J. (27 de Diciembre de 2005). *US National Library of Medicine National Institutes of Health*. Obtenido de US National Library of Medicine National Institutes of Health: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16363816>
- Tristán, F. D. (18 de Diciembre de 2012). *Universidad Autónoma De San Luis Potosí*. Obtenido de Universidad Autónoma De San Luis Potosí: <http://ninive.uaslp.mx/jspui/bitstream/i/3674/1/MCA1FYS01201.pdf>
- Troncoso, H. (16 de Agosto de 2014). *BM Editores SA de CV*. Obtenido de BM Editores SA de CV: <http://bmeditores.mx/produccion-de-leche-y-biosintesis/>
- Valdés, C., & Canto, F. (2011). Alimentación de vacas lecheras en pastoreo y sus efectos en el contenido de sólidos lácteos. *Tierra Adentro*, 53-56.
- Vizcarra, R. (2015). *LA LECHE DEL ECUADOR - Historia de la lechería ecuatoriana*. Quito: Effecto Studio.
- Walstra, P., Wouters, J., & Geurts, T. (2006). Microbiology of Milk. En P. Walstra, J. Wouters, & T. Geurts, *Dairy Science and Technology* (págs. 175-203). Boca Raton: Taylor & Francis Group.



- Walstra, P., Wouters, J., & Geurts, T. (2006). Milk Components. En P. Walstra, J. Wouters, & T. Geurts, *Dairy Science and Technology* (págs. 76-83). Boca Ratón: CRC Press.
- Weidmann, P., Thomas, J., Heer, G., Valtorta, S., Gonzalez, A., Weidmann, R., . . . Garnero, O. (2002). Calidad de la leche producida en los departamentos centrales de la cuenca lechera santafesina. Composición Química. *Revista FAVE - Ciencias Agrarias*, 25-38.
- Zamora, S., Monroy, L., & Chávez, C. (2010). *Análisis factorial: una técnica para evaluar la dimensionalidad de las pruebas*. México DF: Ceneval.
- Zavala, J. (Julio de 2005). *Dirección General de Promoción Agraria*. Obtenido de Dirección General de Promoción Agraria: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3\\_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D00789424/\\$FILE/Aspectosnutricionalesytecnol%C3%B3gicosdelaleche.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D00789424/$FILE/Aspectosnutricionalesytecnol%C3%B3gicosdelaleche.pdf)

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### FORMATO DE LA ENCUESTA REALIZADA A LOS PRODUCTORES DE LAS ASOCIACIONES QUE FORMARON PARTE DE ESTE ESTUDIO.

#### ENCUESTA

Nombre del propietario .....

Predio .....

Lugar .....

**1) ¿Cuál es el principal pasto que posee en su predio? Marque con una X**

- Kikuyo .....
- Pasto miel.....
- Trébol .....
- Reygrass .....
- Lotus .....

**2) ¿Qué raza al momento ordeña? Coloque el número.**

- Holstein .....
- Jersey .....
- Brown swiss .....
- Cruce Holstein Jersey .....
- Cruce Holstein Brown swiss .....
- Normando.....

**3) Indique el número de animales que actualmente están en el ordeño.**

- Holstein ..... 1 a 5 (....) 6 a 10 (....) 11 a 15 (....)
- Jersey ..... 1 a 5 (....) 6 a 10 (....) 11 a 15 (....)
- Brown swiss ..... 1 a 5 (....) 6 a 10 (....) 11 a 15 (....)
- Cruce Holstein Jersey ..... 1 a 5 (....) 6 a 10 (....) 11 a 15 (....)
- Cruce Holstein Brown swiss ..... 1 a 5 (....) 6 a 10 (....) 11 a 15 (....)

- Normando ..... 1 a 5 (....) 6 a 10 (....) 11 a 15 (....)

**4) Indique el número de hectáreas destinadas a su ganadería de leche**

- 1 a 15 (....) 16 a 30 (....) 31 a 45 (....) 46 a 60 (.....)

**5) ¿Cuántos ordeños realiza al día? Marque con una X**

- 1 .....
- 2 .....

**6) ¿Qué tipo de ordeño realiza? Marque con una X**

- Manual .....
- Mecánico.....

**7) ¿Usa sales minerales en sus vacas de ordeño? Marque con una X.**

**(Si la respuesta es No, pasar a la pregunta 9)**

- Si .....
- No .....

**8) ¿Con qué frecuencia? Marque con una X**

- Diario .....
- Semanal .....
- Mensual .....

**9) ¿Usa alimento balanceado en sus vacas de ordeño? ¿Cuál es la cantidad? Marque con una X (Si la respuesta es Sí, pasar a la pregunta 10)**

- Si ..... Cantidad 1lb (...) 2 lb (....) 3 lb (...)
- No .....

**10)¿Con qué frecuencia? Marque con una X**

- Diario .....
- Semanal .....
- Mensual .....

## ANEXO 2

### FOTOGRAFÍAS CRONOLÓGICAS DEL ESTUDIO.



Encuesta realizada a cada productor en el hato lechero.



Homogenización de la leche previo a la toma de la muestra.



Toma de la muestra.



Medición de la densidad de la leche con el uso del termolactodensímetro.



Transporte de las muestras con refrigerante (pilas de gel).



Análisis de las muestras en el equipo Ekomilk®.



Llegada de muestras al laboratorio de calidad de leche de AGROCALIDAD.



Refrigeración de las muestras en el laboratorio de calidad de leche, AGROCALIDAD.

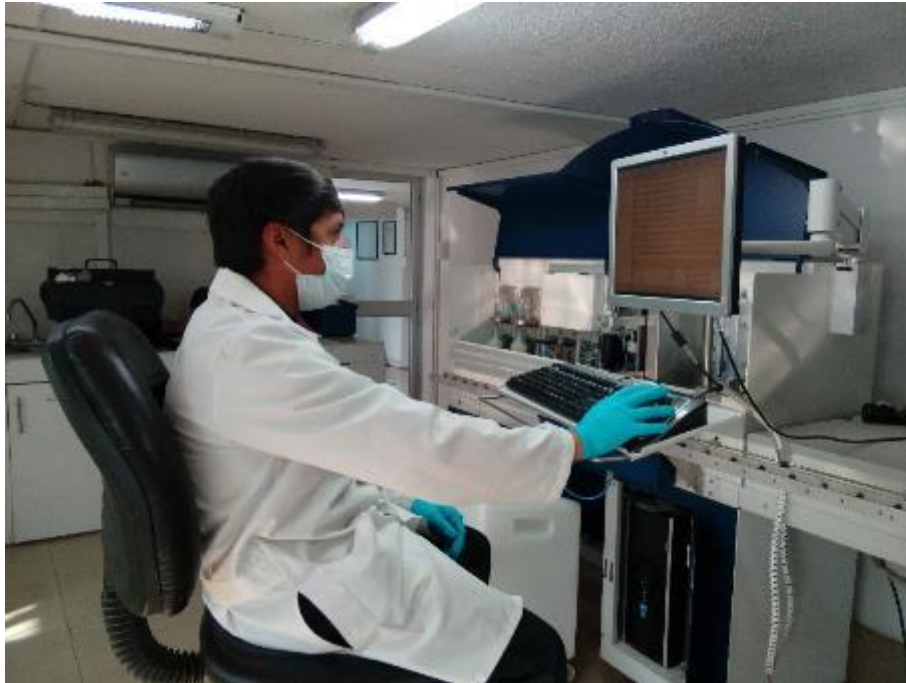




Análisis físico-químico en el equipo CombiFoss™.



Análisis de calidad higiénica: CBT y CSS, CombiFoss™.



Manejo del CombiFoss™ en el laboratorio de control de calidad de leche, AGROCALIDAD.



Análisis del contenido de agua en la leche en el equipo CryoSmart.

